

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Страхов С. Ю.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА РОБОТОВ

Направление/специальность подготовки	15.03.06 Мехатроника и робототехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Мехатроника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА _____
Жуков Юрий Александрович, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА РОБОТОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

на уровне представлений: область и границы применимости основных абстракций теоретической механики в робототехнике и мехатронике;

на уровне воспроизведения: кинематика, кинестатика и динамика манипулятора;

на уровне понимания: методы детального анализа кинематики и динамики манипулятора;;

умения:

теоретические - умение определять кинематические схемы роботов, определять прямые и обратные задачи кинематики на основе матриц преобразования в однородных координатах, умение соединять формализм Лагранжа с матричной кинематикой при анализе динамики манипулятора;

практические - умения определять кинематические соотношения на основе представления Денавита-Хартенберга, матриц преобразования в однородных координатах, решать прямую и обратную задачи кинематики манипулятора, планировать траекторию схвата, умение формировать матрицу Якоби манипулятора, умение создавать матрицу инерции звена манипулятора, формировать уравнения движения манипулятора в форме матричного уравнения Лагранжа;;

навыки:

навык применения пакетов математического моделирования для анализа кинематики и динамики манипулятора;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА РОБОТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.06 Мехатроника и робототехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-11 — Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1
4	7	Раздел 1. Кинематика манипулятора. 1.1 Кинематические схемы роботов, классификация, особенности 1.2 Кинематика робота: основные понятия, определения, задачи кинематики 1.3 Базовая система координат и система, скрепленная с объектом манипулирования. Преобразование координат 1.4 Ортогональные матрицы. Ортогональные преобразования и движения 1.5 Матрицы элементарных поворотов. Матрица композиции поворотов 1.6 Однородные координаты и матрицы преобразования 1.7 Системы координат Денавита-Хартенберга 1.8 Прямая задача кинематики манипулятора 1.9 Обратная задача кинематики манипулятора.	48	24	8	16	24	45
4	7	Раздел 2. Планирование траекторий манипулятора. 2.1. Постановка задачи планирование траектории. 2.2. Сглаживание траекторий в пространстве обобщенных координат. 2.3. Методы планирования траекторий в декартовых координатах.	26	10	4	6	16	20
4	7	Раздел 3. Кинетостатика и динамика манипулятора. 3.1. Кинетостатика манипулятора. 3.2. Основные динамические характеристики звена манипулятора как твердого тела. 3.3. Кинетическая и потенциальная энергии манипулятора. 3.4. Функция Лагранжа манипулятора и уравнения движения манипулятора. 3.5. Уравнение динамики Ньютона-Эйлера.	34	17	5	12	17	35
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Кинематика манипулятора.	Решение прямой задачи кинематики шестизвального манипуляционного робота в среде математического моделирования	4
2		Решение обратной задачи кинематики шестизвального манипуляционного робота в среде математического моделирования	4
3		Создание матриц поворота. Создание матриц преобразования в однородных координатах	2
4		Формирование систем координат шестизвального манипуляционного робота	2
5		Применение представления Денавита-Хартенберга для формирования систем координат шестизвального манипуляционного робота	4
6	Раздел 2. Планирование траекторий манипулятора.	Планирование траекторий шестизвального манипуляционного робота в пространстве обобщенных координат	2
7		Планирование траекторий шестизвального манипуляционного робота в пространстве абсолютных декартовых координат	2
8		Решение задачи планирования траекторий в среде математического моделирования	2
9	Раздел 3. Кинетостатика и динамика манипулятора.	Решение задач кинетостатики шестизвального робота в среде математического моделирования	2
10		Разработка модели динамики средствами инструментального пакета SymMechanics MATLAB	2
11		Решение задач кинематики и динамики шестизвального робота средствами инструментального пакета SymMechanics MATLAB	2
12		Разработка модели динамики манипуляционного робота на основе уравнения Лагранжа в среде математического моделирования	2
13		Разработка модели динамики манипуляционного робота на основе уравнения Ньютона-Эйлера в среде математического моделирования	2
14		Решение прямой и обратной задач динамики в среде математического моделирования	2
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой	24

	Кинематика манипулятора.	литературе. Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение 1-го домашнего задания.	
2	Раздел 2. Планирование траекторий манипулятора.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение 2-го домашнего задания	16
3	Раздел 3. Кинестатика и динамика манипулятора.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение 3-го и 4-ого домашнего задания. Подготовка к дифференцированному зачету	17
Всего за 7 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7					ДЗ	ДР	ВРЗД		ДЗ	ДР		ВРЗД		ДЗ	ДЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы по разделу.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Лесков, К. В. Бажинова, Е. В. Селиверстова. Кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, эл. рес.
2. А. П. Лукинов. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. СПб.: Лань, 2022, эл. рес.
3. А. П. Лукинов. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. СПб.: Лань, 2018, 10 экз.
4. Е. И. Юревич. Основы робототехники. СПб.: БХВ-Петербург, 2007, 41 экз.
5. Л. А. Борисенко. Теория механизмов, машин и манипуляторов. Минск: Новое знание, 2011, 5 экз.
6. С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. Основы управления манипуляционными роботами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004, эл. рес.
7. С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. Основы управления манипуляционными роботами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004, 43 экз.
8. Ю. В. Подураев. Мехатроника: основы, методы, применение. Москва: Машиностроение, 2007, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Информационно-измерительные и управляющие системы;
2. Проблемы машиностроения и автоматизации.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — библиотека БГТУ "ВОЕНМЕХ"; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
3. Matlab 2015a SP1.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МЕХАНИКА РОБОТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.06 Мехатроника и робототехника*. Дисциплина реализуется на факультете ИИ Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением кинематики и динамики манипулятора, задач планирования траекторий манипулятора и моделированием динамики робота.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы по разделу.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Кинематика манипулятора.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение 1-го домашнего задания.	Ю. В. Подураев. . Мехатроника: основы, методы, применение: Москва: Машиностроение, 2007 (1) А. П. Лукинов. . Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: СПб.: Лань, 2022 (5,6) Е. И. Юревич. . Основы робототехники: СПб.: БХВ-Петербург, 2007 (5) С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. . Основы управления манипуляционными роботами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 (1,2,3,4) А. П. Лукинов. . Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: СПб.: Лань, 2018 (5,6) Л. А. Борисенко. . Теория механизмов, машин и манипуляторов: Минск: Новое знание, 2011 (2)	24
Итого по разделу 1		24
Раздел 2. Планирование траекторий манипулятора.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение 2-го домашнего задания	С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. . Основы управления манипуляционными роботами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 (4) А. Г. Лесков, К. В. Бажинова, Е. В. Селиверстова. Кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов : М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (1,2,3,4)	16
Итого по разделу 2		16
Раздел 3. Кинестатика и динамика манипулятора.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение 3-го и 4-ого домашнего задания. Подготовка к дифференцированному зачету	С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. . Основы управления манипуляционными роботами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 (5,6) А. Г. Лесков, К. В. Бажинова, Е. В. Селиверстова. Кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов : М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (8,9)	17
Итого по разделу 3		17

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы по разделу

Перечень вопросов по разделам приведён в УМК дисциплины

Домашнее задание

Предлагаются 4 домашних задания по тематикам:

1. Решение прямой задачи кинематики шестизвенного робота
2. Решение обратной задачи кинематики шестизвенного робота и планирование траектории
3. Решение задач кинематики и динамики шестизвенного робота средствами пакета SimMechanics
4. Решение задач динамики робота на основе матричного уравнения Лагранжа

Домашние задания выполняются по индивидуальным вариантам, представляются ответы в форме отчетов о ходе решения задач. Отчеты должны содержать титульный лист, содержание, ход работы, заключение. Оформление таблиц, иллюстраций, формул должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017.

Индивидуальные задания по вариантам и примеры отчетов приведены в УМК дисциплины.

Процедура приема домашних заданий включает проверку разработанных программ (моделей) в среде математического моделирования, демонстрацию функционирования программных модулей. Устных ответов на вопросы преподавателя.

Полное безошибочное решение домашнего задания оценивается на итоговую оценку 5 ("отлично"). При несоответствии требованиям к оформлению отчета итоговая оценка снижается на 1.0 балла. При неполных или неверных ответах на вопросы итоговая оценка снижается на 1.0-2.0 балла

Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов по разделам приведён в УМК дисциплины

Дифференцированный зачет

Оценка дифференцированного зачёта может быть поставлена с учётом всех оценок семестра – «отлично», если средний балл не менее 4,5, «хорошо», если средний балл не менее 3,5 и «удовлетворительно» в остальных случаях.

При сдаче зачёта оценка («хорошо» или «удовлетворительно») может быть повышена на балл при правильных ответах на все вопросы преподавателя

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	
4	7	Раздел 1. Кинематика манипулятора.	48	24	8	16	24	45	Вопросы по разделу, Домашнее задание
4	7	Раздел 2. Планирование траекторий манипулятора.	26	10	4	6	16	20	Домашнее задание, Вопросы по разделу
4	7	Раздел 3. Кинестатика и динамика манипулятора.	34	17	5	12	17	35	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

Критерии оценивания

ОПК-1

Вопросы открытого типа:

№ 1 Отметьте базовые задачи, решаемые в рамках "Механики роботов" ...

- Кинематика роботов
- Кинетостатика роботов
- Динамика роботов
- Управление роботами
- Конструирование роботов
- Разработка приводов роботов

№ 2 При решении прямой задачи кинематики робота исходными данными являются ...

- Значения обобщенных скоростей
- Геометрические параметры звеньев
- Ориентация последнего звена - схвата (инструмента)
- Кинематическая схема робота
- Значения обобщенных координат звеньев
- Положение последнего звена - схвата (инструмента)

№ 3 При решении прямой задачи кинематики робота вычисляются ...

- Значения обобщенных координат звеньев
- Значения обобщенных скоростей
- Массоинерционные параметры звеньев
- Ориентация последнего звена - схвата (инструмента)
- Положение последнего звена - схвата (инструмента)

№ 4 При решении обратной задачи кинематики робота исходными данными являются ...

- Кинематическая схема робота
- Скорость последнего звена - схвата (инструмента)
- Положение последнего звена - схвата (инструмента)
- Ориентация последнего звена - схвата (инструмента)
- Значения обобщенных координат звеньев
- Массоинерционные параметры звеньев

№ 5 При решении обратной задачи кинематики робота вычисляются ...

- Значения обобщенных координат звеньев
- Положение последнего звена - схвата (инструмента)
- Ориентация последнего звена - схвата (инструмента)
- Геометрические параметры звеньев

№ 6 При решении обратной задачи динамики робота исходными данными являются ...

- Значения сигналов управления системой приводов робота
- Значения обобщенных ускорений звеньев
- Значения обобщенных сил
- Значения деформаций силового каркаса робота
- Значения обобщенных координат звеньев
- Значения обобщенных скоростей звеньев

№ 7 При решении прямой задачи динамики робота исходными данными являются ...

- Значения обобщенных скоростей звеньев
- Значения обобщенных сил
- Значения обобщенных координат звеньев
- Параметры звеньев манипулятора
- Значения обобщенных ускорений звеньев

№ 8 При решении обратной задачи динамики робота определяются ...

- Значения обобщенных ускорений звеньев
- Значения обобщенных сил
- Значения сил, действующих на схват
- Значения обобщенных координат звеньев
- Значения обобщенных скоростей звеньев

№ 9 При решении прямой задачи динамики робота вычисляются ...

- Значения обобщенных сил
- Значения обобщенных ускорений звеньев
- Параметры звеньев манипулятора
- Значения обобщенных скоростей звеньев
- Значения сил, действующих на схват манипулятора
- Значения обобщенных координат звеньев

№ 10 Какое произведение матриц простых абсолютных поворотов соответствует третьей (гироскопической) схеме углов Эйлера (φ, θ, ψ)

$$R_{z,\varphi} \cdot R_{y,\theta} \cdot R_{x,\psi}$$

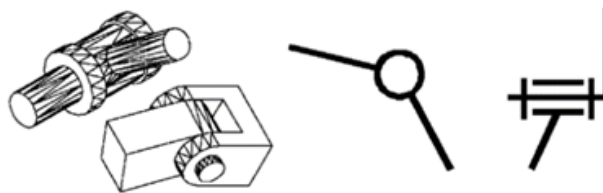
$$R_{x,\varphi} \cdot R_{y,\theta} \cdot R_{z,\psi}$$

$$R_{z,\varphi} \cdot R_{x,\theta} \cdot R_{z,\psi}$$

$$R_{z,\varphi} \cdot R_{y,\theta} \cdot R_{z,\psi}$$

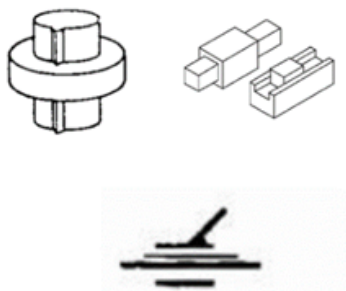
Вопросы закрытого типа:

№ 1 К какому классу относится шарнир, показанный на рисунке ...



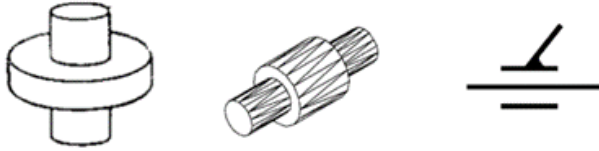
Класс=

№ 2 К какому классу относится шарнир, показанный на рисунке ...



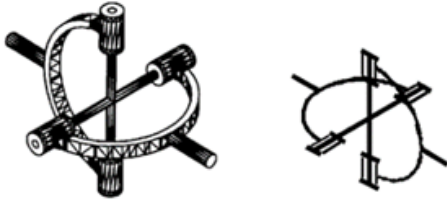
Класс=

№ 3 К какому классу относится шарнир, показанный на рисунке ...



Класс=...

№ 4 К какому классу относится шарнир, показанный на рисунке ...



Класс=...

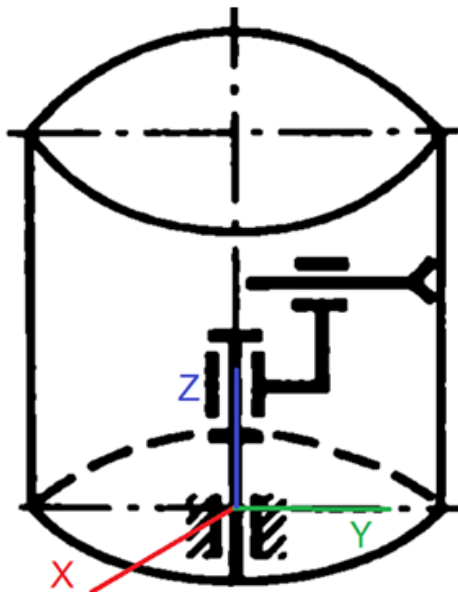
№ 5 К какому классу относится шарнир, показанный на рисунке ...



Класс=...

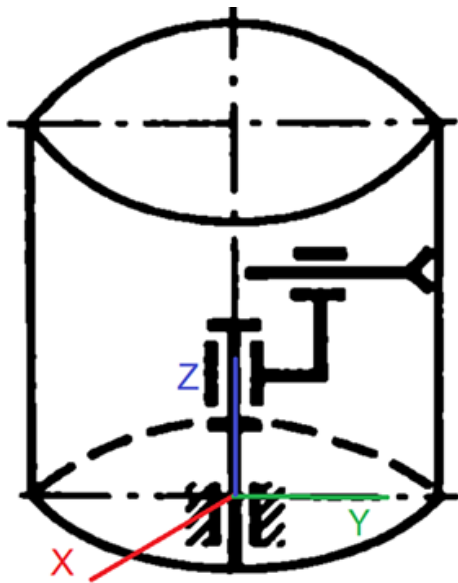
№ 6 Задана кинематическая схема трехзвенного робота (поступательное-вращательное-поступательное сочленения). Длины всех элементов звеньев (в том числе плечи Г-образных) равны 1 м (в начальном положении 1 и 3 звено выдвинуты на длину звена).

Вектор обобщенных координат $q = \text{col}([q_1, q_2, q_3]) = \text{col}([-0.5, \pi/3, -0.5])$ (col - обозначение вектора-столбца) . Чему равна в базовой системе координата схвата $Y = \dots$



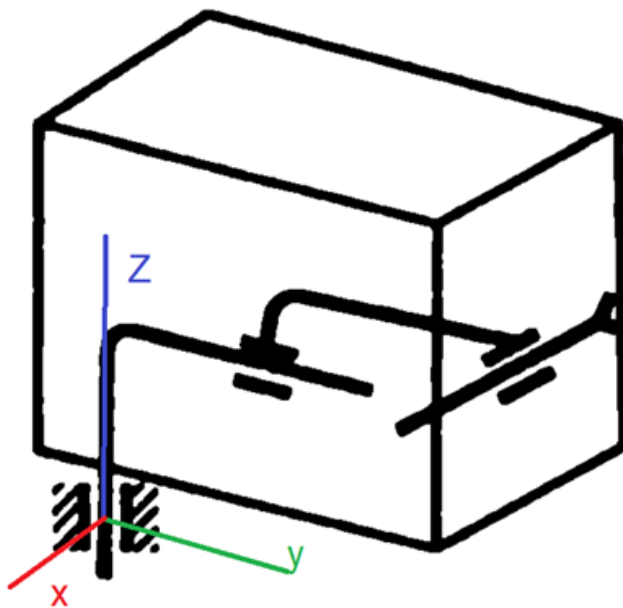
№ 7 Задана кинематическая схема трехзвенного робота (поступательное-вращательное-поступательное сочленения). Длины всех элементов звеньев (в том числе плечи Г-образных) равны 1 м (в начальном положении 1 и 3 звено выдвинуты на длину звена).

Вектор обобщенных координат $q = \text{col}([q_1, q_2, q_3]) = \text{col}([-0.5, \pi/6, -0.5])$ (col - обозначение вектора-столбца). Ось Z базовой системы координат направлена вверх. Чему равна в базовой системе координата схвата $X = \dots$



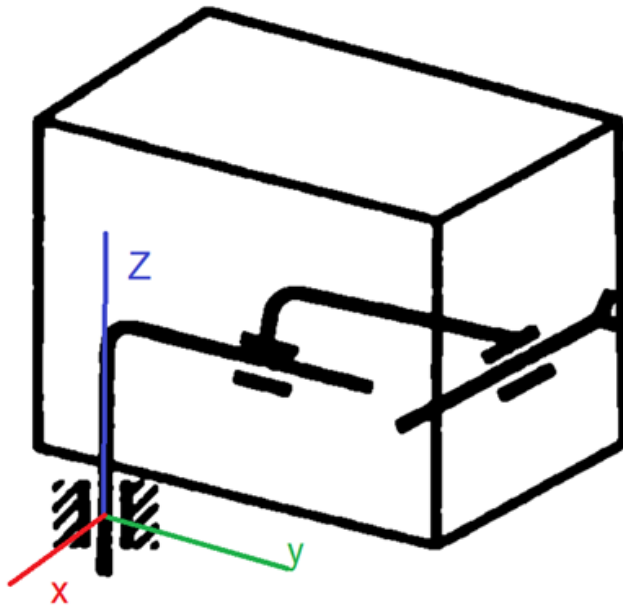
№ 8 Задана кинематическая схема трехзвенного робота (поступательное-поступательно-поступательное сочленения). Длины всех элементов звеньев (в том числе плечи Г-образных) равны 1 м (в начальном положении звенья выдвинуты на длину звена).

Вектор обобщенных координат $q = \text{col}([q_1, q_2, q_3]) = \text{col}([-0.4, -0.2, -0.8])$ (col - обозначение вектора-столбца). Чему равно расстояние от начала базовой системы координат до схвата $L = \dots$ с точностью до 1 знака после запятой



№ 9 Задана кинематическая схема трехзвенного робота (поступательное-поступательно-поступательное сочленения). Длины всех элементов звеньев (в том числе плечи Г-образных) равны 1 м (в начальном положении звенья выдвинуты на длину звена).

Вектор обобщенных координат $q = \text{col}([q_1, q_2, q_3]) = \text{col}([-0.1, -0.9, -0.2])$ (col - обозначение вектора-столбца). Чему равно расстояние от начала базовой системы координат до схвата $L = \dots$ с точностью до 1 знака после запятой



№ 10 Заданы составляющие матричного уравнения Лагранжа робота

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -0.5 & 2 \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} -2 \\ -2 \end{bmatrix}, G = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \end{bmatrix}, \tau = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Внешних возмущающих сил нет. Найти ускорение во 2 звене.

$$\ddot{q}_2 = \dots$$