

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.07.2025 16:42:03
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e159498m1c51h2f5ch00e29ab6m17f67985447



**Образовательное частное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)**

ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ, ЛИДЕРСТВА И МЕНЕДЖМЕНТА

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
международной экономики,
лидерства и менеджмента
_____ А. А. Панарин
«20» июня 2025г.

**Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА РОБОТОВ**

**Направление подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):
«Промышленная робототехника»**

Форма обучения: очная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Механика роботов» Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль: «Промышленная робототехника» / Р. М. Байгулов – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова – 20с.

Рабочая программа высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. N 1046 (с изменениями от 26 ноября 2020 г.); Профессионального стандарта "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (с изменениями от 12 декабря 2016 года) (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики:	<u>Р. М. Байгулов, к. т. н</u>
Ответственный рецензент:	<u>О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»</u>
Ответственный рецензент:	<u>А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого</u>

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры цифровой экономики и инновационной деятельности 20.06.2025г., протокол №9

Заведующий кафедрой _____ /А. А. Панарин, д. э. н., профессор
(подпись)

Согласовано от библиотеки _____ / О. Е. Степкина
(подпись)

Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Механика роботов» является Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области механики роботов, необходимых для проектирования, анализа и эксплуатации современных роботизированных систем различного назначения.

Основные задачи освоения дисциплины «Механика роботов»: освоить основные понятия и принципы механики роботов как научной и прикладной области техники; изучить структуру манипуляционных и мобильных роботов, их кинематические и динамические характеристики; научиться применять методы анализа степеней свободы, кинематики и динамики для моделирования движения роботов; ознакомиться с устройством и принципами работы исполнительных механизмов и приводов роботов; получить навыки расчёта параметров движения, нагрузок и взаимодействия роботов с окружающей средой; освоить методы моделирования и симуляции поведения роботов с использованием современного программного обеспечения; развить способность выбирать типы приводов и механизмов на основе анализа требований к точности, скорости и надежности роботизированных систем; понимать особенности механики колесных и летающих роботов и их применения в реальных условиях.

Раздел 2. Планирование результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ОПК-12	Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	ОПК-12.1. Знает конструктивные особенности и назначение мехатронных и робототехнических систем, правила их эксплуатации ОПК-12.2. Умеет пользоваться инструментом, оборудованием и приборами для наладки мехатронных и робототехнических систем; выбирать необходимый комплекс технических средств для современных микроконтроллерных и микропроцессорных систем управления ОПК-12.3. Владеет способами, средствами и методами измерений физических величин

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика роботов» изучается в 6 семестре, относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б.1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль: «Промышленная робототехника».

Раздел 4. Объем (трудоемкость) дисциплины (общая, по видам учебной работы, видам промежуточной аттестации)

Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки

на очной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа под руководством	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация

							препода вателя			
Семестр 6										
3	108	16		16				72		4 Зачет
Итого по дисциплине										
3	108	16		16				72		4 Зачет

**Тематический план дисциплины
Очная форма обучения**

Разделы / Темы	Лекции	Практиче ские занятия	Самостоя тельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуто чная аттестация	Всего часов
6 семестр						
Тема 1. Основные понятия и определения механики роботов.	2	2	9			13
Тема 2. Степени подвижности промышленного робота. Манипуляционная система.	2	2	9			13
Тема 3. Кинематика роботов.	2	2	9			13
Тема 4. Динамика роботов.	2	2	9			13
Тема 5. Механика колесных роботов.	2	2	9			13
Тема 6. Механика летающих роботов.	2	2	9			13
Тема 7. Основные компоненты и виды приводов для манипуляторных систем.	2	2	9			13
Тема 8. Исполнительные механизмы различных приводов.	2	2	9			13
Зачет					4	4
итого за 6 семестр	16	16	72		4	108

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
6 семестр	
Тема 1. Основные понятия и определения механики роботов.	Понятие робота и его функциональное назначение. Классификация роботов. Структура и составные части робота. Механика как основа проектирования роботов. Задачи механики при разработке роботизированных систем. Основные термины и определения: степень свободы, траектория движения, кинематическая цепь, координаты.
Тема 2. Степени подвижности промышленного робота. Манипуляционная система.	Понятие степени свободы (DOF) и её значение для манипуляторов. Пространственные движения звеньев. Минимальное количество степеней свободы для выполнения задач в 3D пространстве. Виды манипуляционных систем. Связь между числом степеней свободы и возможностями позиционирования. Примеры конструкций манипуляторов с различным количеством DOF.
Тема 3. Кинематика роботов.	Прямая и обратная задачи кинематики. Системы координат в робототехнике. Метод Денавита–Хартенберга для описания кинематических цепей. Матрицы преобразования и однородные координаты. Примеры расчета положения и ориентации схвата. Особенности решения обратной задачи кинематики для многозвенных механизмов.
Тема 4. Динамика роботов.	Основные понятия динамики: масса, момент инерции, силы и моменты. Уравнения движения манипуляторов: методы Ньютона–Эйлера и Лагранжа. Влияние ускорений и скоростей на нагрузки в соединениях. Моделирование динамического поведения робота. Учет трения, гравитации и внешних воздействий. Применение динамических моделей в управлении движением.
Тема 5. Механика колесных роботов.	Типы колесных шасси: дифференциальное, Ackermann, Mecanum, Omni. Кинематические модели движения мобильных роботов. Связь между скоростью двигателей и движением робота. Планирование траекторий и навигация для колесных платформ. Применение колесных роботов в логистике, складской автоматизации, исследовании местности. Ограничения и особенности управления мобильными роботами.
Тема 6. Механика летающих роботов.	Общие принципы полета: подъемная сила, тяга, управление. Типы летающих роботов. Аэродинамические характеристики и их влияние на устойчивость. Кинематика и динамика движения дронов. Системы управления полетом: гироскопы, акселерометры, GPS. Применение летающих роботов.
Тема 7. Основные компоненты и виды приводов для манипуляторных систем.	Функции приводов в робототехнике: обеспечение движения и точного позиционирования. Типы приводов. Характеристики приводов. Конструктивные особенности сервоприводов и шаговых двигателей. Выбор привода в зависимости от требований к производительности и нагрузке. Современные тенденции в разработке приводных систем.

Тема 8. Исполнительные механизмы различных приводов.	Основные типы исполнительных механизмов: редукторы, передачи, рычаги, шарниры. Передаточные отношения и их влияние на усилие и скорость. Электромеханические передачи. Гидро- и пневмоцилиндры как элементы исполнительных механизмов. Применение линейных и вращательных механизмов в манипуляторах. Влияние конструкции исполнительных механизмов на точность и надежность робота.
--	--

Занятия семинарского типа (Практические занятия)

Общие рекомендации по подготовке к семинарским занятиям. При подготовке к работе во время проведения занятий семинарского типа следует обратить внимание на следующие моменты: на процесс предварительной подготовки, на работу во время занятия, обработку полученных результатов, исправление полученных замечаний. Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Работа во время проведения занятия семинарского типа включает несколько моментов: а) консультирование обучающихся преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложенных преподавателем задач, б) самостоятельное выполнение заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

Тема 1. Основные понятия и определения механики роботов.

1. Структура и классификация промышленных роботов.
2. Анализ функционального назначения основных узлов роботов.
3. Виды манипуляторов и их применение в промышленности.
4. Понятие рабочей зоны и ее геометрическое представление.

Тема 2. Степени подвижности промышленного робота. Манипуляционная система.

1. Определение числа степеней свободы манипулятора по формуле Сомова–Малышева.
2. Кинематические цепи: открытые и замкнутые, последовательные и параллельные.
3. Типовые схемы механизмов с 3–6 степенями свободы.
4. Исследование влияния структуры механизма на его подвижность и функциональные возможности.

Тема 3. Кинематика роботов.

1. Метод Денавита–Хартенберга: составление параметров звеньев.
2. Прямая кинематическая задача: вычисление положения и ориентации схвата.
3. Обратная кинематическая задача: аналитическое и численное решение.
4. Графическое моделирование траекторий движения манипулятора в программной среде (например, MATLAB, Python).

Тема 4. Динамика роботов.

1. Уравнения движения многозвенного манипулятора (метод Лагранжа).
2. Инерционные, кориолисовы и гравитационные силы в роботах.
3. Моделирование динамики двухзвенного манипулятора.
4. Оценка нагрузок на приводы при различных режимах движения.

Тема 5. Механика колесных роботов.

1. Кинематика дифференциального и карданного рулевого управления.
2. Траектории движения и ограничения подвижности колесных платформ.
3. Анализ проходимости и устойчивости мобильных роботов.

4. Расчёт скоростей и поворотливости робота в зависимости от конструкции шасси.

Тема 6. Механика летающих роботов.

1. Аэродинамические силы и моменты, действующие на БПЛА.
2. Кинематика полёта квадрокоптера: углы Эйлера, оси управления.
3. Динамика вертикального взлёта и посадки.
4. Управление углом атаки и курсом летательного аппарата.

Тема 7. Основные компоненты и виды приводов для манипуляторных систем.

1. Электрические приводы: двигатели постоянного и переменного тока.
2. Гидравлические и пневматические приводы: сравнительный анализ.
3. Выбор привода в зависимости от требований точности, скорости и грузоподъёмности.
4. Изучение редукторов и передаточных механизмов в приводах.

Тема 8. Исполнительные механизмы различных приводов.

1. Редукторы: типы, характеристики, расчёт передаточного отношения.
2. Типы передач в исполнительных механизмах: зубчатые, червячные, ременные и др.
3. Практический расчёт усилий и моментов на выходном валу.
4. Моделирование работы исполнительного механизма с учетом реальных нагрузок.

Раздел 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Наряду с чтением лекций и проведением семинарских занятий неотъемлемым элементом учебного процесса является *самостоятельная работа*. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для успешной подготовки и защиты выпускной работы бакалавра. Формы самостоятельной работы, обучаемых могут быть разнообразными. Самостоятельная работа включает: изучение литературы, веб-ресурсов, оценку, обсуждение и рецензирование публикуемых статей; ответы на контрольные вопросы; решение задач; самотестирование. Выполнение всех видов самостоятельной работы увязывается с изучением конкретных тем.

Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
6 семестр	
Тема 1. Основные понятия и определения механики роботов.	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;
Тема 2. Степени подвижности промышленного робота. Манипуляционная система.	- выполнение устных упражнений;
Тема 3. Кинематика роботов.	- выполнение письменных упражнений и практических работ;
Тема 4. Динамика роботов.	- выполнение творческих работ;
Тема 5. Механика колесных роботов.	- участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 6. Механика летающих роботов.	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;
Тема 7. Основные компоненты и виды приводов для манипуляторных систем.	- выполнение устных упражнений;
Тема 8. Исполнительные механизмы различных приводов.	- выполнение письменных упражнений и практических работ;
	- выполнение творческих работ;
	- участие в проведении научных экспериментов, исследований

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Роль механики в проектировании современных промышленных роботов.
2. Историческое развитие механики роботов: от первых манипуляторов до роботов нового поколения.
3. Значение кинематики и динамики в управлении движениями роботов.
4. Степени свободы как основной параметр подвижности робота.
5. Применение метода Денавита–Хартенберга в моделировании роботов.
6. Основные типы кинематических цепей в робототехнике.
7. Классификация манипуляционных систем по структурным признакам.
8. Особенности кинематики параллельных манипуляторов.
9. Обратная задача кинематики: сложность и пути её решения.
10. Современные подходы к численному решению обратной задачи кинематики.
11. Влияние геометрии звеньев на рабочую зону робота.
12. Учет ограничений при планировании траекторий робота.
13. Методы повышения точности позиционирования манипуляторов.
14. Устойчивость и управляемость роботов в реальных условиях эксплуатации.
15. Влияние динамических нагрузок на проектирование механизмов роботов.
16. Энергетические аспекты движения роботов.
17. Применение уравнений Лагранжа второго рода в моделировании динамики роботов.
18. Моделирование взаимодействия робота с внешней средой.
19. Проблемы динамического управления в многозвенных механизмах.
20. Роль инерционных и кориолисовых сил в динамике роботов.
21. Типовые конструкции колесных мобильных роботов.
22. Кинематические особенности дифференциального привода.
23. Планирование траекторий для мобильного робота.
24. Проблемы устойчивости и балансировки при движении по неровной поверхности.
25. Особенности механики летающих роботов (дронов).
26. Аэродинамическая эффективность конструкции квадрокоптера.
27. Динамика вертикального полёта и переходных режимов у БПЛА.
28. Управление ориентацией летающего робота: углы Эйлера и кватернионы.
29. Перспективы применения летающих роботов в гражданских и военных задачах.
30. Силовые приводы в робототехнике: сравнительный анализ электрических, гидравлических и пневматических систем.
31. Преимущества и недостатки электрических приводов в роботах.
32. Редукторы в исполнительных механизмах: влияние на точность и скорость.
33. Роль сервоприводов в современной робототехнике.
34. Выбор приводов в зависимости от условий эксплуатации робота.
35. Конструктивные особенности передач в исполнительных механизмах.
36. Анализ передаточных отношений в различных типах приводов.
37. Требования к надежности и долговечности механических компонентов роботов.
38. Влияние трения и люфтов на динамику и точность роботов.
39. Проблемы износа и их влияние на работоспособность механизмов.
40. Методы компенсации ошибок в кинематических цепях.
41. Современные программные средства для моделирования кинематики и динамики роботов.
42. Интеграция механики роботов с системами управления и сенсорами.
43. Будущее механики роботов: мягкие роботы и адаптивные системы.
44. Этические и социальные аспекты внедрения роботов в производство и быт.
45. Влияние развития искусственного интеллекта на механику автономных роботов.

¹ Перечень тем не является исчерпывающим. Обучающийся может выбрать иную тему по согласованию с преподавателем.

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
7 семестр	
Тема 1. Основные понятия и определения механики роботов.	1. Описать функциональное назначение основных узлов манипулятора. 2. Составить таблицу сравнения стационарных и мобильных роботов.
Тема 2. Степени подвижности промышленного робота. Манипуляционная система.	1. Рассчитать число степеней свободы заданного механизма по формуле Сомова–Малышева. 2. Построить кинематическую схему манипулятора с 3-мя степенями свободы.
Тема 3. Кинематика роботов.	1. Составить параметры Денавита–Хартенберга для заданного манипулятора. 2. Решить прямую задачу кинематики для двузвенного манипулятора.
Тема 4. Динамика роботов.	1. Вывести уравнения динамики для двузвенного манипулятора методом Лагранжа. 2. Рассчитать инерционные и кориолисовы силы в звеньях манипулятора.
Тема 5. Механика колесных роботов.	1. Рассчитать радиус поворота мобильного робота с дифференциальным приводом. 2. Построить траекторию движения робота при заданных скоростях колес.
Тема 6. Механика летающих роботов.	1. Рассчитать тягу двигателей квадрокоптера при заданной массе аппарата. 2. Определить углы Эйлера для заданной ориентации летающего робота.
Тема 7. Основные компоненты и виды приводов для манипуляторных систем.	1. Сравнить электрический, гидравлический и пневматический приводы по основным характеристикам. 2. Подобрать двигатель для заданного режима работы манипулятора.
Тема 8. Исполнительные механизмы различных приводов.	1. Рассчитать передаточное отношение зубчатой передачи в исполнительном механизме. 2. Определить максимальный момент на выходном валу при заданной мощности двигателя.

Раздел 6. Оценочные и методические материалы по образовательной программе (фонд оценочных средств) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Форма промежуточной аттестации обучающегося по учебной дисциплине

В процессе освоения учебной дисциплины для оценивания сформированности требуемых компетенций используются оценочные материалы (фонды оценочных средств), представленные в таблице

Планируемые результаты, характеризующие этапы формирования компетенции	Содержание учебного материала	Примеры контрольных вопросов и заданий для оценки знаний, умений, владений
ОПК-12. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию		

опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей		
ОПК-12.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-12.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-12.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины

6.2. Типовые вопросы и задания

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (к зачету)

1. Промышленный робот представляет собой автоматическую машину, обладающую манипуляционной системой.
2. Механика роботов изучает законы движения и взаимодействия элементов робототехнических систем.
3. Кинематика роботов описывает движение звеньев без учета сил, вызывающих это движение.
4. Динамика роботов учитывает массы, моменты инерции и действующие силы при движении механизма.
5. Рабочая зона робота — это пространство, в котором может перемещаться его схват.
6. Степени подвижности определяют количество независимых движений, которые может выполнять манипулятор.
7. Формула Сомова–Малышева используется для определения числа степеней свободы пространственной кинематической цепи.
8. Открытые кинематические цепи состоят из последовательно соединённых звеньев без замыкания.
9. Замкнутые кинематические цепи содержат хотя бы один замкнутый контур.
10. Метод Денавита–Хартенберга применяется для формализованного описания кинематики манипуляторов.
11. Обратная задача кинематики заключается в определении обобщённых координат по заданному положению схвата.
12. Прямая задача кинематики позволяет вычислить положение и ориентацию схвата по известным углам в шарнирах.
13. Траекторное управление обеспечивает движение рабочего органа по заданной траектории.
14. Уравнения Лагранжа второго рода применяются для вывода уравнений динамики роботов.
15. Кориолисовы силы возникают при движении одного звена относительно другого в работе.
16. Гравитационные силы учитываются при расчёте нагрузок на приводы манипулятора.
17. Колесные мобильные роботы используют колёса в качестве основного средства локомоции.
18. Дифференциальный привод позволяет управлять направлением движения за счёт разной скорости вращения колёс.
19. Планирование траекторий необходимо для обеспечения безопасного и эффективного движения робота.
20. Проходимость робота зависит от конструкции шасси и типа поверхности.
21. Летающие роботы используют аэродинамические силы для полёта.
22. Управление ориентацией летающего робота осуществляется через изменение скоростей двигателей.
23. Углы Эйлера используются для описания ориентации летательного аппарата в трёхмерном пространстве.
24. Вертикальный взлет и посадка являются типичными режимами работы квадрокоптеров.
25. Аэродинамическое сопротивление влияет на энергоэффективность полёта БПЛА.

26. Исполнительные механизмы обеспечивают преобразование энергии в механическое движение.
27. Приводы роботов бывают электрическими, гидравлическими и пневматическими.
28. Сервоприводы широко применяются в роботах благодаря высокой точности управления.
29. Выбор привода зависит от требуемых скорости, точности и грузоподъёмности.
30. Редукторы используются для увеличения крутящего момента и снижения скорости вала.
31. Зубчатые передачи применяются в исполнительных механизмах для передачи вращательного движения.
32. Червячные передачи обеспечивают высокое передаточное отношение и самоторможение.
33. Люфты в передачах ухудшают точность позиционирования робота.
34. Износ деталей механизмов влияет на долговечность и надежность робота.
35. Компенсация ошибок необходима для повышения точности работы манипуляторов.
36. Современные программные пакеты позволяют моделировать кинематику и динамику роботов.
37. MATLAB и Simulink часто используются для моделирования роботизированных систем.
38. ROS (Robot Operating System) предоставляет инструменты для разработки и управления роботами.
39. Мягкие роботы используют гибкие материалы и деформируемые структуры.
40. Интеграция механики с электроникой и программным обеспечением является ключевой в робототехнике.
41. Автономные роботы используют алгоритмы искусственного интеллекта для принятия решений.
42. Роботы находят применение в промышленности, медицине, сельском хозяйстве и других областях.
43. Этические проблемы связаны с внедрением роботов в сферы занятости человека.
44. Перспективы развития механики роботов включают создание более легких и эффективных механизмов.
45. Умные материалы и адаптивные системы будут играть важную роль в будущем робототехники.

6.3. Примерные тестовые задания

Полный банк тестовых заданий для проведения компьютерного тестирования находятся в электронной информационной образовательной среде и включает более 60 заданий, из которых в случайном порядке формируется тест, состоящий из 20 заданий.

Компетенции	Типовые вопросы и задания
ОПК-12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что определяет рабочая зона манипулятора? <ol style="list-style-type: none"> а) Количество приводов б) Объем пространства, доступный для схвата в) Вид используемого привода г) Скорость движения звеньев 2. Какое уравнение используется для расчёта динамики манипулятора? <ol style="list-style-type: none"> а) Уравнения Ньютона б) Уравнения Лагранжа второго рода в) Уравнения состояния г) Уравнения Бернулли 3. Какой метод применяется для описания кинематики манипуляторов? <ol style="list-style-type: none"> а) Метод Гаусса б) Метод Денавита–Хартенберга в) Метод Эйлера г) Метод Рунге–Кутты 4. Что такое степень подвижности механизма? <ol style="list-style-type: none"> а) Число звеньев в механизме

- б) Число независимых обобщённых координат
 в) Число шарниров
 г) Число замкнутых контуров
5. Какой тип привода обеспечивает высокую точность позиционирования?
 а) Гидравлический
 б) Пневматический
 в) Электрический
 г) Тепловой
6. Какой тип кинематической цепи имеет замкнутый контур?
 а) Открытая
 б) Параллельная
 в) Последовательная
 г) Пространственная
7. Какие силы учитываются при решении задач динамики роботов?
 а) Только гравитационные
 б) Только инерционные
 в) Инерционные, кориолисовы, центробежные и гравитационные
 г) Только трение
8. Какой параметр определяет максимальное усилие на выходном валу привода?
 а) Скорость вращения
 б) Крутящий момент
 в) Напряжение питания
 г) Передаточное отношение редуктора
9. Что такое обратная задача кинематики?
 а) Определение положения схвата по углам в шарнирах
 б) Определение траектории по скорости
 в) Определение углов в шарнирах по заданному положению схвата
 г) Определение массы объекта захвата
10. Какой тип передачи позволяет получить самоторможение?
 а) Цилиндрическая зубчатая
 б) Червячная
 в) Ременная
 г) Цепная
11. Какой параметр влияет на проходимость мобильного робота?
 а) Масса робота
 б) Диаметр колес
 в) Цвет корпуса
 г) Тип процессора
12. Что описывает ориентация летающего робота в пространстве?
 а) Углы Эйлера
 б) Скорость полёта
 в) Высота
 г) Температура окружающей среды
13. Какой тип управления обеспечивает движение по заданной траектории?
 а) Позиционное
 б) Траекторное
 в) Адаптивное
 г) Программное
14. Что является основным недостатком пневматических приводов?
 а) Высокая точность

	б) Низкая скорость в) Сжимаемость рабочей среды г) Большие габариты 15. Какой механизм позволяет изменять передаточное отношение в процессе работы? а) Муфта б) Вариатор в) Редуктор г) Шестерня
--	---

6.4. Оценочные шкалы

6.4.1. Оценивание текущего контроля

Целью проведения текущего контроля является достижение уровня результатов обучения в соответствии с индикаторами компетенций.

Текущий контроль может представлять собой письменные индивидуальные задания состоящие из 3-5 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 3 недели до промежуточной аттестации.

Шкала оценивания при тестировании

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-70%

Шкала оценивания при письменной работе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу

6.4.2. Оценивание самостоятельной письменной работы (контрольной работы, эссе)

При оценке учитывается:

1. Правильность оформления
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Полнота изложения материала (раскрытие всех вопросов)
7. Использование необходимых источников.
8. Умение связать теорию с практикой.

9. Умение делать обобщения, выводы.

Шкала оценивания контрольной работы и эссе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу

6.4.3. Оценивание ответов на вопросы и выполнения заданий промежуточной аттестации

При оценке знаний учитывается уровень сформированности компетенций:

1. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

Шкала оценивания на экзамене, зачете с оценкой

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Обучающийся должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо	Обучающийся должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно	Обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;

	<ul style="list-style-type: none"> - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Шкала оценивания на зачете

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

6.4.4. Тестирование

Шкала оценивания

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Хорошо	Количество верных ответов в интервале: 56-70%
Удовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 41-55%
Неудовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 0-40%
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 41-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-40%

6.5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания сформированных компетенций в соответствии с ООП

Качество знаний характеризуется способностью обучающегося точно, структурированно и уместно воспроизводить информацию, полученную в процессе освоения дисциплины, в том виде, в котором она была изложена в учебном издании или преподавателем.

Умения, как правило, формируются на занятиях семинарского типа. Задания, направленные на оценку умений, в значительной степени требуют от обучающегося проявления стереотипности мышления, т.е. способности выполнить работу по образцам, с которыми он работал в процессе обучения. Преподаватель же оценивает своевременность и правильность выполнения задания.

Навыки можно трактовать как автоматизированные умения, развитые и закрепленные осознанным самостоятельным трудом. Навыки формируются при самостоятельном выполнении обучающимися практико-ориентированных заданий, моделирующих решение им производственных и социокультурных задач в соответствующей области профессиональной деятельности, как правило, при выполнении домашних заданий, курсовых проектов (работ), научно-исследовательских работ, прохождении практик, при работе индивидуально или в составе группы и т.д.

Устный опрос – это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой обучающихся (фронтальный опрос) или с отдельными обучающимися (индивидуальный опрос) с целью оценки сформированности у них основных понятий и усвоения учебного материала. Устный опрос может использоваться как вид контроля и метод оценивания формируемых компетенций (как и качества их формирования) в рамках самых разных форм контроля, таких как: собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен по дисциплине. Устный опрос (УО) позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: профессионально-этический и нравственный аспекты, дидактический (систематизация материала при ответе, лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный (радость от успешного прохождения собеседования) и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену. УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованные собеседование, коллоквиум, зачёт и экзамен могут стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

Тесты являются простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест может предоставлять возможность выбора из перечня ответов (один или несколько правильных ответов).

Семинарские занятия. Основное назначение семинарских занятий по дисциплине – обеспечить глубокое усвоение обучающимися материалов лекций, прививать навыки самостоятельной работы с литературой, воспитывать умение находить оптимальные решения в условиях изменяющихся отношений, формировать современное профессиональное мышление обучающихся. На семинарских занятиях преподаватель проверяет выполнение самостоятельных заданий и качество усвоения знаний, умений, определяет уровень сформированности компетенций.

Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения производительности труда студентов. На коллоквиумах обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса, обычно не включаемые в тематику семинарских и других практических учебных занятий, а также рефераты, проекты и иные работы обучающихся.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Профессионально-ориентированное эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной профессионально-ориентированной проблеме.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Ситуационный анализ (кейс) – это комплексный анализ ситуации, имевший место в реальной практике профессиональной деятельности специалистов. Комплексный анализ включает в себя следующие составляющие: причинно-следственный анализ (установление причин, которые привели к возникновению данной ситуации, и следствий ее развертывания), системный анализ (определение сущностных предметно-содержательных характеристик, структуры ситуации, ее функций и др.), ценностно-мотивационный анализ (построение системы оценок ситуации, ее составляющих, выявление мотивов, установок, позиций действующих лиц); прогностический анализ (разработка перспектив развития событий по позитивному и негативному сценарию), рекомендательный анализ (выработка рекомендаций относительно поведения действующих лиц ситуации), программно-целевой анализ (разработка программ деятельности для разрешения данной ситуации).

Творческое задание – это частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных научных областей, аргументировать собственную точку зрения, доказывать правильность своей позиции. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Деловая и/или ролевая игра – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

«Круглый стол», дискуссия – интерактивные оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Занятие может проводить по традиционной (контактной) технологии, либо с использованием телекоммуникационных технологий.

Проект – конечный профессионально-ориентированный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Раздел 7. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, семинаров и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университета. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

При подготовке к аудиторным занятиям необходимо помнить особенности каждой формы его проведения.

Подготовка к учебному занятию лекционного типа. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку: знакомит с новым учебным материалом; разъясняет учебные элементы, трудные для понимания; систематизирует учебный материал; ориентирует в учебном процессе.

С этой целью: внимательно прочитайте материал предыдущей лекции; ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям с темой прочитанной лекции; внесите дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради; запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции по материалу изученной лекции; постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей подготовке; узнайте тему предстоящей

лекции (по тематическому плану, по информации лектора) и запишите информацию, которой вы владеете по данному вопросу

Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Самостоятельная работа. Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности используйте наглядное представление материала.

Подготовка к зачету, экзамену. К зачету, экзамену необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить учебную дисциплину в период зачетно-экзаменационной сессии, как правило, приносят не слишком удовлетворительные результаты. При подготовке к зачету обратите внимание на защиту практических заданий на основе теоретического материала. При подготовке к экзамену по теоретической части выделите в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), приведите примеры, иллюстрирующие теоретические положения.

7.1. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе (от французского *essai* – опыт, набросок) – жанр научно-публицистической литературы, сочетающей подчеркнуто-индивидуальную позицию автора по конкретной проблеме.

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

- собственная позиция обязательно должна быть аргументирована и подкреплена ссылками на источники, авторитетные точки зрения и базироваться на фундаментальной науке. Небольшой объем (4–6 страниц), с оформленным списком литературы и сносками на ее использование;
- стиль изложения – научно-исследовательский, требующий четкой, последовательной и логичной системы доказательств; может отличаться образностью, оригинальностью, афористичностью, свободным лексическим составом языка;
- исследование ограничивается четкой, лаконичной проблемой с выявлением противоречий и разрешением этих противоречий в данной работе.

7.2. Методические рекомендации по использованию кейсов

Кейс-метод (Case study) – метод анализа реальной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Кейс как метод оценки компетенций должен удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь междисциплинарный характер;
- иметь достаточный объем первичных и статистических данных;
- иметь соответствующий уровень сложности, иллюстрировать типичные ситуации, иметь актуальную проблему, позволяющую применить разнообразные методы анализа при поиске решения, иметь несколько решений.

Кейс-метод оказывает содействие развитию умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации. Он развивает такие квалификационные характеристики, как способность к проведению анализа и диагностики проблем, умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение общаться, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, которая поступает в вербальной и невербальной форме.

7.3. Требования к компетентностно-ориентированным заданиям для демонстрации выполнения профессиональных задач

Компетентностно-ориентированное задание – это всегда практическое задание,

выполнение которого нацелено на демонстрацию доказательств наличия у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, знаний, умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированные задания бывают разных видов:

- направленные на подготовку конкретного практико-ориентированного продукта (анализ документов, текстов, критика, разработка схем и др.);
- аналитического и диагностического характера, направленные на анализ различных аспектов и проблем;
- связанные с выполнением основных профессиональных функций (выполнение конкретных действий в рамках вида профессиональной деятельности, например, формулирование целей миссии, и т. п.).

Раздел 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература²

1. Муконин, А. К. Основы теории электроприводов: учебное пособие / А. К. Муконин, А. В. Романов, В. А. Трубецкой. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 170 с. — ISBN 978-5-4497-1136-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108321.html>

2. Таугер В.М. Детали мехатронных модулей: учебное пособие / Таугер В.М. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 123 с. — ISBN 978-5-4497-1842-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125343.html>

Дополнительная литература³

Пахомова, Л. В. Промышленные роботы и робототехнические системы: учебное пособие / Л. В. Пахомова. — Новосибирск: Сибирский государственный университет водного транспорта, 2022. — 78 с. — ISBN 978-5-8119-0933-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/148824.html>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: интернет-ресурсы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

Интернет-ресурсы

URL: <https://www.IPRsmarthop.ru/> – электронно-библиотечная система IPRsmart.

Информационно-справочные и поисковые системы

Справочная правовая система «КонсультантПлюс»: <http://www.con-sultant.ru>

Современные профессиональные базы данных

URL:<http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование»

URL:<http://www.prlib.ru> – Президентская библиотека

URL:<http://www.rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека

URL:<http://elibrary.rsl.ru/> – сайт Российской государственной библиотеки (раздел «Электронная библиотека»)

URL:<http://elib.gnpbu.ru/> – сайт Научной педагогической электронной библиотеки им. К.Д. Ушинского

Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Комплект лицензионного программного обеспечения

Операционная система "Атлант" - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)

Антивирусное программное обеспечение ESET NOD32 Antivirus Business Edition договор

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

№ ИС00-006348 от 14.10.2022 г. (срок действия до 13.10.2025 г.)

Программное обеспечение «Мираполис» система вебинаров - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, от 27.06.2024 г., срок действия с 01.07.2024 по 31.07.2025 г.)

Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)

Система тестирования Indigo лицензионное соглашение (Договор) от 07.11.2018 г. №Д-54792 (бессрочно)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)

Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.)

Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2025 от 28.01.2025 г. (срок действия до 27.01.2026 г.)

Программное обеспечение отечественного производства:

Операционная система "Атлант" - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)

Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)

Система тестирования Indigo лицензионное соглашение (Договор) от 07.11.2018 г. №Д-54792 (бессрочно)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)

Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.)

Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2025 от 28.01.2025 г. (срок действия до 27.01.2026 г.)

Электронно-библиотечная система:

Электронная библиотечная система (ЭБС): <http://www.iprbookshop.ru/>

Раздел 9. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<u>Оборудование:</u> специализированная мебель (мебель аудиторная (11 столов, 22 стула, доска аудиторная), стол преподавателя, стул преподавателя). <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер - 11; мультимедийное оборудование (проектор, экран). Программное обеспечение: Электро-механический программируемый конструктор Ларт; набор OMEGABOT с захватной системой; робототехническая платформа OMEGABOT
Помещение для самостоятельной работы	Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета