

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Яцун Сергей Федорович  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 30.09.2024 17:28:55  
Уникальный программный ключ:  
3e7165623462b654f8168ff31eb0227f63cc84fe

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

Утверждаю:

Зав. кафедрой ММиР

 С.Ф. Яцун

« 30 » 08 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Учебно-исследовательская работа

(наименование дисциплины)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование ОПОП ВО)

Сервисная робототехника

(направленность (профиль) программы)

Курс – 2024

# **1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

## **1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОГО (УСТНОГО) ОПРОСА**

### **Вопросы по разделу (теме) 1 «Современное состояние и перспективы развития мехатронных систем»:**

- 1 Основные понятия и определения мехатроники и робототехники
2. Области применения и классификация мехатронных систем.
3. Структура традиционной мехатронной системы.
4. Мехатронные модули движения (ММД). Этапы развития.
5. Понятие о детерминированных и недетерминированных средах.
6. Иерархия управления в мехатронных системах.
7. Интеллектуальная система управления мехатронным комплексом.
8. Назовите основные составные части мехатронной системы?
9. Основные преимущества мехатронных систем по сравнению с традиционными средствами автоматизации?
10. Основные области применения мехатронных систем?
11. Факторы развития и распространения мехатронных систем?
12. Тенденции изменения и ключевые требования мирового рынка?
13. Каков основной классификационный признак в мехатронике? В чем он заключается?
14. Поколения мехатронных модулей? Их отличия друг от друга?
15. Понятие мехатронного комплекса? Цель его создания?
16. Назначение электромеханической, электронной и компьютерной составных частей мехатронной системы?
17. Задача мехатронной системы?
18. Требования к предприятиям для интеграции в их производство мехатронных систем?
19. Приводы мехатронных систем. Оценка экономической целесообразности применения.
20. Мехатронные модули движения. Моторы-редукторы.
21. Устройство компьютерного управления (УКУ). Назначение и основные функции.
22. Мехатронные модули вращательного движения на базе высокомоментных двигателей.
23. Мехатронные модули линейного движения.
24. Мехатронные модули типа «двигатель - рабочий орган».
25. Интеллектуальные мехатронные модули.
26. Современные мехатронные системы, их структура.

27. Мехатроника в системах безопасности.
28. Бытовые мехатронные системы.
29. Медицинские приложения мехатроники.
30. Мехатроника в авиации.
31. Мехатроника в сельском хозяйстве.
32. Мехатроника в перерабатывающей промышленности.
33. Мехатроника в системах управления движением транспорта
34. Микро- и наноробототехника
35. Современные и перспективные материалы в робототехнике

**Вопросы по разделу (теме) 2 «Моделирование мехатронных систем»:**

1. Кинетическая энергия МС.
2. Потенциальная энергия МСа.
3. Обобщенные силы.
4. Уравнения Лагранжа II рода в матричной форме.
5. Вывод уравнений движения на основе метода Эйлера-Лагранжа.
6. Алгоритмы решения задач динамики манипуляторов с помощью уравнений Лагранжа II рода.
7. Определение реакций в кинематических парах.
8. Уравнения Лагранжа I рода.
9. Дополнительные факторы, влияющие на динамику МС.
10. Принцип Гаусса в динамике манипуляторов.
11. Исследование динамики манипуляционных систем с последовательной кинематикой на основе уравнений Лагранжа 2-го рода
12. Постановка задачи динамического синтеза и анализа манипуляционных систем
13. Динамический синтез и анализ манипулятора
14. Построение уравнений движения манипулятора по дифференциальной и по голономной программе.
15. Определение управляющих сил при позиционировании промышленного робота.
16. Определение управляющих сил при выводе схвата манипулятора в заданную точку пространства с заданной скоростью.
17. Обратные задачи динамики манипуляторов, выполняющих обработку поверхностей.
18. Построение алгоритма управления движением манипулятора.
19. Линейная параметризация уравнений движения.
20. Базовые параметры.

21. Идентификационная динамическая модель.
22. Оптимизация калибровочных траекторий.
23. Обработка экспериментальных данных.
24. Вычисление обобщенных скоростей и ускорений
25. Фильтрация измерений обобщенных сил/моментов
26. Оценивание динамических параметров.
27. Редуцирование модели.
28. Валидация разработанной модели.

**Вопросы по разделу (теме) 3 «Проектирование и производство мехатронных систем»:**

1. Системный подход к проектированию
2. Стадии проектирования
3. Предпроектная стадия разработки мехатронных систем
4. Проектирование непрерывных регуляторов в мехатронных системах
5. Основные принципы проектирования
6. Системы автоматизированного проектирования
7. Структура и разновидности САПР
8. Интеграция CAD- и CAM- систем
9. Математическое моделирование
10. Имитационное моделирование
11. Физическое моделирование
12. Виртуальная инженерия
13. Методы обмена данными технических требований
14. Особенности проектирование мехатронных систем
15. CALS-технологии
16. STEP-стандарты
17. Организация в STEP информационных обменов
18. Проблемы практического использования CALS-технологий
19. Методика концептуального проектирования
20. Концепция проектирования мехатронных модулей и систем
21. Основные модули технического проектирования.
22. Методы обмена данными технических требований
23. Особенности проектирования мехатронных систем
24. Основные понятия CALS – технологии. Стратегия CALS– технологии
25. Информационное и лингвистическое обеспечение CALS– технологии
26. Программное обеспечение
27. Математическое обеспечение
28. Методическое обеспечение

29. Техническое обеспечение
30. Организационное обеспечение
31. Основные понятия STEP-стандарта. Стратегия STEP-стандарта
32. Проблемы практического использования CALS– технологии
33. Инструментальные средства концептуального проектирования CASE – системы
34. Функциональное моделирование
35. Информационное моделирование
36. Поведенческое моделирование
37. Моделирование деятельности
38. Объектно-ориентированное проектирование
39. Систематизация объектов приложения
40. Использование рационального опыта проектирования
41. Взаимодействие человека и системы
42. Учет условий и ограничения
43. Концепция проектирования мехатронных модулей и систем
44. Алгоритм проектирования мехатронных модулей
45. Синергетическая интеграция в мехатронных модулях

**Вопросы по разделу (теме) 4 «Экспериментальное исследование мехатронных систем»:**

1. Особенности постановки задач управления мехатронными системами.
2. Системы управления исполнительного уровня.
3. Адаптивное регулирование по эталонной модели
4. Косвенные методы измерения параметров механического движения.
5. Математические модели мехатронных систем
6. Моделирование мехатронных систем
7. Оптимизация параметров мехатронных систем
8. Классификация методов экспериментальных исследований?
9. Понятие эксперимента, опыта, фактора, объекта эксперимента?
10. Эксперименты активные и пассивные?
11. Эксперименты однофакторные и многофакторные?
12. Понятие экспериментальной установки, ее функции?
13. Классификация экспериментальных установок?
14. Основные требования к модельным стендам?
15. Цели и задачи экспериментального исследования?
16. Алгоритм подготовительных процедур по организации экспериментального исследования?
17. Методика экспериментальных исследований?
18. Схемы измерений и измерительные приборы?

Шкала оценивания: 3 балльная.

Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

3 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типовыми и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 баллов (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе; допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

1 баллов (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы, но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа; нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

0 баллов (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки.

## 1.2 РАСЧЕТНЫЕ РАБОТЫ

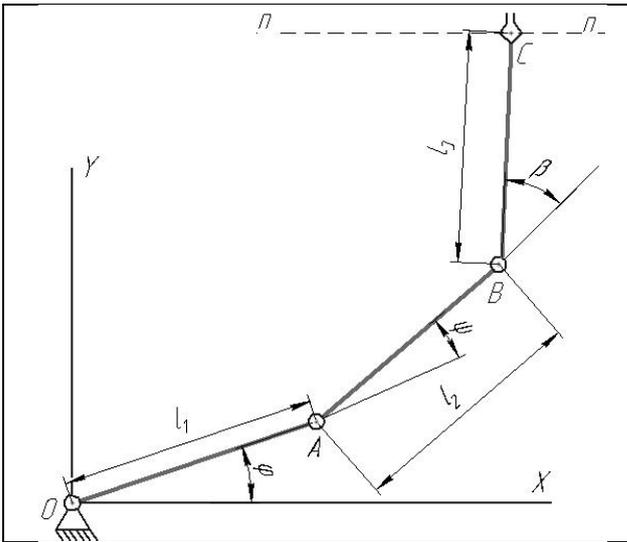
Тема 2 Моделирование мехатронных систем.

Звенья 1-3 манипулятора (см. рис.) перемещаются в плоскости рисунка. Схват жестко связан с звеном 3, положение схвата задается координатами точки  $C$ .

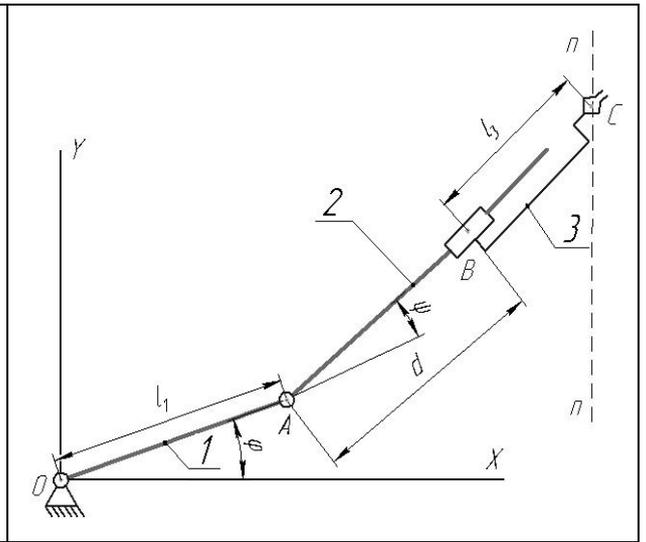
Обобщенными координатами являются углы поворота звеньев  $\varphi_{1-3}$ ,  $\gamma$ ,  $\beta$ , а также линейные перемещения  $d_{1-3}$  (см. схему).

Таблица 1- Исходные данные для расчёта

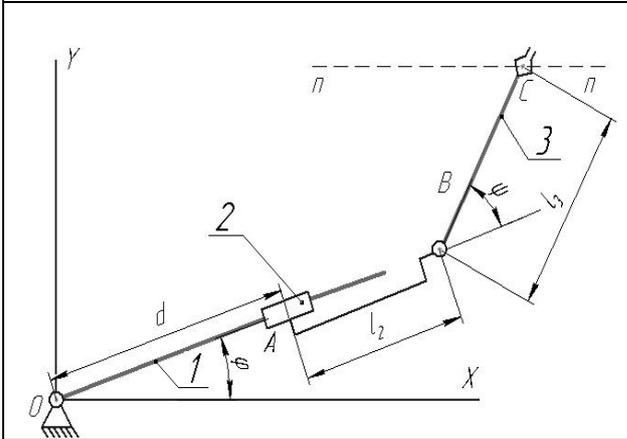
№ варианта	№ схемы	Геометрические параметры				Фиксируемая координата
		$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$	$l_3, \text{м}$	$\theta_i^\circ$	
1	1	0,3	0,2	0,4	-	$\varphi$
2	1	0,5	0,3	0,4	-	$\beta$
3	2	0,4	-	1	-	$\varphi$
4	2	0,6	-	0,5	-	$d$
5	3	-	0,5	0,8	-	$d$
6	3	-	0,7	0,4	-	$\varphi$
7	4	0,5	0,8	1	-	$d$
8	4	2	0,7	0,4	-	$d$
9	5	0,3	0,6	0,5	-	$\varphi$
10	5	0,1	0,2	0,3	-	$d$
11	6	0,7	-	2	-	$d_1$
12	6	1	-	0,6	-	$d_1$
13	7	2	1	0,8	-	$d_2$
14	7	0,4	0,3	0,2	-	$d_2$
15	8	-	0,4	0,9	-	$d_3$
16	8	-	1	2	-	$d_2$
17	9	0,7	-	1	-	$\varphi_2$
18	9	0,5	-	0,8	-	$d_1$
19	10	0,3	1	0,7	60	$d_1$
20	10	0,6	0,4	1	45	$d_2$



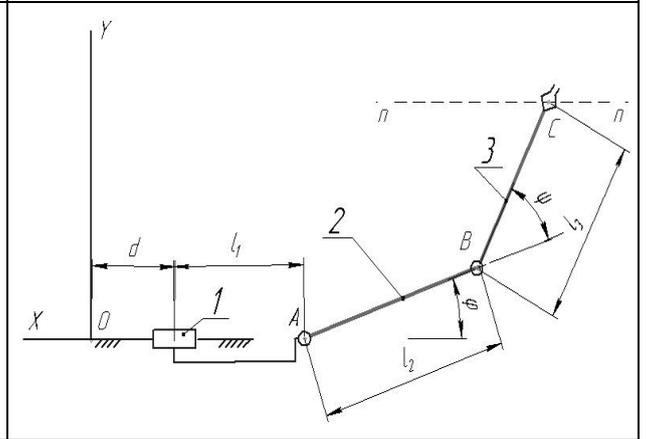
1



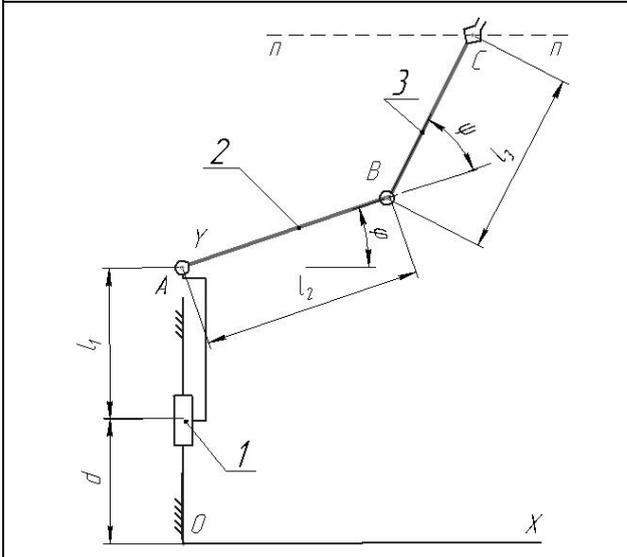
2



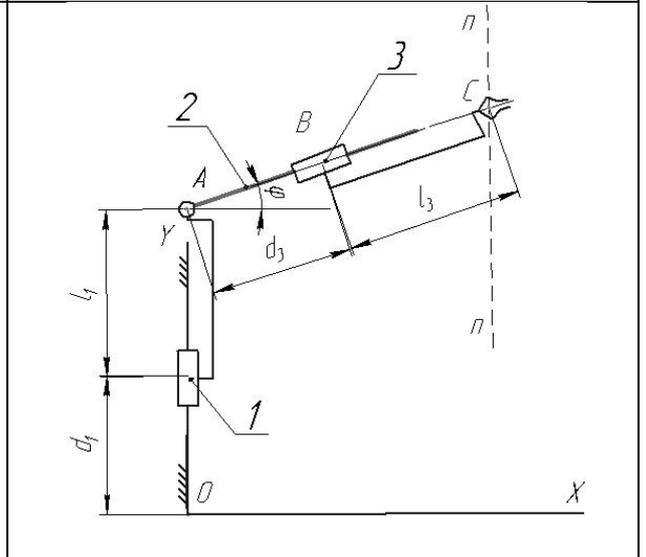
3



4



5



6

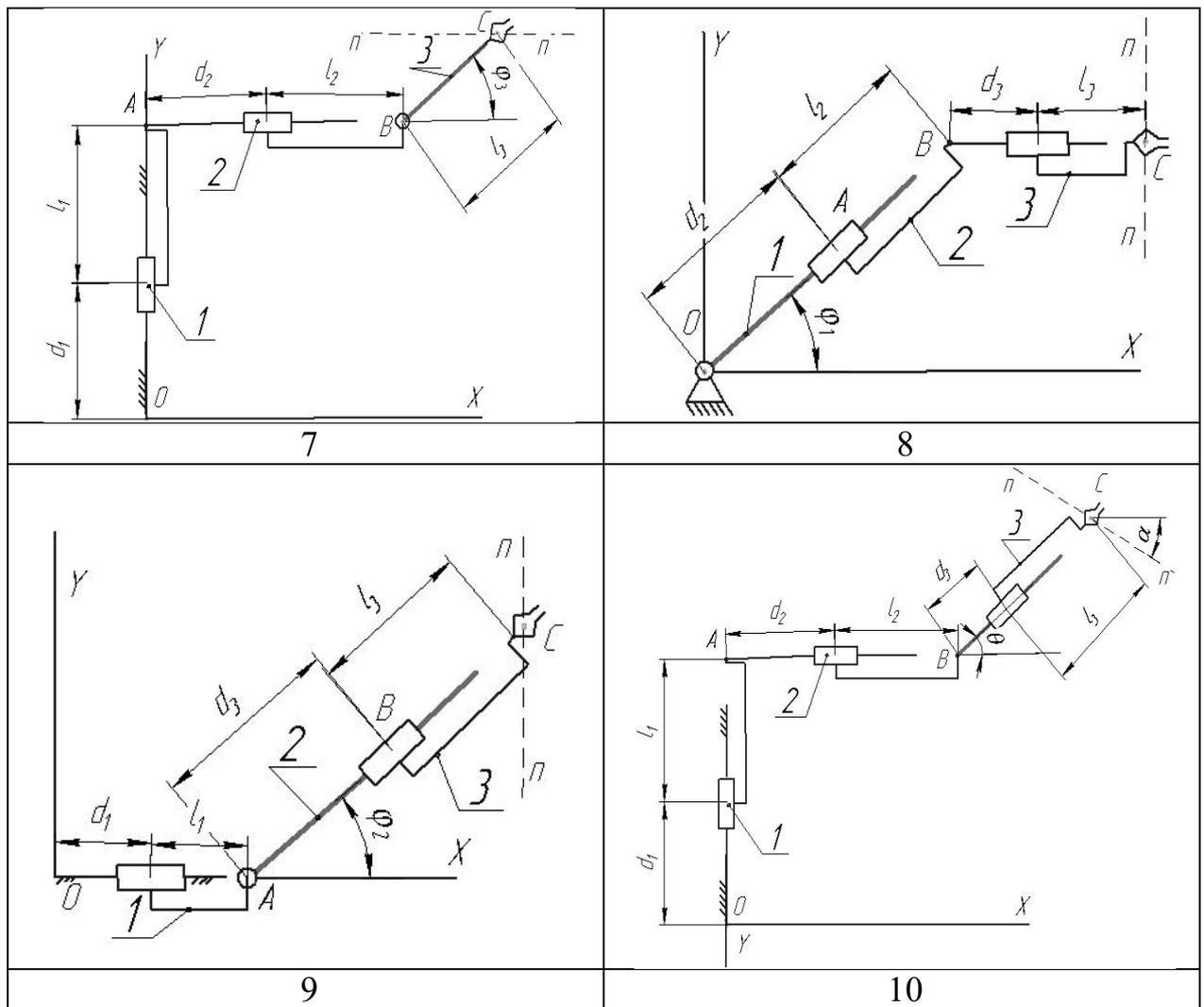


Рис. Схемы манипуляторов

Остальные конструктивные параметры считать известными (см. таблицу 1).

Необходимо:

1. Решить прямую задачу кинематики:

1.1. Записать уравнения, определяющие координаты схвата (т. С).

1.2. Построить рабочий объём манипулятора при нескольких фиксированных значениях координат.

2. Решить обратную задачу кинематики, состоящую в определении обобщенных координат для реализации движения схвата по прямой (см. схему):

2.1. Исходя из параметров рабочей области, задать уравнение движения схвата (например, в виде  $y = a$  (горизонтальная прямая),  $x = b$  (вертикальная прямая), где  $a, b$  - константы).

2.2. Задав координаты точки Ссхвата, определить входные координаты.

Раздел (тема) 2 Моделирование мехатронных систем.

Мехатронная система состоит из (см. рис. 1)

1. механизма (колес 1, 2 и груза 3; см. вариант),  
 массы колес 1 и 2 равны соответственно  $m_1$  и  $m_2$ , а масса груза (исполнительного звена) 3 -  $m_3$ . Радиусы больших окружностей колес  $R_1, R_2$ .  
 $R_1 = 1,5r_1; R_2 = 1,5r_2$  (кроме случаев, указанных на схеме)  
 Колеса 1 и 2 считать сплошными однородными дисками.
2. электродвигателя постоянного тока, к колесу 1 или 2 приложен момент электродвигателя  $M$ ,  
 Момент сил сопротивления ведомого колеса равен  $Mc$ .
3. сенсорной системы  $s$  (датчик скорости),
4. системы управления МС.

Другие силы сопротивления движению системы не учитываются.

Необходимые для решения данные приведены в табл.1.

Закон движения исполнительного звена (тела 3)  $s=s(t)$  задан в таблице исходных данных.

Система начинает двигаться из состояния покоя по закону  $s(t)$ , время движения  $t_{кон} = 10$  с.

Необходимо:

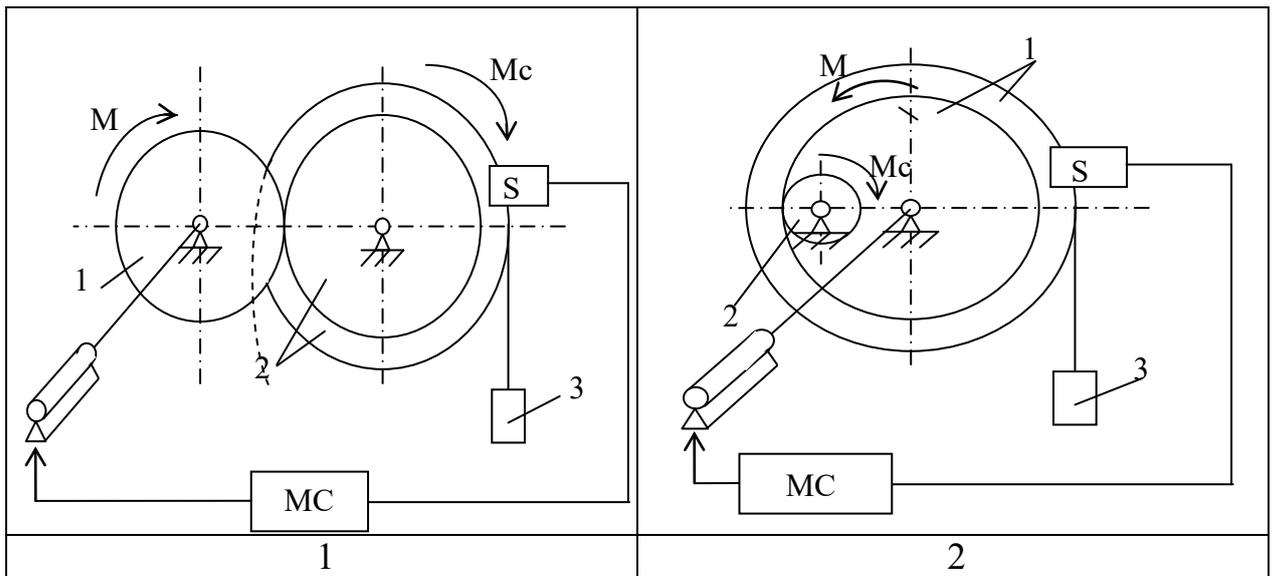
1. Построить график движения, скорости и ускорения исполнительного звена по данным условия.
2. Составить дифференциальное уравнение движения механической системы и программу численного расчета полученного дифференциального уравнения.
3. Рассчитать перемещение, скорость и ускорение исполнительного звена без системы управления, сравнить с данными условия.
4. Разработать алгоритм управления электроприводом.
5. Исследовать поведение системы для различных алгоритмов управления (построить графики движения, скорости и ускорения в сравнении с требуемыми по условию характеристиками).
6. В результате управляющих действий кинематические характеристики (закон движения, скорость и ускорение) выходного звена должны максимально совпадать с требуемыми характеристиками.
7. Подготовить отчет по работе.

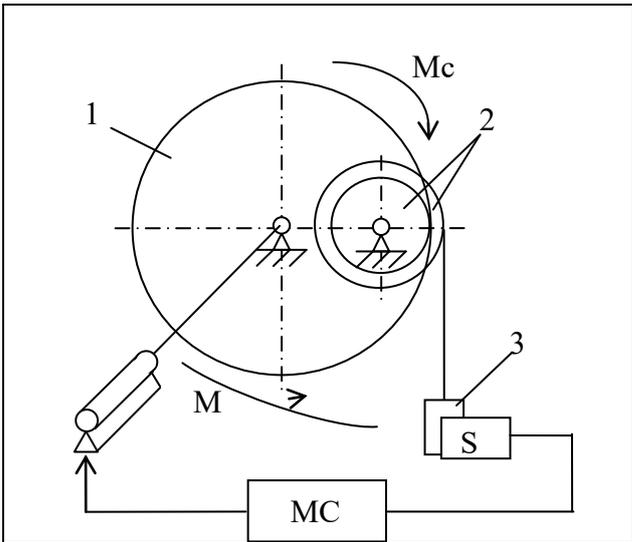
Таблица 1

Исходные данные для расчёта

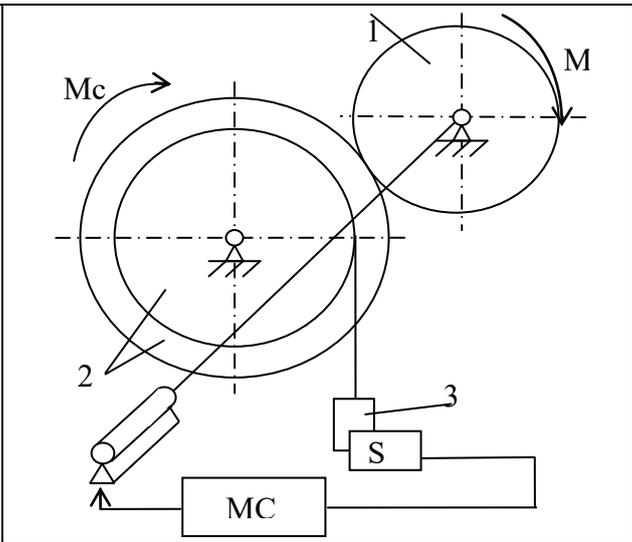
№ варианта	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$R_1$	$R_2$	$M$	$Mc$	$s(t)$	$A$	$B$	$C$
	кг			м		Н·м	Н·м	м			
1	1	3	5	0.1	0.15	21	10	$Ae^{Bt} + C$	-0,1	1,5	-
2	3	8	5	0.35	0.1	50	6		-0,11	1,65	-

3	2	1	4	0.35	0.2	61	8	$Ct^4 + At^3 + Bt^2$	-0,12	1,8	-
4	1	2.5	3	0.2	0.45	18	15		-0,13	2,0	-
5	3.5	1.5	4	0.6	0.25	48	8		-0,05	0,75	-
6	4	1.5	5	0.5	0.2	21	10		-0,06	0,9	-
7	3	2	4	0.5	0.3	49	5		-0,07	1,05	-
8	3	0,8	5	0.45	0.1	59	6		-0,08	1,2	-
9	2	1	5	0.3	0.15	25	12		-0,03	0,45	-
10	2	4	5	0.25	0.5	15	10		-0,025	0,38	-
11	1.5	0,8	3	0.3	0.1	16	15		1	5	-0.1
12	2.5	2	6	0.25	0.2	13	4		-0.4	16	-0.05
13	0,8	1	3	0.12	0.2	18	7		-0.1	22	-0.1
14	0,8	2,5	4	0.1	0.3	8	2		2	10	-0.2
15	3	1,8	5	0.35	0.2	30	12		1	15	-0.15
16	3	2	4	0.4	0.25	54	9		-1	35	-0.1
17	1	3	4	0.1	0.3	39	12		-0.5	28	-0.1
18	2	1	6	0.15	0.08	42	5		-0.4	36	-0.15
19	2.5	1,5	4	0.5	0.3	37	12		-0.1	5.5	-0.02
20	2	1	5	0.5	0.4	23	9		-0.05	2.7	-0.01

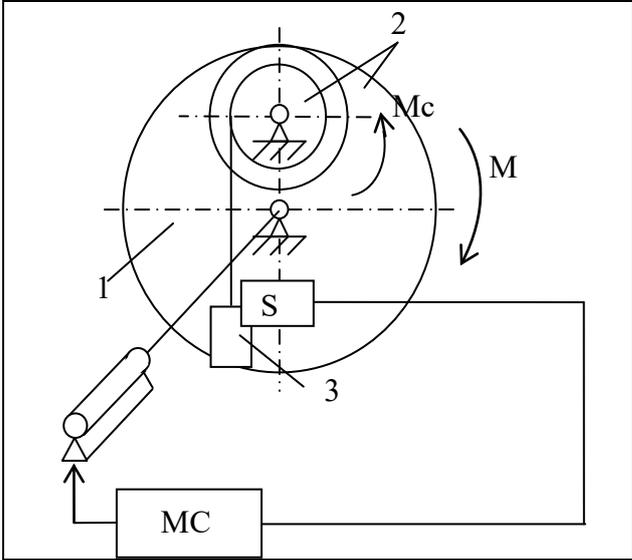




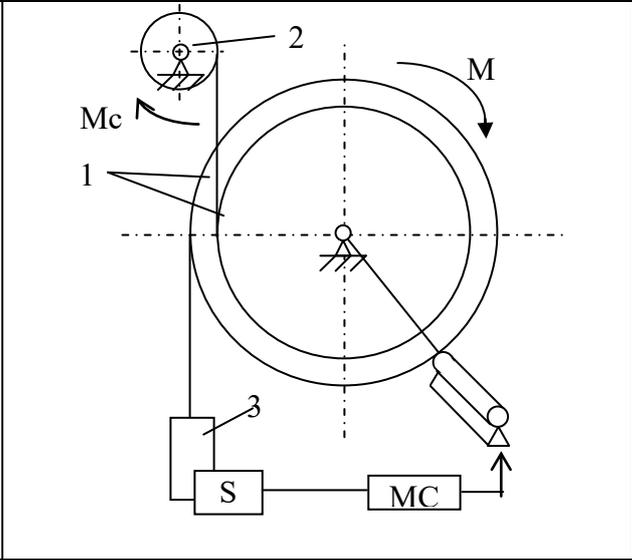
3



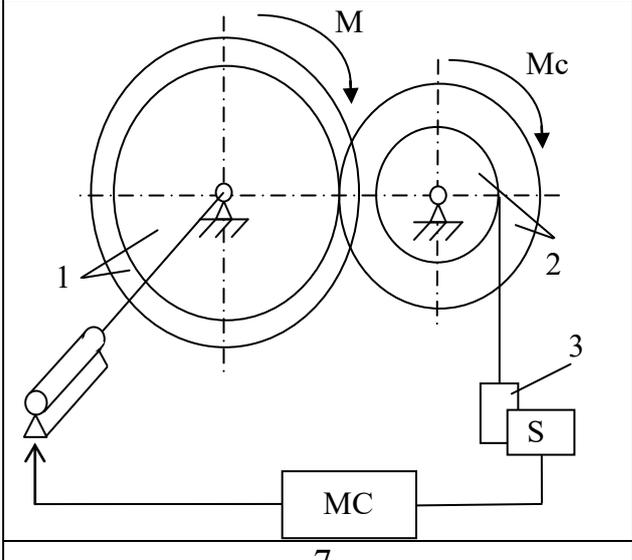
4



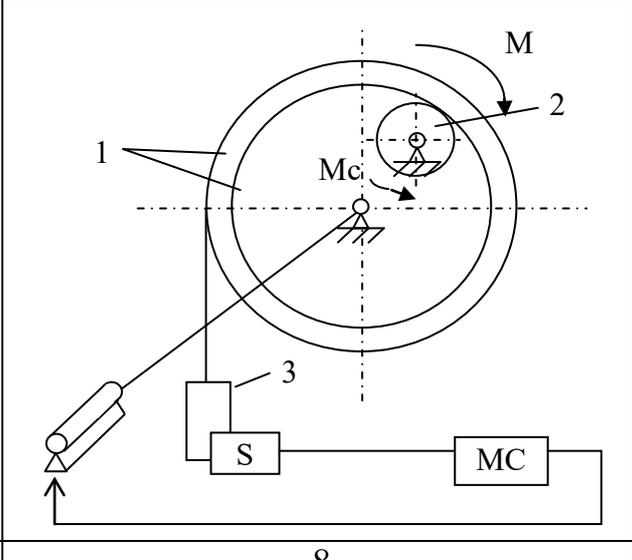
5



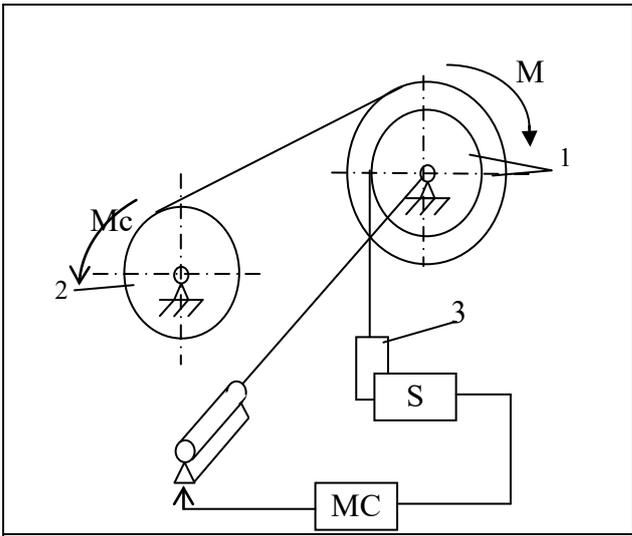
6



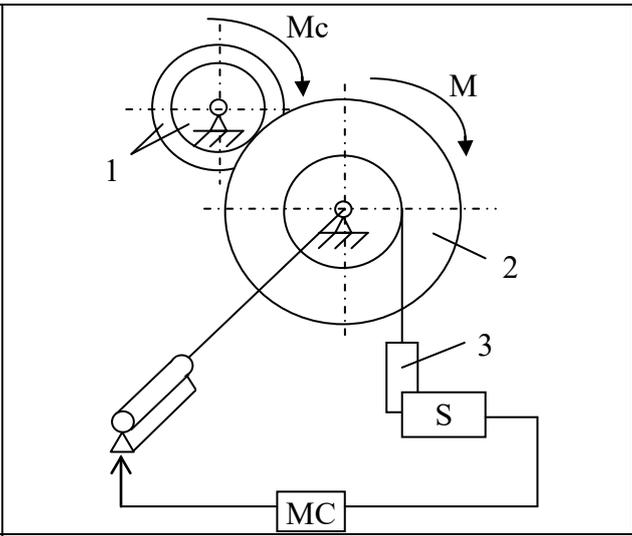
7



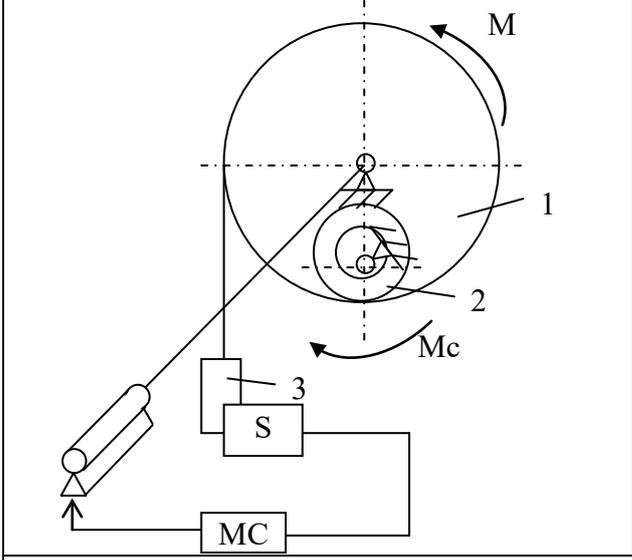
8



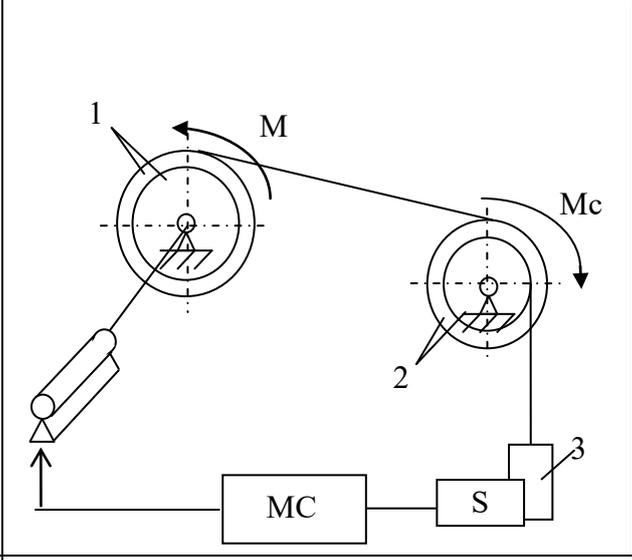
9



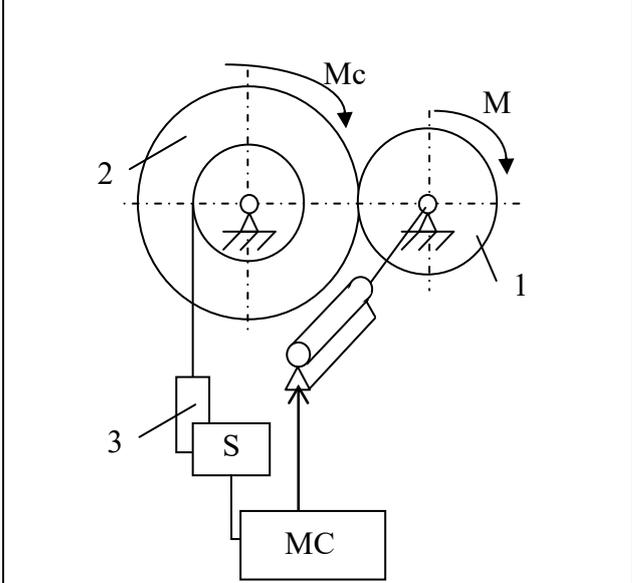
10



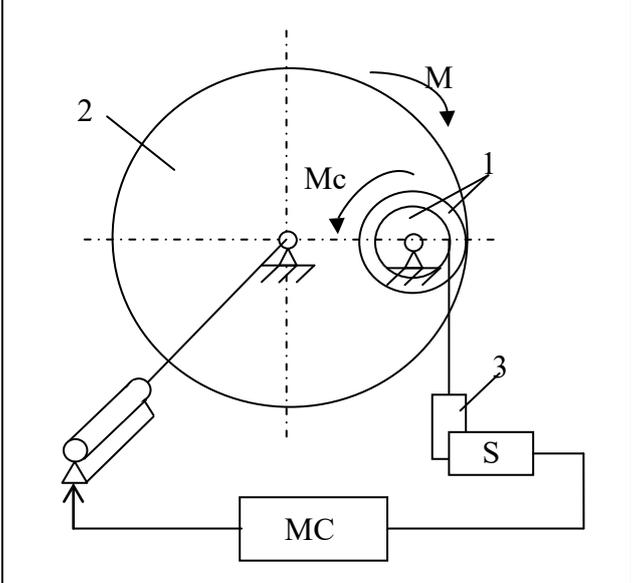
11



12



13



14

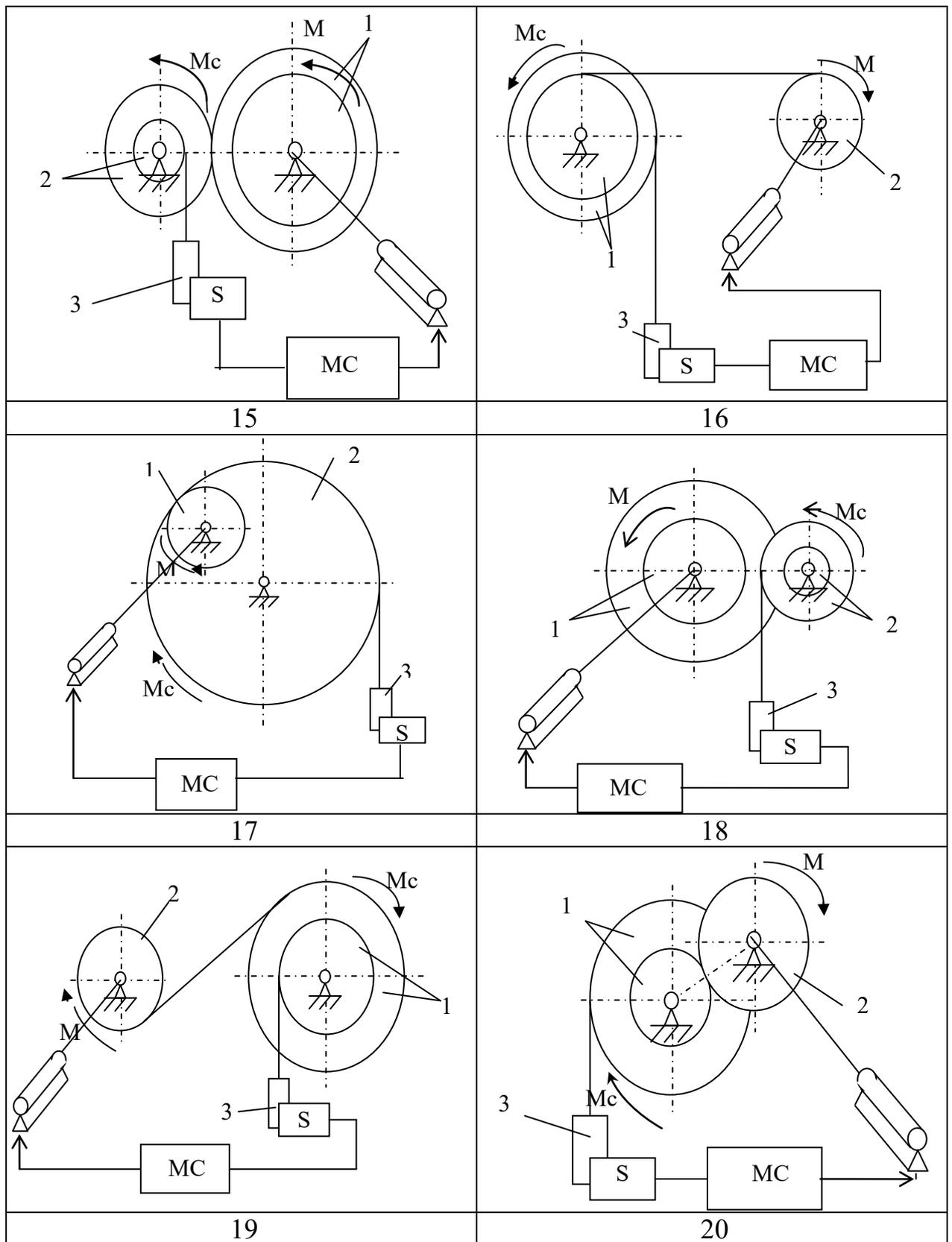


Рис. 1 Схемы мехатронных систем

Раздел (тема) 4 Экспериментальное исследование мехатронных систем.

Электромеханическая система состоит из (см. рис. 12): механизма (платформы), упругих элементов, демпферов и электромагнита. На катушку электромагнита подается напряжение питания, якорь электромагнита совершает колебательные движения с амплитудой  $\delta$ .

Колеса считать сплошными однородными дисками, стержни – сплошными круглого сечения.

Механизмы расположены в вертикальной плоскости.

Другие силы сопротивления движению системы не учитываются.

Необходимые для решения данные приведены в табл.1. Для вариантов 8,10 - 15,18 - 20 принять  $L_0=1.5b$ , варианты 9,16,17  $L_0=0.8b$ , для всех вариантов  $m_2=2m_1, M_1=0.5m_1, M_2=3m_1$ .

Необходимо:

8. составить систему дифференциальных уравнений, описывающих динамику данной электромеханической системы и программу численного расчета полученной системы дифференциальных уравнений в вычислительном пакете *MathcadProfessional*;

9. исследовать поведение электромеханической системы при различных режимах управляющего воздействия, т.е. при различных законах питающего напряжения электромагнита;

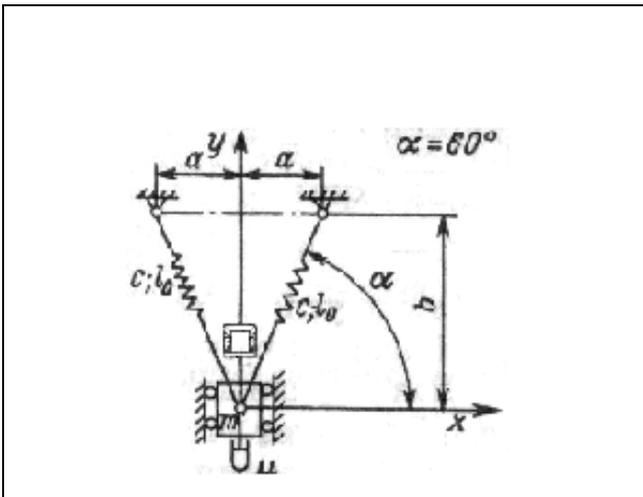
10. подобрать рациональные параметры электромагнита (амплитуда и закон изменения), при которых механическая система адекватно «отрабатывает» заданные параметры движения по амплитуде перемещения и уровню ускорений;

11. подготовить отчет, к отчёту приложить листинг программы для расчёта и графики, иллюстрирующие поведение системы в различных режимах работы.

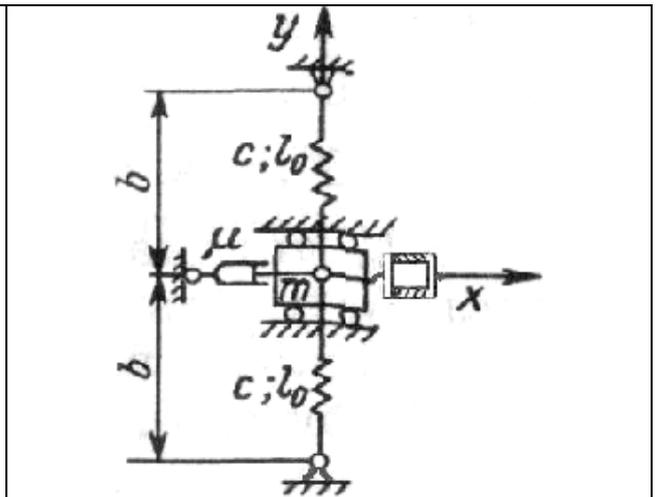
Таблица 1 Исходные данные

Вариант	Масса, кг		Геометрические параметры, м		Длина пружины, м	Жёсткость пружины, Н/м	Вязкость демпфера, Н·с/м	Размеры воздушного зазора электромагнита, м		Эл.сопротивление, Ом	Амплитуда перемещений, мм
	$m_1$	$a$	$b$	$l_0$				$c$	$\mu$		
1	1	0.2	0.4	0.1	500	25	0.05	0.05	20	10	
2	5	----	0.2	0.05	1000	15	0.03	0.03	25	8	
3	3	----	0.5	0.15	1500	30	0.04	0.05	15	15	
4	2	----	0.8	0.3	1250	20	0.05	0.04	20	5	
5	0.8	----	0.7	0.2	800	25	0.02	0.02	22	7	
6	1.2	----	0.5	0.1	1500	30	0.08	0.08	30	5	
7	2.5	0.45	0.4	0.05	800	150	0.07	0.07	12	10	

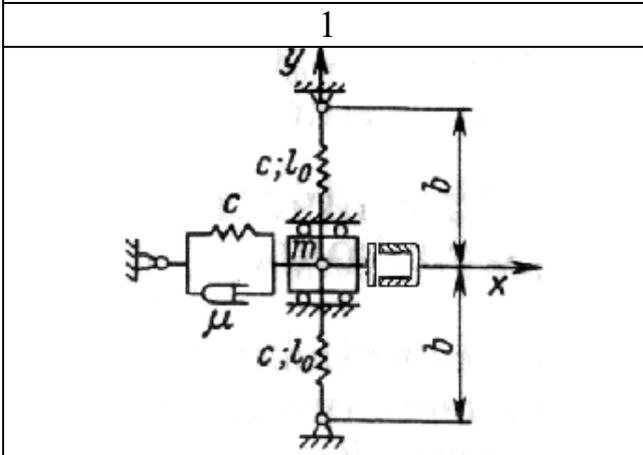
Вариант	Масса, кг	Геометрические параметры, м		Длина пружины, м	Жёсткость пружины, Н/м	Вязкость демпфера, Н·с/м	Размеры воздушного зазора электромагнита, м		Эл.сопротивление, Ом	Амплитуда перемещений, мм
		$\alpha$	$y$				$l_0$	$l_0$		
8	7	0.5	0.6	0.15	2000	20	0.1	0.1	30	12
9	3	0.2	0.3	0.09	600	10	0.02	0.02	15	4
10	4	0.3	0.25	0.07	900	12	0.03	0.03	25	8
11	2	0.25	0.4	0.09	1100	15	0.06	0.06	20	15
12	1	0.14	0.35	0.01	1300	20	0.05	0.07	20	10
13	10	0.8	0.4	0.2	1100	25	0.06	0.06	15	5
14	2	0.4	0.3	0.09	1600	20	0.05	0.05	25	10
15	4	1.2	0.6	0.1	2000	12	0.06	0.06	20	6
16	7	0.4	0.4	0.02	1300	15	0.07	0.06	20	12
17	3	0.4	0.2	0.08	500	10	0.04	0.04	25	10
18	4	0.2	0.25	0.07	600	12	0.035	0.035	20	5
19	3	0.2	0.3	0.075	550	15	0.04	0.04	24	8
20	2	0.4	0.4	0.08	500	10	0.035	0.035	22	5



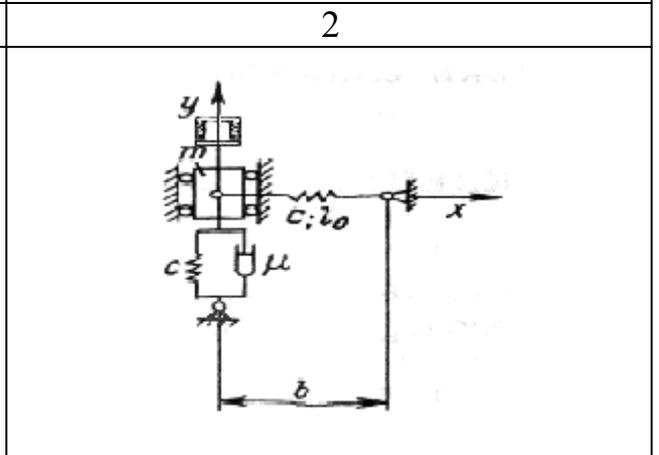
1



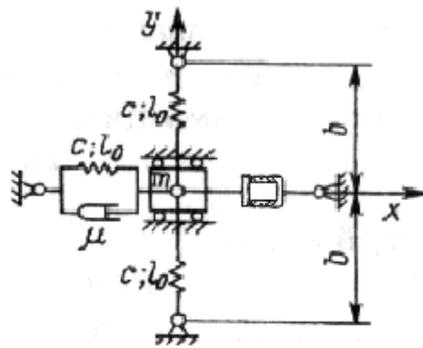
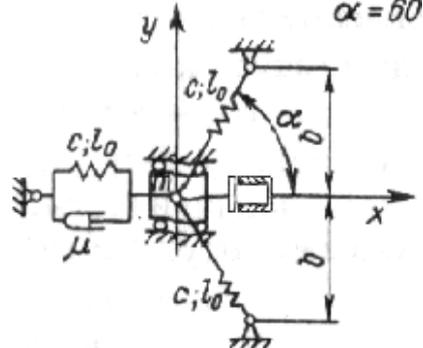
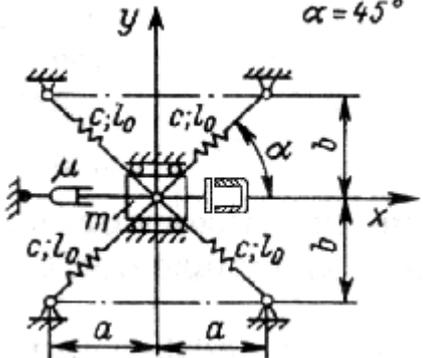
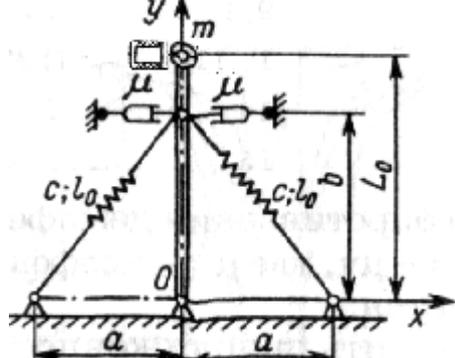
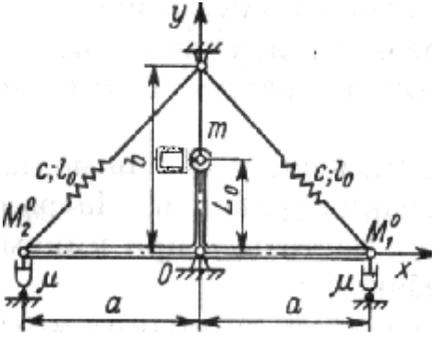
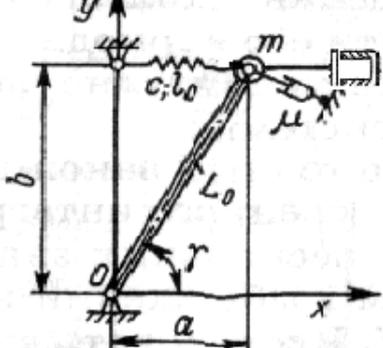
2



3



4

	
5	6
	
7	8
	
9	10

Шкала оценивания: 4 балльная. Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

- 4 балла (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если правильно выполнено 100-90% заданий

- 3 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если правильно выполнено 89-75% заданий

- 2 балла (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если правильно выполнено 74-60% заданий

0 баллов (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если правильно решено 59% и менее % заданий.

### 1.3 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

#### Задача 1

Предложите кинематическую схему и различные варианты навигационной, измерительной и манипуляционной системы шагающего робота, предназначенного для перемещения в замкнутом пространстве с препятствиями. Скорость робота не менее 0,2 м/с.

Дополнительной задачей является захват хрупкого предмета с известными координатами и доставка его в известный пункт назначения.

(задача может выполняться группой студентов не более 3 человек)

#### Задача 2

Вибрационная мобильная система состоит из корпуса 1 и двух одинаковых подвижных внутренних масс 2 и 3, которые перемещаются относительно корпуса по заданным гармоническим законам  $x_2(t)=a\sin(\omega t)$  и  $y_2(t)=c+a\sin(\omega t)$ , где  $c$  – постоянная величина (рис.).

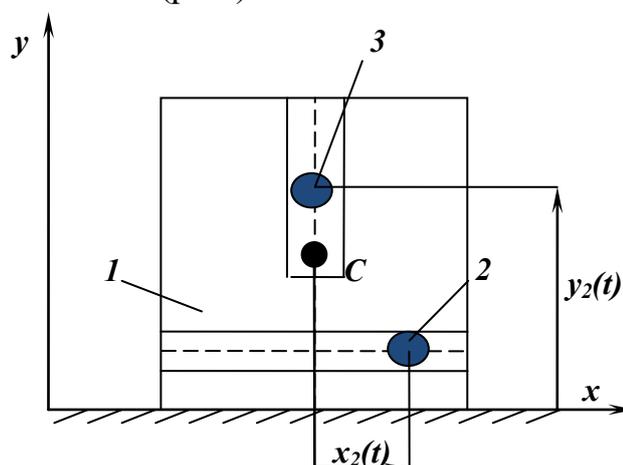


Рис. Схема трехмассовой вибрационной мобильной системы

Массы корпуса и каждой из внутренних масс соответственно равны  $M$  и  $m$ .

Корпус перемещается по шероховатой поверхности с коэффициентом кулонова трения  $f$ .

Определить для указанных в таблице значений параметров:

1. Предельное значение внутренних масс.
2. Предельные значения коэффициента трения  $f_{\max}$ , при котором корпус системы может перемещаться по поверхности в прямом и обратном направлениях.
3. Фазы начала скольжения и уравнения движения корпуса в фазах однонаправленного прямого и обратного скольжения до остановки при значениях коэффициентов трения  $f=0,5f_{\max}$ .
4. Значение коэффициента трения  $f_{\text{cycl}}$ , при котором корпус совершает движение с одной остановкой за цикл.
5. Величину одностороннего перемещения при движении с одной остановкой.

	Масса корпуса $M$ , кг	Амплитуда относительного перемещения внутренней массы $a$ , м	Частота относительного перемещения внутренней массы $\omega$ , $\text{с}^{-1}$
1	0,2	0,1	20
2	0,4	0,1	10
3	0,3	0,1	10
4	0,6	0,2	20
5	0,7	0,5	10
6	0,9	0,5	10
7	0,4	0,2	10
8	0,5	0,1	10
9	0,8	0,4	10
10	0,3	0,1	20
11	0,6	0,2	20
12	0,4	0,3	10
13	0,8	0,3	10
14	1,1	0,5	20
15	1,0	0,5	10
16	1,2	0,6	20
17	1,3	0,4	20
18	1,5	0,4	10
19	1,7	0,5	10
20	0,7	0,1	20

(задача может выполняться группой студентов не более 3 человек)

### Задача 5

Вибрационная мобильная система состоит из корпуса 1 и подвижной внутренней массы 2, которая перемещается относительно корпуса по заданному гармоническому закону  $x_2(t) = a \sin(\omega t)$  (рис.)

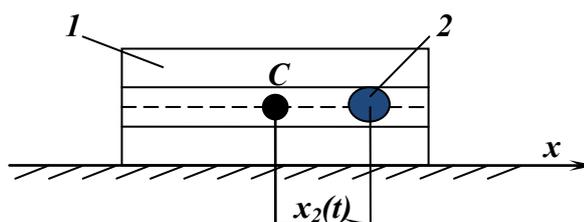


Рис. Схема двухмассовой вибрационной мобильной системы

Массы корпуса и внутренней массы соответственно равны  $M$  и  $m$ .  
 Корпус перемещается по шероховатой поверхности с коэффициентом кулонова трения  $f$ .

Определить для указанных в таблице значений параметров:

1. Максимальное предельное значение коэффициента трения  $f_{\max}$ , при котором корпус системы может перемещаться по поверхности.
2. Фазу начала скольжения и уравнение движения корпуса в фазе однонаправленного скольжения до остановки при значении коэффициента трения  $f=0,5f_{\max}$ .
3. Значение коэффициента трения  $f_{\text{cycl}}$ , при котором корпус совершает циклическое безостановочное движение.
4. Величину одностороннего перемещения при циклическом движении.

	Масса корпуса $M$ , кг	Внутренняя масса $m$ , кг	Амплитуда относительного перемещения внутренней массы $a$ , м	Частота относительного перемещения внутренней массы $\omega$ , $\text{с}^{-1}$
1	0,2	0,1	0,1	20
2	0,4	0,1	0,1	10
3	0,3	0,1	0,1	10
4	0,6	0,2	0,2	20
5	0,7	0,1	0,5	10
6	0,9	0,1	0,5	10
7	0,4	0,1	0,2	10
8	0,5	0,3	0,1	10
9	0,8	0,2	0,4	10
10	0,3	0,1	0,1	20
11	0,6	0,2	0,2	20
12	0,4	0,1	0,3	10
13	0,8	0,2	0,3	10
14	1,1	0,1	0,5	20
15	1,0	0,2	0,5	10
16	1,2	0,3	0,6	20
17	1,3	0,2	0,4	20
18	1,5	0,5	0,4	10
19	1,7	0,3	0,5	10
20	0,7	0,3	0,1	20

(задача может выполняться группой студентов не более 3 человек)

### Задача 6

Вибрационная мобильная система состоит из корпуса 1 и одной подвижной внутренней массы – дебаланса 2, который вращается вокруг связанной с корпусом оси с частотой  $\omega$ .

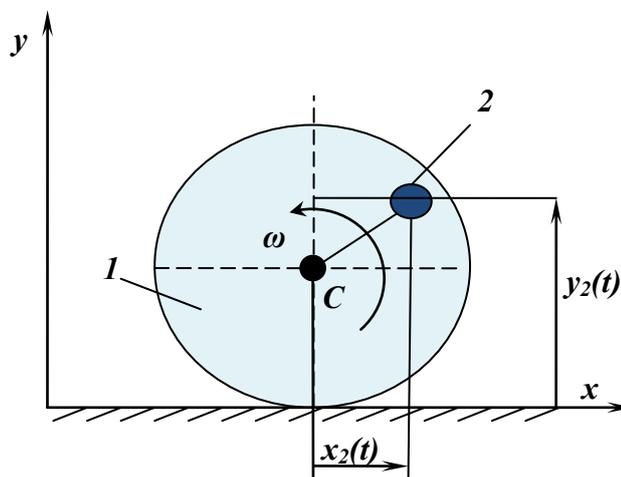


Рис.Схема вибрационной мобильной системы

Массы корпуса и дебаланса соответственно равны  $M$  и  $m$ .

Корпус перемещается с периодическим отрывом от поверхности.

Считая удар корпуса о поверхность происходящим с коэффициентом восстановления  $k$ , определить для указанных в таблице значений параметров:

1. Значение угла поворота дебаланса при отрыве корпуса от поверхности, а также скорость в начале удара, если период нахождения корпуса в воздухе кратен периоду вращения дебаланса.
2. Уравнения движения корпуса в фазе отрыва.
3. Среднее значение высоты подъема и длины прыжка.

	Масса корпуса $M$ , кг	Масса дебаланса $m$ , кг	Амплитуда относительно го перемещения внутренней массы $a$ , м	Частота относительно го перемещения внутренней массы $\omega$ , $c^{-1}$	Коэффициент восстановления при ударе $k$	Кратность периода между соударениями $n$
1	0,2	0,1	0,1	20	0	1
2	0,4	0,1	0,1	30	0,1	2
3	0,3	0,2	0,1	40	0,2	3
4	0,6	0,05	0,2	40	0,3	4
5	0,7	0,1	0,5	20	0,4	5
6	0,9	0,2	0,5	20	0,5	6
7	0,4	0,1	0,2	30	0,6	7

8	0,5	0,1	0,1	30	0,7	8
9	0,8	0,1	0,4	50	0,8	9
10	0,3	0,1	0,1	40	0,9	10
11	0,6	0,1	0,2	20	1	2
12	0,4	0,1	0,3	20	0,1	4
13	0,8	0,2	0,3	30	0,2	5
14	1,1	0,1	0,5	40	0,3	6
15	1,0	0,2	0,5	20	0,4	3
16	1,2	0,1	0,6	20	0,5	2
17	1,3	0,2	0,4	20	0,6	5
18	1,5	0,3	0,4	30	0,7	1
19	1,7	0,1	0,5	40	0,8	3
20	0,7	0,1	0,1	50	0,9	8

(задача может выполняться группой студентов не более 3 человек)

Шкала оценивания: 10 балльная.

Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

-9-10 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время или с опережением времени, при этом обучающимся предложено оригинальное (нестандартное) решение, или наиболее эффективное решение, или наиболее рациональное решение, или оптимальное решение.

-7-8 баллов (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время, типовым способом; допускается наличие несущественных недочетов.

-5-6 баллов (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если при решении задачи допущены ошибки не критического характера и (или) превышено установленное преподавателем время.

-0-4 баллов (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 2.2 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

1. Автоматическое устройство, созданное по принципу живого организма. Действуя по заранее заложенной программе и получая информацию о внешнем мире от датчиков, самостоятельно осуществляет производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком. Укажите термин соответствующий данному определению:

Робот

Машина

Механизм

Автомат

2. Промышленные роботы, которые могут самостоятельно в большей или меньшей степени ориентироваться в нестрого определенной обстановке, приспособляясь к ней, называются

- интеллектными;

- адаптивными;

- программными;

- цикловыми.

3. Антропоморфная, имитирующая человека машина, стремящаяся заменить человека в любой его деятельности. Укажите термин соответствующий данному определению:

Робот

Машина

Механизм

Андроид

4. Движения, обеспечиваемые первыми тремя звеньями манипулятора или его "рукой", величина которых сопоставима с размерами механизма, называются

- региональными;

- глобальными;

- локальными;

- местными.

5. Какие функции НЕ выполняет устройство компьютерного управления?

Преобразование движения от двигателя к исполнительному звену

Управление процессом механического движения мехатронного модуля в реальном времени с обработкой сенсорной информации.

Взаимодействие с человеком-оператором через человеко-машинный интерфейс в режимах автономного программирования (off-line) и непосредственно в процессе движения МС ( режим on-line).

Организация обмена данными с периферийными устройствами, сенсорами и другими устройствами системы.

6. Наибольшей удельной мощностью (Вт/кг) среди перечисленных типов приводов обладают..

Пневматический

Гидравлический

Электрический

7. Определите соответствие элементов мехатронной системы выполняемым ими функциям

Электромеханическая часть	Управление процессом механического движения мехатронного модуля
Электронная часть	преобразование движений звеньев и требуемое движение рабочего органа
Устройство компьютерного управления	сбор данных о фактическом состоянии внешней среды и объектов работ, механического устройства и блока приводов с последующей первичной обработкой и передачей этой информации в устройство компьютерного управления (УКУ)
	Обеспечение электрическим питанием всех механических и электронных компонентов

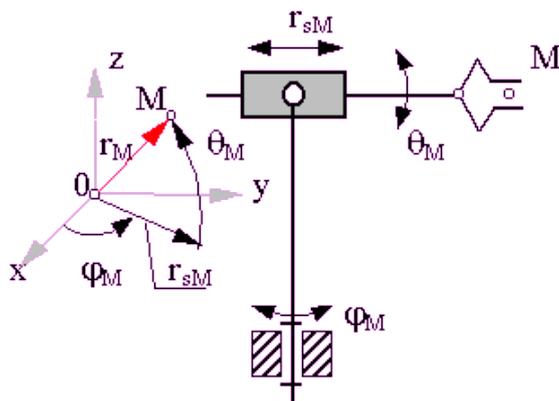
8. Зоной обслуживания манипулятора называется

- подвижность манипулятора при зафиксированном (неподвижном) схвате;
- число независимых обобщенных координат, однозначно определяющее положение схвата в пространстве;
- часть пространства, ограниченная поверхностями, огибающими к множеству возможных положений его звеньев;
- часть пространства, соответствующая множеству возможных положений центра схвата манипулятора.

9. Расположите данные типы приводов в порядке увеличения их удельной стоимости (руб/Вт)

- Пневматический
- Электрический
- Гидравлический

10. На схеме представлена система координат руки:



1. декартова;
2. цилиндрическая;
3. сферическая;
4. угловая.

11. Выберите лишний по смыслу вариант ответа.

По степени участия человека в процессе управления существуют системы:

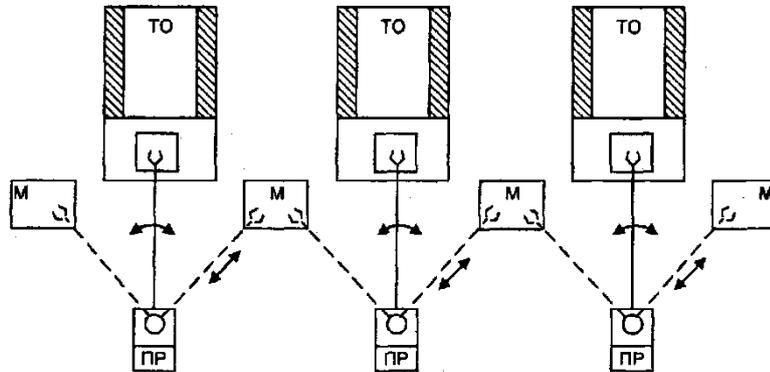
- Адаптивного управления
- Автоматического управления;
- Автоматизированного управления;
- ручного управления.

12. Укажите лишний по смыслу вариант ответа.

По типу алгоритма автоматического управления различают системы:

- ручного управления.
- Адаптивного управления
- программного управления;
- интеллектуального управления;

13. На рисунке изображена схема ..... роботизированной технологической линии



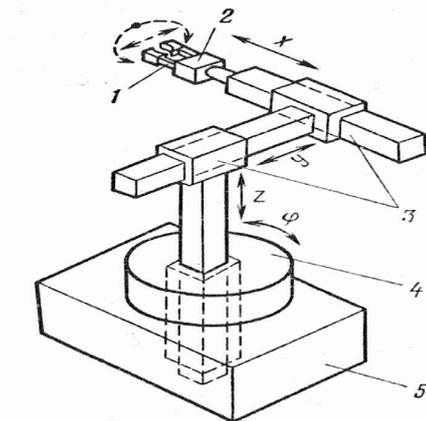
- Однопоточной с линейной компоновкой
- Двухпоточной с линейной компоновкой
- С круговой компоновкой

14. Расположите перечисленные технологические операции в порядке их следования

при сборке узлов из деталей

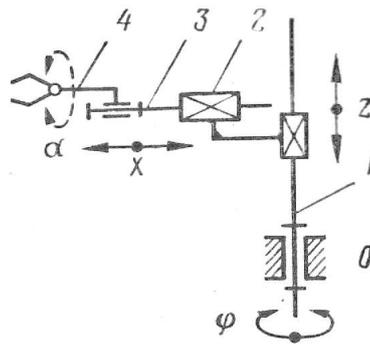
- перемещение деталей к месту сборки
- собственно операция сборки, т. е. сопряжения деталей
- загрузка собираемых деталей в загрузочные и транспортные устройства
- базирование, т. е. фиксация в строго определенной позиции, с ориентацией деталей на сборочной позиции

15. Укажите цифрами соответствующие звенья манипулятора:



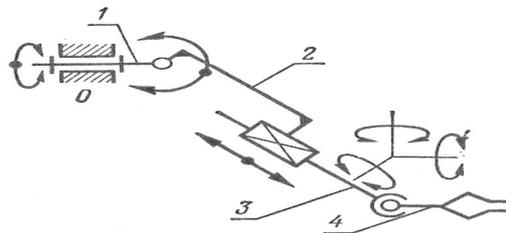
- кисть,
- схват,
- станина
- рука,
- стол

16. Степень подвижности манипулятора, изображенного на схеме, равна



- 4
- 2
- 3
- 5

17. Степень подвижности манипулятора, изображенного на схеме, равна

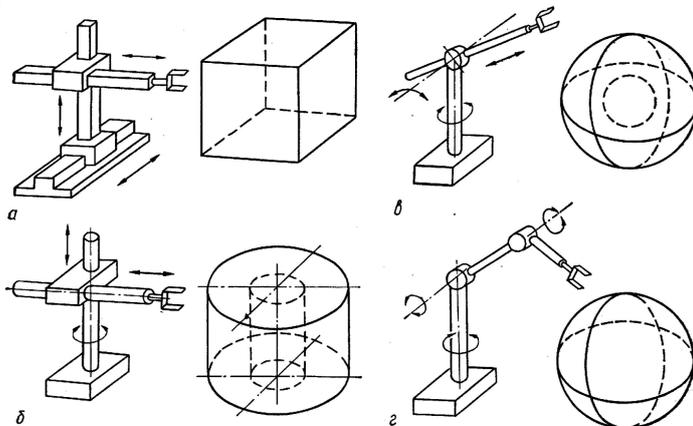


- 6
- 4
- 3
- 5

18. Объем, ограниченный поверхностью, огибающей все возможные положения схвата манипулятора, называется...

- Рабочий объем
- Маневренность
- Угол сервиса

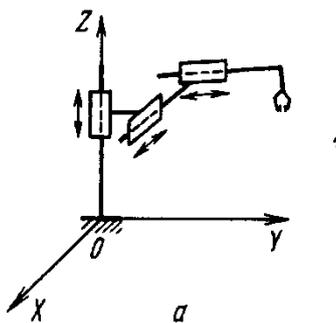
19. Найдите соответствие между рисунками и видами рабочей зоны манипулятора



<i>a</i>	прямоугольная
<i>б</i>	ангулярной
<i>в</i>	цилиндрическая
<i>г</i>	сферическая
	коническая

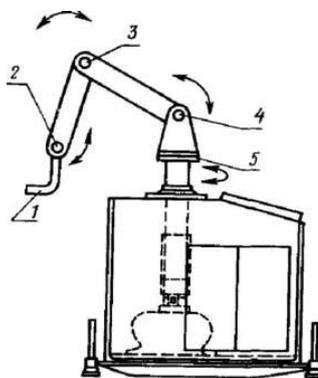


24. Степень подвижности манипулятора, изображенного на рисунке, равна ...



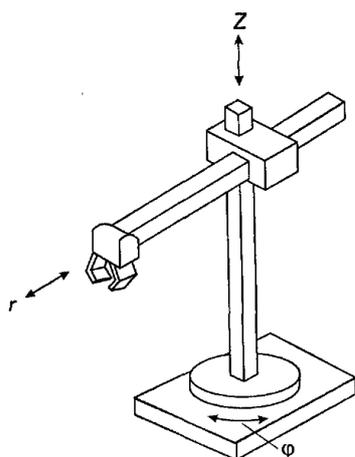
- 3
- 2
- 1
- 4

25. Степень подвижности манипулятора, изображенного на рисунке, равна ...



- 4
- 2
- 5
- 3

26. Степень подвижности манипулятора, изображенного на рисунке, равна ...



- 3
- 5
- 4

27. ПР с абсолютной линейной погрешностью позиционирования центра схвата в диапазоне  $0,2 \text{ мм} < D_{гМ} < 1 \text{ мм}$  относятся к группе

- особовысокоточных;
- высокой точности;
- средней точности;
- малой точности.

28. Какому виду соответствует матрица

$$M_i^{\varphi} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_i & -\sin \varphi_i & 0 & 0 \\ \sin \varphi_i & \cos \varphi_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

- a) повороту вокруг оси  $x_i$  на угол  $-\varphi_i$ ;
- b) переносу вдоль оси  $x_i$  на  $-a_i$ ;
- c) переносу вдоль оси  $z_{i-1}$  на  $-s_i$ ;
- d) повороту вокруг оси  $z_{i-1}$  на угол  $-\varphi_i$ .

29. Недостатком метода уравновешивания манипуляторов выбором кинематической схемы, в которой силы веса звеньев воспринимаются подшипниками кинематических пар, является:

1. значительное увеличение массы манипулятора и моментов инерции его звеньев;
2. усложнение конструкции манипулятора;
3. большие осевые нагрузки в подшипниках;
4. увеличение мощности привода и моментов тормозных устройств.

30. Разомкнутый привод перемещения ПР со ступенчатым регулированием скорости используется при

1. высоких требованиях к точности позиционирования;
2. средних требованиях к точности позиционирования;
4. использовании подвесных систем перемещения.

31. Для приведения в действие схватов чаще всего используются

- гидроприводы
- пневмоприводы
- электроприводы
- комбинированные приводы

32. Использование многоместных захватных устройств последовательного действия

1. повышает точность позиционирования;
2. позволяет манипулировать различными по форме объектами;
3. позволяет манипулировать различными по размерам объектами;
4. сокращает время загрузки.

33. Гидравлический привод используется для ПР

1. малой грузоподъемности;
2. средней грузоподъемности;
3. высокой грузоподъемности;
4. во всем диапазоне грузоподъемности.

34.. Из перечисленных преимуществ НЕ относится к пневмоприводам

1. простота и надежность конструкции;
2. высокая скорость выходного звена привода: при линейном перемещении до 1000 мм/с, при вращении – до 60 об/мин;
3. высокая стабильность скорости выходного звена
4. высокий коэффициент полезного действия (до 0,8);

35. Для промышленных роботов с пневматическим приводом в основном используются системы управления

1. цикловые;
2. позиционные;
3. контурные;
4. комбинированные.

36. Уровнем, на котором реализуется задача адаптивного управления, является

1. первый;
2. второй;
3. третий;
4. четвертый.

37. К датчикам восприятия внешней среды ПР относятся

1. датчики прикосновения, проскальзывания, ультразвуковые и светолокационные датчики расстояния;
2. силомоментные датчики, датчики обеспечения перемещений исполнительных органов робота;
3. ультразвуковые и светолокационные датчики расстояния, температурные датчики, датчики уровня;
4. датчики скорости и положения исполнительных органов робота.

38. Гидравлический привод используется для ПР

1. малой грузоподъемности;
2. средней грузоподъемности;
3. высокой грузоподъемности;
4. во всем диапазоне грузоподъемности.

39. Из перечисленных преимуществ НЕ относится к пневмоприводам

1. простота и надежность конструкции;
2. высокая скорость выходного звена привода: при линейном перемещении до 1000 мм/с, при вращении – до 60 об/мин;
3. высокая стабильность скорости выходного звена
4. высокий коэффициент полезного действия (до 0,8);

40. Для промышленных роботов с пневматическим приводом в основном используются системы управления

1. цикловые;
2. позиционные;
3. контурные;
4. комбинированные.

41. Уровнем, на котором реализуется задача адаптивного управления, является

1. первый;
2. второй;
3. третий;
4. четвертый.

42. К датчикам восприятия внешней среды ПР относятся

1. датчики прикосновения, проскальзывания, ультразвуковые и светолокационные датчики расстояния;
2. силовой моментные датчики, датчики обеспечения перемещений исполнительных органов робота;
3. ультразвуковые и светолокационные датчики расстояния, температурные датчики, датчики уровня;
4. датчики скорости и положения исполнительных органов робота.

43. Антропоморфная, имитирующая человека машина, стремящаяся заменить человека в любой его деятельности. Укажите термин соответствующий данному определению:

- Робот
- Машина
- Механизм
- Андроид

44. Какие функции НЕ выполняет устройство компьютерного управления?

- Преобразование движения от двигателя к исполнительному звену
- Управление процессом механического движения мехатронного модуля в реальном времени с обработкой сенсорной информации.
- Взаимодействие с человеком-оператором через человеко-машинный интерфейс в режимах автономного программирования (off-line) и непосредственно в процессе движения МС ( режим on-line).
- Организация обмена данными с периферийными устройствами, сенсорами и другими устройствами системы.

45. Какой элемент Не входит в состав мехатронной системы?

- Микроконтроллер
- Датчик
- Привод
- Все перечисленные элементы входят

46. Наибольшей удельной мощностью (Вт/кг) среди перечисленных типов приводов обладают..

- Пневматический
- Гидравлический
- Электрический

47. Определите соответствие элементов мехатронной системы выполняемым ими функциям

Электромеханическая часть	Управление процессом механического движения мехатронного модуля
Электронная часть	преобразование движений звеньев и требуемое движение рабочего органа
Устройство компьютерного управления	сбор данных о фактическом состоянии внешней среды и объектов работ, механического устройства и блока приводов с последующей первичной обработкой и передачей этой информации в устройство компьютерного управления (УКУ)
	Обеспечение электрическим питанием всех механических и электронных компонентов

48. Определите соответствие между определениями и примерами элементов мехатронной системы

Мехатронный модуль Управляющий модуль датчик	микроконтроллер Мотор-редуктор энкодер Блок питания
--	--

49. Расположите данные типы приводов в порядке увеличения их удельной стоимости (руб/Вт)

Пневматический  
Электрический  
Гидравлический

50. Выберите лишний по смыслу вариант ответа.

По степени участия человека в процессе управления существуют системы:

- Адаптивного управления
- Автоматического управления;
- Автоматизированного управления;
- ручного управления.

51. Укажите лишний по смыслу вариант ответа.

По типу алгоритма автоматического управления различают системы:

- ручного управления.
- Адаптивного управления
- программного управления;
- интеллектуального управления;

52. Расположите перечисленные технологические операции в порядке их следования при сборке узлов из деталей

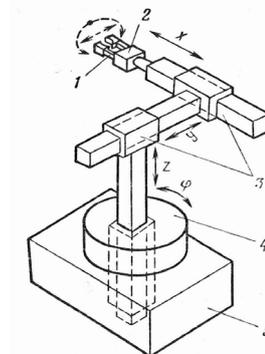
перемещение деталей к месту сборки

собственно операция сборки, т. е. сопряжения деталей

загрузка собираемых деталей в загрузочные и транспортные устройства

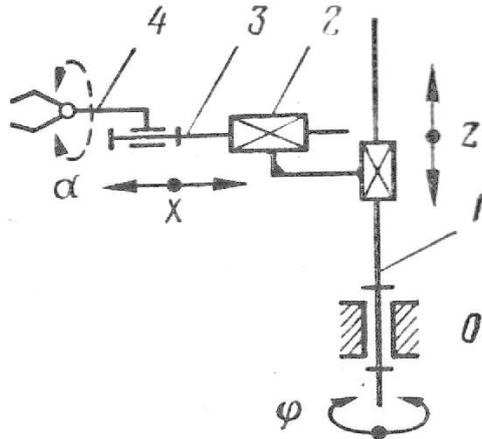
базирование, т. е. фиксация в строго определенной позиции, с ориентацией деталей на сборочной позиции

53. Укажите цифрами соответствующие звенья манипулятора



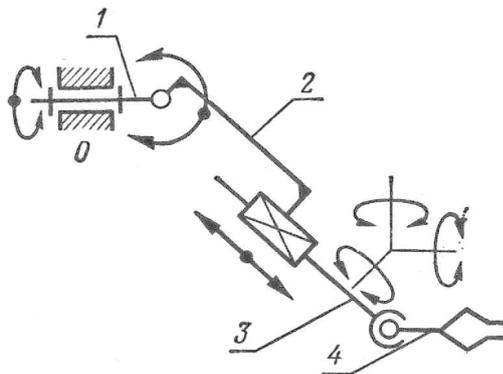
кисть,  
схват,  
станина  
рука,  
стол

54. Степень подвижности манипулятора, изображенного на схеме, равна



- 4
- 2
- 3
- 5

55. Степень подвижности манипулятора, изображенного на схеме, равна



- 6
- 4
- 3
- 5

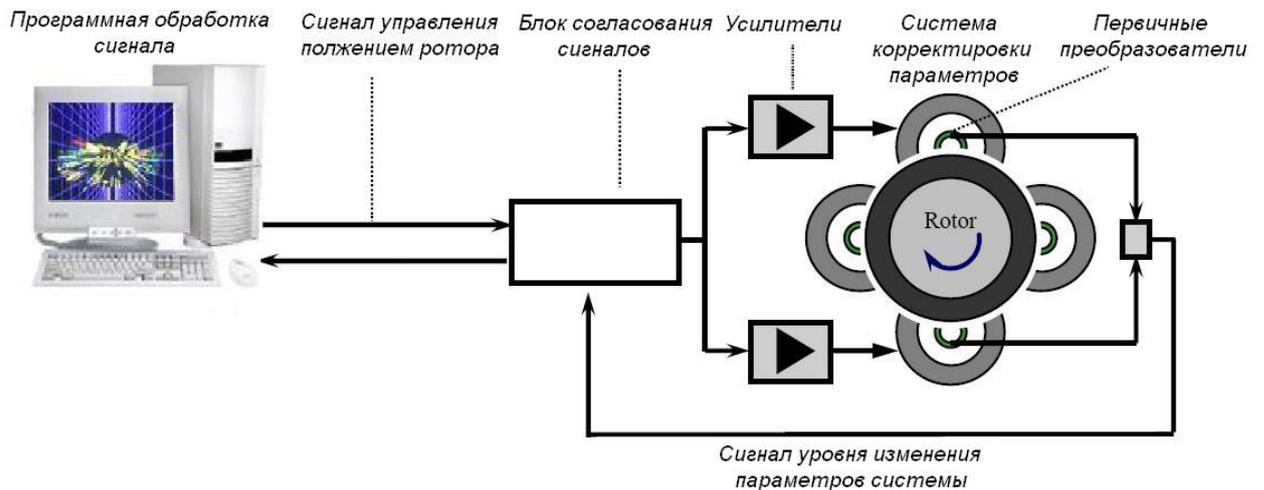
56. Объем, ограниченный поверхностью, огибающей все возможные положения схвата манипулятора, называется...

- Рабочий объем
- Маневренность
- Угол сервиса

57. \_\_\_\_\_ задача кинематики манипулятора состоит в определении положений и скоростей всех его звеньев по заданным значениям обобщённых координат (впишите ответ)

58. \_\_\_\_\_ задача о положениях манипулятора состоит в определении относительных координат звеньев манипулятора по заданным положениям объекта или жёстко связанного с ним схвата (впишите ответ)

59. На рисунке приведена схема....



Мехатронного подшипника  
 Антиблокировочной тормозной системы  
 Мобильного робота  
 Автоматического светофора

60. \_\_\_\_\_ - область науки и техники, основанная на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающими проектирование и производство качественно новых модулей, систем, машин и систем с интеллектуальным управлением их функциональными движениями (впишите ответ)

61. Выберите НЕВЕРНОЕ определение термина «мехатроника»

- наука об общих закономерностях получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах, будь то машины, живые организмы или общество.

- область науки и техники, основанная на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающими проектирование и производство качественно новых модулей, систем, машин и систем с интеллектуальным управлением их функциональными движениями

область науки и техники, основанная на системном объединении узлов точной механики, датчиков состояния внешней среды и самого объекта, источников энергии, исполнительных механизмов, усилителей, вычислительных устройств (микропроцессоры и ЭВМ).

- новая область науки и техники, посвященная созданию и эксплуатации машин и систем с компьютерным управлением движением, которая базируется на знаниях в области механики, электроники и микропроцессорной техники, информатики и компьютерного управления движением машин и агрегатов

62. Интеллектуальный уровень машин ежегодно

- Возрастает
- Снижается
- Остается без изменений

63. функционально и конструктивно самостоятельное изделие, предназначенное, как правило, для реализации заданных движений, с взаимопроникновением и синергетической аппаратно-программной интеграцией составляющих его элементов, имеющих различную физическую природу, называется...

- мехатронным модулем
- механизмом

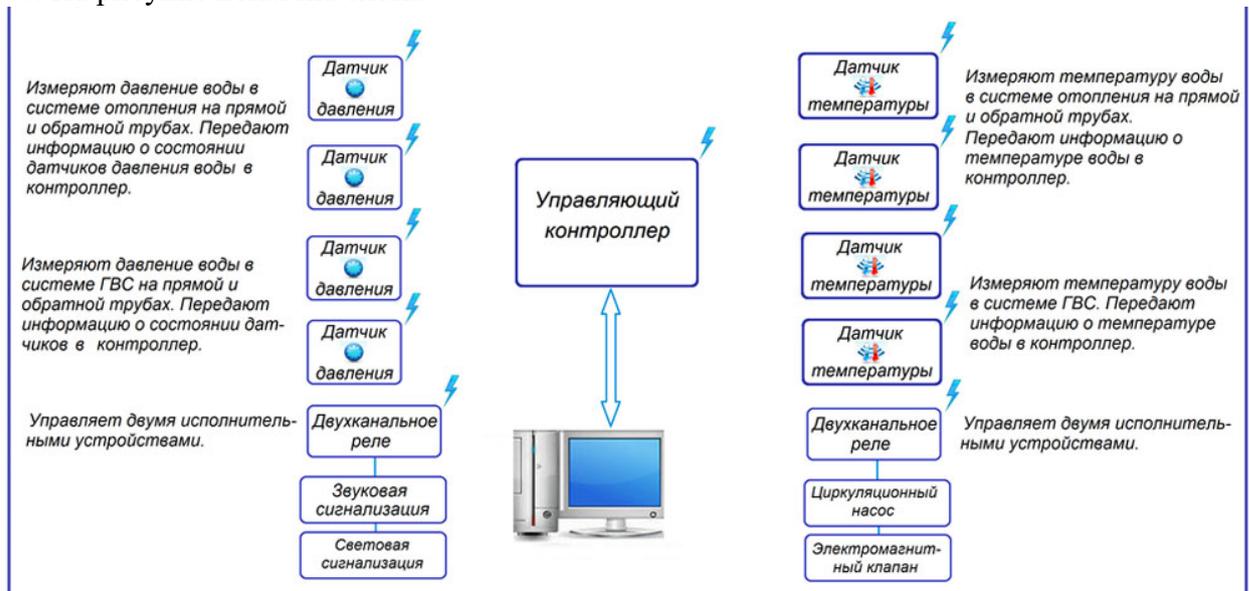
- приводом
- машиной

64. единый комплекс электромеханических, электрогидравлических, электронных элементов и средств вычислительной техники, между которыми осуществляется постоянный обмен энергией и информацией, объединённый общей системой автоматического управления, обладающей элементами искусственного интеллекта, называется

- мехатронной системой
- механизмом
- приводом
- машиной

65. \_\_\_\_\_ область науки и техники, ориентированная на создание роботов и робототехнических систем, предназначенных для автоматизации сложных технологических процессов и операций, в том числе, выполняемых в недетерминированных условиях, для замены человека при выполнении тяжёлых, утомительных и опасных работ (впишите ответ)

66. На рисунке показана схема



Автоматизированной системы теплового пункта

Мобильного робота

Мехатронного подшипника

Автоматического шлагбаума

67. механические звенья и передачи, рабочий орган, электродвигатели и дополнительные электротехнические элементы входят в состав ... части мехатронной системы

электромеханической

сенсорной

электронной

компьютерной

68. микроэлектронные устройства, силовые преобразователи входят в состав .... части мехатронной системы

электронной

электромеханической

сенсорной  
компьютерной

69. компьютер верхнего уровня и контроллеры управления движением входят в состав ....  
части мехатронной системы

компьютерной  
электронной  
электромеханической  
сенсорной

70. укажите соответствие между компонентами и подсистемами мехатронной системы

механические звенья и передачи, рабочий орган, электродвигатели и дополнительные электротехнические элементы	сенсорная
микроэлектронные устройства, силовые преобразователи	Электронная
компьютер верхнего уровня и контроллеры управления движением	Электромеханическая
	компьютерная

71. сложность управления и малая грузоподъемность является главным недостатком ...  
приводов  
пневматических  
электрических  
гидравлических

72. локомотивные способности характерны для ...  
мобильных роботов  
промышленных манипуляторов  
промышленных роботов

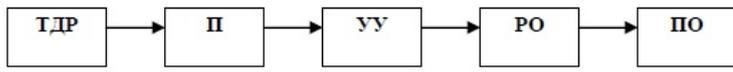
73. К основным электромеханическим характеристикам мехатронных модулей не относится...

габаритные размеры  
мощность  
момент частота вращения  
скорость линейного перемещения  
тяговая сила

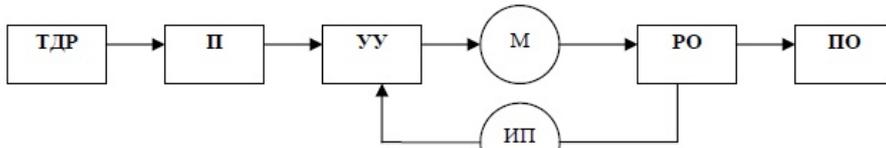
74. наличие устройств подачи охлаждающей жидкости в зону обработки относится к ...  
характеристикам мехатронного модуля

дополнительным технологическим
основным технологическим
электромеханическим
кинематическим

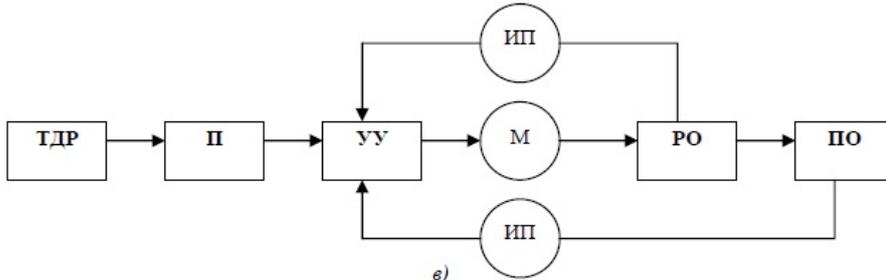
75. Разомкнутая схема системы программного управления приведена на рисунке



a)



б)

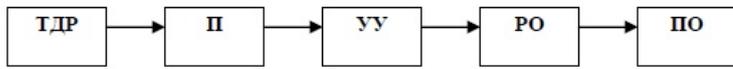


в)

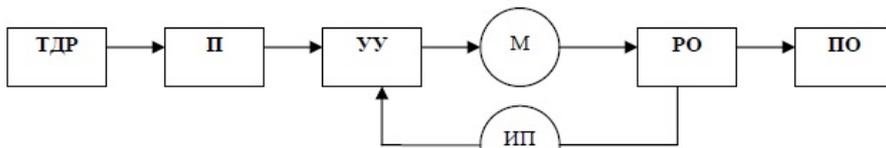
....

- А
- Б
- В
- Ни на одном

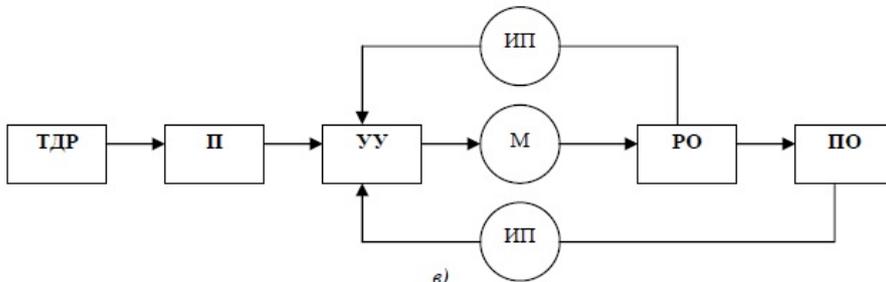
76. Адаптивная схема системы программного управления приведена на рисунке ....



a)



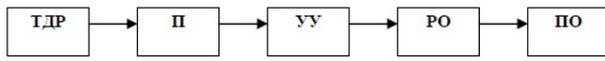
б)



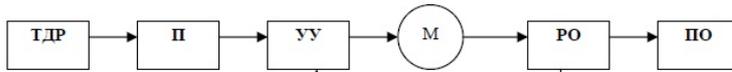
в)

- В
- А
- Б
- Ни на одном

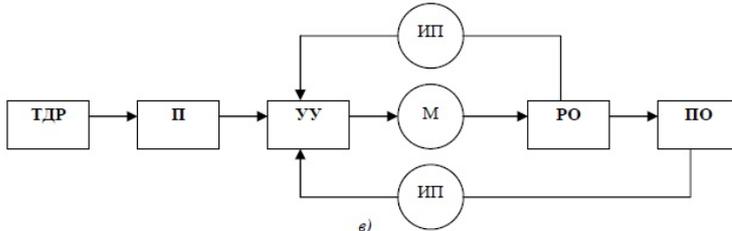
77. Замкнутая (с обратной связью) схема системы программного управления приведена на рисунке ....



a)



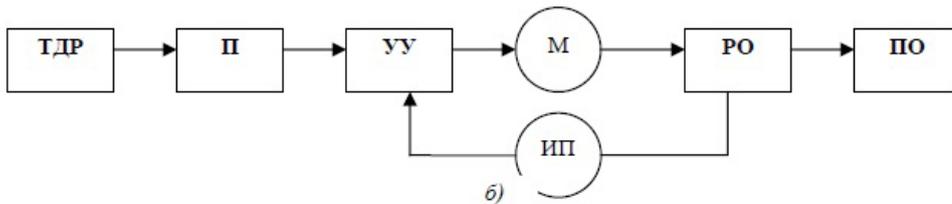
б)



в)

- Б
- А
- В
- Ни на одном

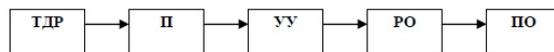
78. На рисунке приведен пример .... схемы системы программного управления



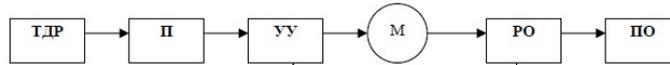
б)

- замкнутой с обратной связью
- разомкнутой
- адаптивной
- интеллектуальной

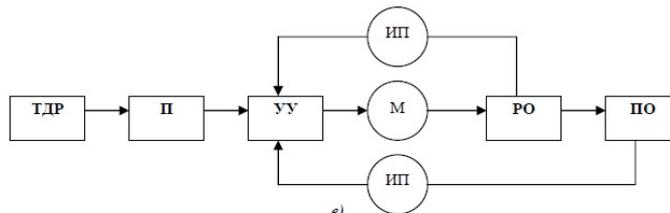
79. Найдите соответствие между рисунками и схемами систем программного управления



a)



б)

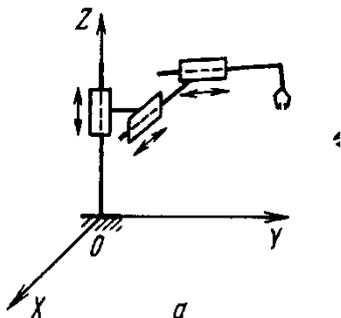


в)

А	замкнутая с обратной связью
Б	Разомкнутая

В	Адаптивная
	интеллектуальная

80. степень подвижности манипулятора, изображенного на рисунке, равна ...

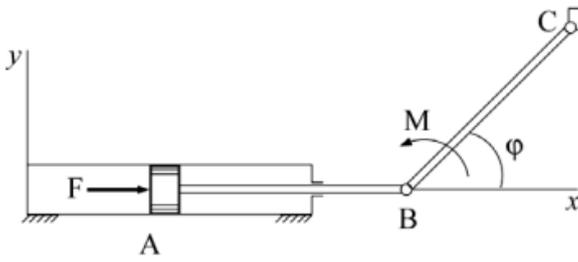


- 3
- 2
- 1
- 4

Шкала оценивания результатов тестирования: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016). Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6). Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи. Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по \_\_\_\_\_ шкале (указать нужное: по 5-балльной шкале или дихотомической шкале) следующим образом (привести одну из двух нижеследующих таблиц): не зачтено Критерии оценивания результатов тестирования: Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – 2 балла, не выполнено – 0 баллов.

### 2.3 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

### Задача 1



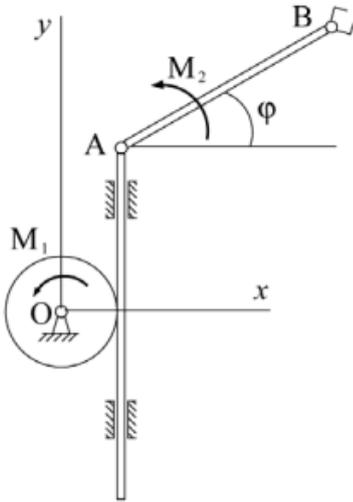
Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса поршня А вместе со штоком АВ равна  $m_1$ , масса схвата С равна  $m_2$ , длина невесомого звена  $BC = l$ ,  $F_x = -a_1\dot{x} - b_1x$ , момент:  $M_z = M_{0z} + U_z - a_2\dot{\varphi}$ , управление  $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$ ,

$a_1, a_2, b_1, N$  – константы. За обобщенные координаты принять угол  $\varphi$  и координату  $x$  поршня А, отсчитываемую от положения равновесия.

*Требуется:*

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить  $M_{0z}$  из условия равновесия при  $x = 0$ ,  $\varphi = \varphi_0$  и  $U_z = 0$ .
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

### Задача 2

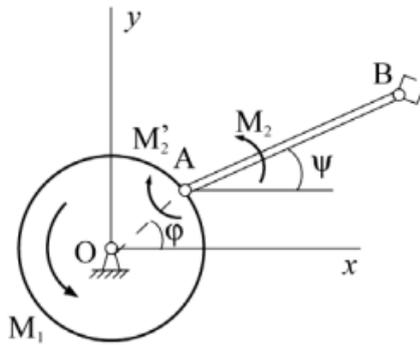


Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса колеса  $m_1$ , его радиус  $r$ , масса схвата  $m_2$ , длина звена  $AB = l$ , его массой и массой рейки пренебречь; моменты  $M_{1z} = M_{01z} - a_1\omega_{1z}$ ,  $M_{2z} = M_{02z} + U_z - a_2\dot{\varphi}$ , управление  $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$ ,  $a_1, a_2, N$  – константы. За обобщенные координаты принять угол  $\varphi$  и координату  $y$  точки А, отсчитываемую от положения равновесия.

*Требуется:*

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить  $M_{01z}, M_{02z}$  из условия равновесия при  $y = 0$ ,  $\varphi = \varphi_0$  и  $U_z = 0$ .
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

### Задача 3

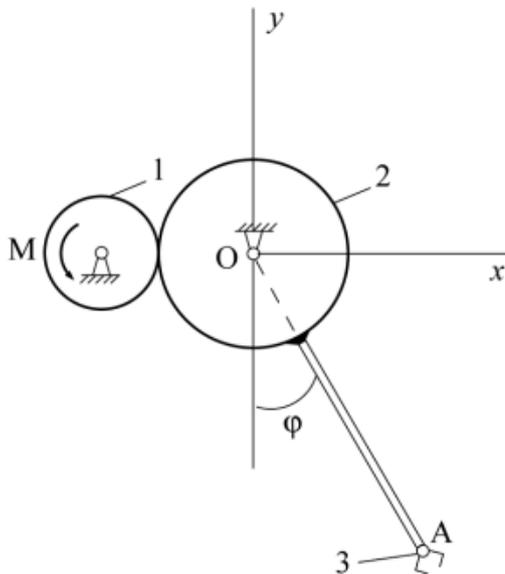


Манипулятор типа «Скара» работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса диска  $m_1$ , его радиус  $r$ ; масса схвата В  $m_2$ , длина звена АВ равна  $2r$ , его массой пренебречь; моменты:  $M_{1z} = M_{01z} + U_z - \mu_1 \dot{\varphi}$ ,  $M_{2z} = M_{02z} - \mu_2 \dot{\psi}$ ,  $M'_{2z} = -M_{2z}$ ,  $\mu_1, \mu_2, N$  – константы; управление  $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$ . За обобщенные координаты принять углы  $\varphi$  и  $\psi$ .

*Требуется:*

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить  $M_{01z}$  и  $M_{02z}$  из условия равновесия при  $\psi = 0$ ,  $\varphi = \varphi_0$  и  $U_z = 0$ .
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

### Задача 4

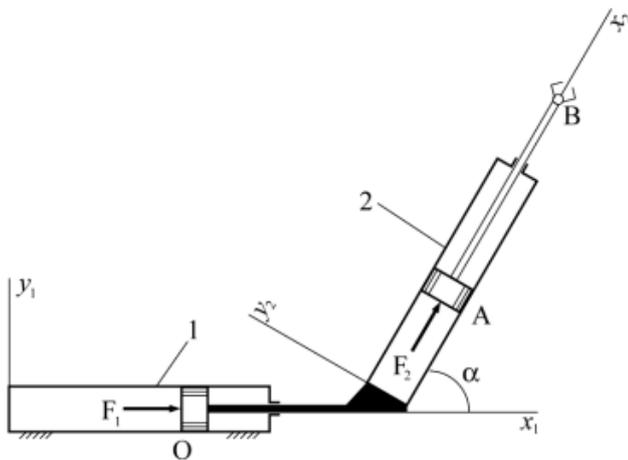


Одностепенной манипулятор работает в вертикальной плоскости. Дано:  $m_1, m_2, m_3, r, R, OA=l$ . Момент двигателя:  $M_z = M_{0z} + U_z - \mu \omega_{1z}$ , управление:  $U_z = N(\varphi - \varphi_0)$ ,  $\mu, N$  – константы. За обобщенную координату принять угол  $\varphi$ .

*Требуется:*

1. Составить уравнение движения в форме Лагранжа.
2. Определить  $M_{0z}$  из условия равновесия при  $\varphi = \varphi_0$  и  $U_z = 0$ .
3. Линеаризовать уравнение в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости позиционирования.

### Задача 5

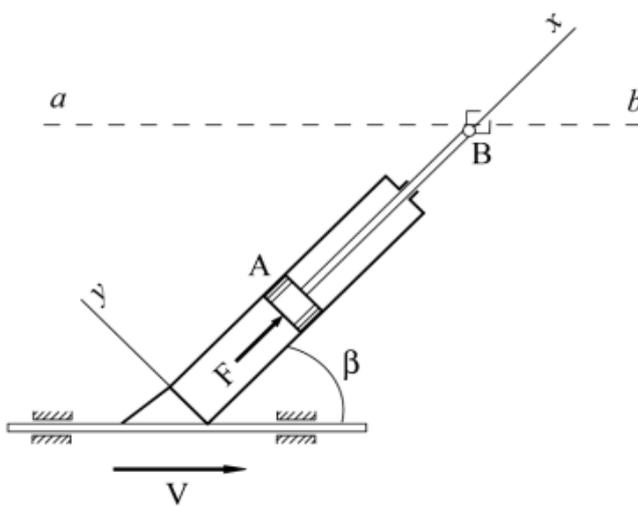


Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса поршня А, штока АВ и схвата В равна  $m_2$ ; масса поршня О, штока и цилиндра 2 равна  $m_1$ ;  $F_{1x_1} = -bx_1$ ,  $F_{2x_2} = U_{x_2} - a\dot{x}_2$ , управление  $U_{x_2} = -Nx_2$ ,  $a, b, N$  - константы. Угол между осями цилиндров  $\alpha$ . За обобщенные принять координаты  $x_1, x_2$  поршней О и А соответственно, отсчитываемые от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать характеристический полином полученной линейной системы.
3. Найти условия устойчивости позиционирования (по Гурвицу).

### Задача 6



Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что цилиндр движется с постоянной скоростью  $V$ , направленной под углом  $\beta$  к оси  $x$ . Схват В движется вблизи линии  $ab$ . Масса поршня А, штока АВ и схвата В равна  $m$ , сила  $F = U_x - ax\dot{x}$ , управление  $U_x = -Nx$ ,  $a, N$  - константы. За обобщенную координату принять координату  $x$ , отсчитываемую от положения схвата В на траектории  $ab$ .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
3. Найти условие устойчивости движения схвата по линии  $ab$ .

Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016). Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования. Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале или дихотомической шкале

Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена