



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
И.А. Пыталев

14.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ

Направление подготовки (специальность)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Направленность (профиль/специализация) программы

23.05.01 Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 г. № 935)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов

11.02.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

14.02.2022 г. протокол № 3

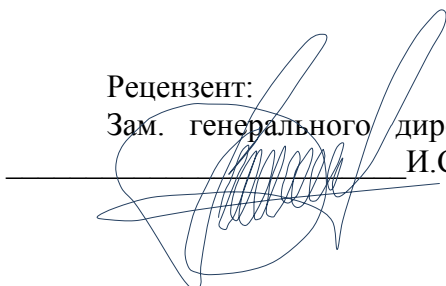
Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук  И.Г. Усов

Рецензент:

Зам. генерального директора ООО "УралЭнергоРесурс" , канд. техн. наук
И.С. Туркин



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы робототехники» являются:

- формирование и развитие способности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого в области устройства и применения роботов, робототехнических комплексов (РТК) и транспортных систем гибких автоматизированных производств (ГАП);
- формирование и развитие способности конструирования и расчета механических узлов и систем промышленных роботов;
- формирование и развитие привития умения и навыков для решения расчетных и практических задач;
- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВОЗ++ по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические комплексы профиль Подъемно-транспортные, горные машины и специальные роботы.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы робототехники входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Детали машин и основы конструирования

Теоретическая механика

Физика

Инженерная и компьютерная графика

Конструкции подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования

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

Технические основы создания машин и манипуляторов

Теория механизмов и машин

Гидропривод и гидропневмоавтоматика подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и манипуляторов

Грузоподъемные машины и оборудование

Механика манипуляционных систем

Строительные и дорожные машины и специальные манипуляторы

Расчет и конструирование специальных подъемно-транспортных машин и манипуляторов

Диагностика гидропривода машин и манипуляторов

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы робототехники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-2.1	Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления
УК-2.2	Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения

УК-2.3	Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы
УК-2.4	Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта
УК-2.5	Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-3.1	Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели
УК-3.2	Делегирует полномочия членам команды и распределяет поручения, организует и корректирует работу команды, дает обратную связь по результатам
УК-3.3	Организует обсуждение результатов работы, в т.ч. в рамках дискуссии с привлечением оппонентов
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей;
ОПК-1.1	Использует законы и методы математики, естественных наук при решении профессиональных задач
ОПК-1.2	Применяет и использует современные материалы и элементную базу узлов, деталей и приводов машин
ОПК-1.3	Применяет методы проектирования и расчета деталей и узлов машин
ОПК-1.4	Понимает конструкцию технического объекта по чертежу, демонстрирует первичные навыки выполнения конструкторской документации на основе стандартов ЕСКД

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 91,9 академических часов;
- аудиторная – 90 академических часов;
- внеаудиторная – 1,9 академических часов;
- самостоятельная работа – 16,1 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Общая характеристика робототехнических устройств								
1.1 Основные понятия роботов и робототехнических устройств. Тема 1.2 Классификация и структура промышленных роботов Тема 1.3 Захватные устройства промышленных роботов\ Тема 1.4 Приводы промышленных роботов	4	20	20	8	10			ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3
Итого по разделу		20	20	8	10			
2. Системы управления роботами								
2.1 Назначение, характеристика и классификация систем управления 2.2 Устройство и схемы цикловых, позиционных и контурных систем управления 2.3 Информационно-измерительные системы 2.4 Датчики внутренней информации 2.5 Датчики внешней информации	4	16	16	10	6,1			ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3
Итого по разделу		16	16	10	6,1			
Итого за семестр		36	36	18	16,1		зачёт	
Итого по дисциплине		36	36	18	16,1		зачет	

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция–беседа, лекция–дискуссия, лекция–прессконференция.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Лабораторное занятие в форме виртуальной визуализации процессов и явлений, происходящих в жидкости и деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А. А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012765-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1155006> (дата обращения: 10.05.2021). – Режим доступа: по подписке

2. Смелягин, А. И. Структура машин, механизмов и конструкций : учеб. пособие / А.И. Смелягин. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 387 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5cf8ccc070c5d0.17049931. - ISBN 978-5-16-013674-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/948876> (дата обращения: 10.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Москвичев, А. А. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов : учебное пособие / А.А. Москвичев, А.Р. Кварталов, Б.В. Устинов. — М. : ФОРУМ : ИНФРАМ, 2019 . — 176 с. — (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-969-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/980119> (дата обращения: 10.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Березуцкая, Д. О. Robotics Engineering: Учебное пособие / Березуцкая Д.О., Юрова Ю.Ю. - Рн/Д:Южный федеральный университет, 2017. - 105 с.: ISBN 978-5-9275-2399-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/999623> (дата обращения: 10.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Борисенко, Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов : учеб. пособие / Л.А. Борисенко. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРАМ, 2018. — 285 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004690-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/960078> (дата обращения: 10.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

4. Робототехнические системы и комплексы: Учебное пособие./(И.И. Мачульский, В.П. Запятой, Ю.П. Майоров и др.): Под ред. И.И. Мачульского. – М.: Транспорт, 1999. – 446с.

в) Методические указания:

1. Гончаревич, И. Ф. Основы робототехники. Механизмы выдвижения и поворота робота-погрузчика с пневмоприводом : методические рекомендации / И. Ф. Гончаревич, К. С. Никулин. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2014. - 64 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/502712> (дата обращения: 10.05.2021). – Режим доступа: по подписке

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
-----------------	------------	------------------------

MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

В соответствии с учебным планом по дисциплине предусмотрены следующие виды занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, консультации, зачет.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения занятий для проведения практических занятий:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
- доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

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

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Самостоятельная работа по освоению дисциплины необходима для углубленного изучения материала курса. Самостоятельная работа студентов регламентируется графиками учебного процесса и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из следующих взаимосвязанных частей:

1) Изучение теоретического материала в форме:

- Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме
- Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).

Остаточные знания определяются результатами сдачи зачета с оценкой.

2) Подготовка к практическим занятиям и выполнение практических работ.

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, приведенных в разделе 7.

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
Основы робототехники		
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		
УК-2.1:	Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	<p>Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине "Основы робототехники"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поколения и классификация роботов. 2. Структуры различных роботов. Развитие робототехники. 3. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера.
УК-2.2	Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	<ol style="list-style-type: none"> 4. Геометрический смысл матриц поворота. Свойства матриц поворота. Однородные координаты и матрицы преобразований. 5. Звенья, сочленения и их параметры. Представление Денавита-Хартенберга. Алгоритм формирования систем координат звеньев. 6. Подходы к решению обратной задачи кинематики. 7. Геометрический подход к решению обратной задачи кинематики. Определение различных конфигураций манипулятора. Решение обратной задачи кинематики для первых трех сочленений шестистепенного манипулятора типа ПУМА. 8. Описание динамики многозвенного манипулятора. Метод Лагранжа-Эйлера. 9. Особенности выбора исполнительных приводов роботов. 10. Рекуррентные уравнения динамики манипулятора. 11. Планирование траекторий манипулятора. Сглаженные траектории в пространстве присоединенных переменных. Расчет 4-3-4-траектории. 12. Очувствление роботов. Датчики измерения в дальней зоне. 13. Очувствление роботов в ближней зоне. Ультразвуковые датчики. Оптические датчики измерений в ближней зоне. 14. Тактильные датчики. Дискретные пороговые датчики. Силомоментное очувствление. Элементы датчика и схвата, встроенного в запястье. 15. Стереоизображение. Системы технического зрения высокого уровня. Сегментация. Проведение контуров и определение границ.

		16. Определение координат трехмерных объектов на основе технического зрения и планирование траекторий движения роботов. 17. Граничные условия для 4-3-4-траектории.
УК-2.3	Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы	Практические занятия Занятие 1. Матрицы поворота Занятие 2. Представление Денавита-Хартенберга Занятие 3. Решение обратной задачи кинематики Занятие 4. Динамика шестистепенного манипулятора зованием рекуррентных соотношений. Занятие 5. Планирование траекторий Занятие 6. Датчики роботов
УК-2.4	Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	В дисциплине не реализуется
УК-2.5	Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта	В дисциплине не реализуется
УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели		
УК-3.1:	Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели	Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине "Основы робототехники" 1. Поколения и классификация роботов. 2. Структуры различных роботов. Развитие робототехники. 3. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера.
УК-3.2	Делегирует полномочия членам команды и распределяет поручения, организует и корректирует работу команды, дает обратную связь по результатам	4. Геометрический смысл матриц поворота. Свойства матриц поворота. Однородные координаты и матрицы преобразований. 5. Звенья, сочленения и их параметры. Представление Денавита-Хартенберга.
УК-3.3	Организует обсуждение результатов работы, в т.ч. в рамках дискуссии с	Алгоритм формирования систем координат звеньев. 6. Подходы к решению обратной задачи кинематики. 7. Геометрический подход к решению обратной задачи кинематики. Опреде-

	привлечением оппонентов	<p>ление различных конфигураций манипулятора. Решение обратной задачи кинематики для первых трех сочленений шестистепенного манипулятора типа ПУМА.</p> <p>8. Описание динамики многозвенного манипулятора. Метод Лагранжа-Эйлера.</p> <p>9. Особенности выбора исполнительных приводов роботов.</p> <p>10. Рекуррентные уравнения динамики манипулятора.</p> <p>11. Планирование траекторий манипулятора. Сглаженные траектории в пространстве присоединенных переменных. Расчет 4-3-4-траектории.</p> <p>12. Очувствление роботов. Датчики измерения в дальней зоне.</p> <p>13. Очувствление роботов в ближней зоне. Ультразвуковые датчики. Оптические датчики измерений в ближней зоне.</p> <p>14. Тактильные датчики. Дискретные пороговые датчики. Силомоментное очувствление. Элементы датчика и схвата, встроенного в запястье.</p> <p>15. Стереοизображение. Системы технического зрения высокого уровня. Сегментация. Проведение контуров и определение границ.</p> <p>16. Определение координат трехмерных объектов на основе технического зрения и планирование траекторий движения роботов.</p> <p>17. Граничные условия для 4-3-4-траектории.</p> <p>Практические занятия</p> <p>Занятие 1. Матрицы поворота</p> <p>Занятие 2. Представление Денавита-Хартенберга</p> <p>Занятие 3. Решение обратной задачи кинематики</p> <p>Занятие 4. Динамика шестистепенного манипулятора зованием рекуррентных соотношений.</p> <p>Занятие 5. Планирование траекторий</p> <p>Занятие 6. Датчики роботов</p>
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей;		
ОПК-1.1	Использует законы и методы математики, естественных наук при решении профессиональных задач	В дисциплине не реализуется
ОПК-1.2	Применяет и использует современные материалы и элементную базу узлов,	В дисциплине не реализуется

	деталей и приводов машин	
ОПК-1.3	Применяет методы проектирования и расчета деталей и узлов машин	<p>Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине "Основы робототехники"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поколения и классификация роботов. 2. Структуры различных роботов. Развитие робототехники. 3. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера. 4. Геометрический смысл матриц поворота. Свойства матриц поворота. Однородные координаты и матрицы преобразований. 5. Звенья, сочленения и их параметры. Представление Денавита-Хартенберга. Алгоритм формирования систем координат звеньев. 6. Подходы к решению обратной задачи кинематики. 7. Геометрический подход к решению обратной задачи кинематики. Определение различных конфигураций манипулятора. Решение обратной задачи кинематики для первых трех сочленений шестистепенного манипулятора типа ПУМА. 8. Описание динамики многозвенного манипулятора. Метод Лагранжа-Эйлера. 9. Особенности выбора исполнительных приводов роботов. 10. Рекуррентные уравнения динамики манипулятора. 11. Планирование траекторий манипулятора. Сглаженные траектории в пространстве присоединенных переменных. Расчет 4-3-4-траектории. 12. Очувствление роботов. Датчики измерения в дальней зоне. 13. Очувствление роботов в ближней зоне. Ультразвуковые датчики. Оптические датчики измерений в ближней зоне. 14. Тактильные датчики. Дискретные пороговые датчики. Силомоментное очувствление. Элементы датчика и схвата, встроенного в запястье. 15. Стереоизображение. Системы технического зрения высокого уровня. Сегментация. Проведение контуров и определение границ. 16. Определение координат трехмерных объектов на основе технического зрения и планирование траекторий движения роботов. 17. Граничные условия для 4-3-4-траектории. <p>Практические занятия Занятие 1. Матрицы поворота Занятие 2. Представление Денавита-Хартенберга</p>
ОПК-1.4	Понимает конструкцию технического объекта по чертежу, демонстрирует первичные навыки выполнения конструкторской документации на основе стандартов ЕСКД	

		<p>Занятие 3. Решение обратной задачи кинематики</p> <p>Занятие 4. Динамика шестистепенного манипулятора зованием рекуррентных соотношений.</p> <p>Занятие 5. Планирование траекторий</p> <p>Занятие 6. Датчики роботов</p>
--	--	---