

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 14.09.2023 15:04:43

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

Утверждаю:

Зав. кафедрой механики, мехатроники
и робототехники

 С.Ф. Яцун

« 31 » 09 2023 г.

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

Моделирование и исследование мехатронных систем и роботов

(наименование дисциплины)

15.04.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование ОПОП ВО)

Курск – 2023

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

Контрольные вопросы по теме «Введение. Цель, задачи и математического моделирования»

1. Назовите предмет курса «Моделирование и исследование мехатронных систем и роботов»
2. Сформулируйте цель изучения дисциплины «Моделирование и исследование мехатронных систем и роботов»
3. Назовите задачи курса «Моделирование и исследование мехатронных систем и роботов»

Контрольные вопросы по теме «Математические модели. Научная картина мира»

4. Что такое современная научная картина мира?
5. Какие дисциплины и области знаний формируют представление о современной научной картине мира?
6. Какую роль играет теоретическая наука применительно к математическому моделированию?
7. Какую роль играет экспериментальная наука применительно к математическому моделированию?
8. Назовите принципы построения математических моделей.
9. Что влияет на точность математической модели?
10. Как составляются математические модели многозвенных механизмов?
11. Какие области знаний используются при построении математических моделей?

Контрольные вопросы по теме «Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования мехатронных систем и устройств»

12. Знания из каких разделов математики и физики используются при построении математических моделей?
13. Назовите основные результаты и методы теоретической механики, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.

14. Назовите основные результаты и методы теории численных методов, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
15. Назовите основные результаты и методы теоретической физики, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
16. Назовите основные результаты и методы теории автоматического управления, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
17. Приведите примеры использования методов теоретической механики в математическом моделировании.
18. Приведите примеры использования методов теории численных методов в математическом моделировании.
19. Приведите примеры использования методов теоретической физики в математическом моделировании.
20. Приведите примеры использования методов теории автоматического управления в математическом моделировании.

Контрольные вопросы по теме «Составление математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули»

21. Что представляет из себя математическая модель робота или робототехнической системы?
22. Назовите основные этапы составления математической модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули.
23. Назовите основные требования, предъявляемые к расчетным схемам, используемым при составлении математических моделей мехатронных и робототехнических систем.
24. Назовите основные способы получения дифференциальных уравнений движения робототехнических мехатронных и робототехнических систем.
25. Назовите основные способы решения уравнений движения робототехнических мехатронных и робототехнических систем численными методами.

Контрольные вопросы по теме «Использование программных пакетов, разработка нового программного обеспечения, в математическом моделировании»

26. Приведите примеры использования программных пакетов, в математическом моделировании.
27. Назовите программные пакеты, используемые для моделирования движения многосвязных механизмов.
28. Назовите программные пакеты, используемые для моделирования робототехнических систем и роботов.
29. Назовите программные пакеты, используемые для моделирования электромеханических систем.
30. Назовите программные пакеты математического моделирования общего назначения.
31. Назовите программные пакеты, реализующие блочное моделирование.
32. Назовите особенности использования программных пакетов математического моделирования.
33. Приведите примеры случаев, когда необходима разработка нового программного обеспечения для математического моделирования.
34. Назовите среды, используемые для разработки программного обеспечения математического моделирования.

Контрольные вопросы по теме «Методики проведения экспериментов»

35. Опишите методы проведения численных экспериментов.
36. Опишите методы проведения натуральных экспериментов.
37. Что такое план эксперимента?
38. Цели и задачи проведения численных экспериментов в мехатронике и робототехнике, применительно к задачам математического моделирования.
39. Цели и задачи проведения натуральных экспериментов в мехатронике и робототехнике, применительно к задачам математического моделирования.
40. Каким образом проводятся эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем?
41. Каким образом проводится обработка результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств?

Контрольные вопросы по теме «Внедрение на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей»

42. Опишите методы внедрения на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей
43. Приведите примеры внедрения на практике результатов математического моделирования.
44. Приведите примеры использования результатов математического моделирования при проектировании мобильных роботов.
45. Приведите примеры использования результатов математического моделирования при проектировании манипуляторов.
46. Как происходит обеспечение защиты прав на объекты интеллектуальной собственности?

Шкала оценивания: 5-балльная.

Критерии оценивания:

5 баллов (или оценка «**отлично**») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

4 балла (или оценка «**хорошо**») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

3 балла (или оценка «**удовлетворительно**») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения;

неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1 Банк вопросов и заданий в тестовой форме

1. Математическая модель робота как правило включает:

- а) Уравнения динамики робота
- б) Уравнения кинематики робота
- в) Чертеж робота
- г) Описание упаковки робота
- е) Инструкцию по применению робота

2. Уравнения динамики робота как правило представляют из себя:

- а) дифференциальные уравнения или алгебро-дифференциальные уравнения
- б) алгебраические уравнения
- в) уравнения Риккати
- г) уравнения Бернулли

3. Уравнения кинематики робота как правило представляют из себя:

- а) дифференциальные уравнения
- б) алгебраические уравнения
- в) уравнения Риккати
- г) уравнения Бернулли

4. Для составления уравнений динамики робота используя уравнения Лагранжа второго рода используются:

- а) полярные координаты центра масс робота
- б) обобщенные координаты
- в) декартовы координаты схвата манипулятора

г) декартовы координаты центра масс робота

5. Для составления уравнений динамики робота используя уравнения Лагранжа не требуется:

- а) нахождения кинетической энергии
- б) нахождения реакций опор
- в) нахождения потенциальной энергии
- г) нахождения обобщенной матрицы инерции

6. При составлении уравнений динамики робота с явными механическими связями можно использовать следующие уравнения:

- а) уравнения Ньютона
- б) уравнения Ляпунова
- в) уравнения Циолковского
- г) уравнения Лагранжа со множителями

7. Следующие пакеты математического моделирования могут использоваться при моделировании роботов с жёсткими звеньями, при условии, что требуется исследовать управляемое движение роботов:

- а) MATLAB
- б) Mathcad
- в) SolidWorks
- г) КОМПАС

8. Следующие пакеты математического моделирования могут использоваться

при моделировании роботов с жёсткими звеньями, при условии, что требуется исследовать звенья роботов на прочность в статике:

- а) MATLAB
- б) Mathcad

- в) SolidWorks
- г) КОМПАС
- д) ExpressPCB

9. Следующие пакеты математического моделирования являются математическими пакетами общего назначения:

- а) MATLAB
- б) Mathcad
- в) SolidWorks
- г) КОМПАС
- д) ExpressPCB

10. Следующие пакеты математического моделирования являются математическими пакетами для моделирования роботов:

- а) MATLAB
- б) Mathcad
- в) SolidWorks
- г) КОМПАС
- д) Gazebo
- е) V-REP

11. Следующие пакеты математического моделирования поддерживают блочное программирование.

- а) MATLAB
- б) Mathcad
- в) SolidWorks
- г) КОМПАС
- д) Gazebo
- е) V-REP

12. Следующие пакеты математического моделирования поддерживают программирование на языке C:

- a) MATLAB
- б) Mathcad
- в) SolidWorks
- г) КОМПАС
- д) Gazebo
- е) V-REP

13. Следующие пакеты математического моделирования поддерживают программирование на языке Lua :

- a) MATLAB
- б) Mathcad
- в) SolidWorks
- г) КОМПАС
- д) Gazebo
- е) V-REP

14. Следующие пакеты математического моделирования поддерживают запись структуры роботов в формате URDF:

- a) MATLAB
- б) Mathcad
- в) SolidWorks
- г) КОМПАС
- д) Gazebo
- е) V-REP

15. В уравнении Лагранжа $\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\mathbf{q}}} - \frac{\partial T}{\partial \mathbf{q}} = \mathbf{Q}$ символ T означает:

- а) механическую энергию системы
- б) кинетическую энергию системы
- в) матрицу поворота
- г) матрицу перемещения

16. В уравнении Лагранжа $\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\mathbf{q}}} - \frac{\partial T}{\partial \mathbf{q}} = \mathbf{Q}$ символ \mathbf{Q} означает:

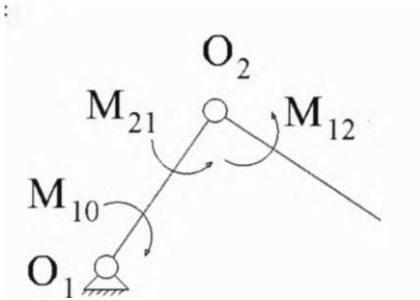
- а) обобщенные гравитационные силы
 - б) обобщенные моменты электродвигателей
 - в) обобщенные диссипативные силы
 - г) обобщенные активные внешние силы
- б/ дТ дТ

17. В уравнении Лагранжа $\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial T}{\partial q} = Q$ символ q означает:

- а) вектор обобщенных моментов
- б) обобщенные моменты электродвигателей
- в) вектор обобщенных координат
- г) обобщенные активные внешние силы

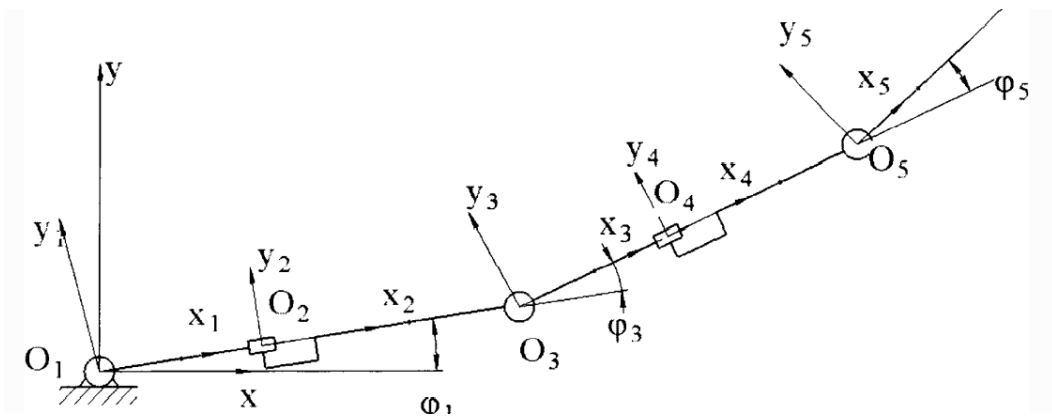
18. Для описания динамики манипулятора с активными шарнирами (вращательными парами 5-ого класса, см рисунок) достаточно

- а) трех обыкновенных дифференциальных уравнений
- б) пяти обыкновенных дифференциальных уравнений
- в) 10 обыкновенных дифференциальных уравнений
- г) двух обыкновенных дифференциальных уравнений
- д) двух дифференциальных уравнений в частных производных



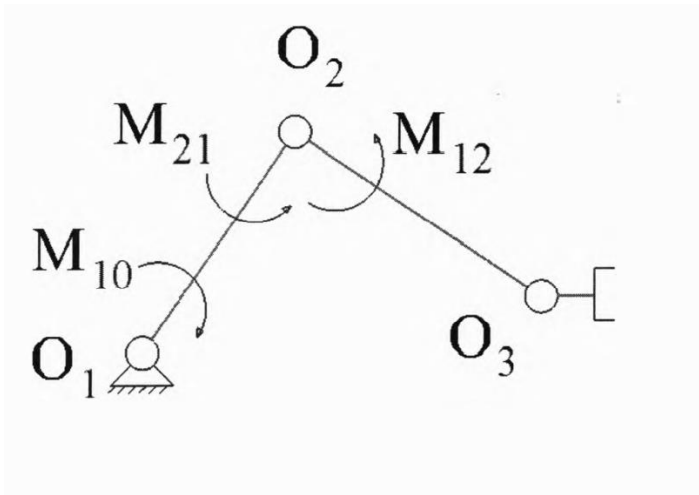
19. Для описания динамики манипулятора с активными шарнирами (вращательными парами 5-ого класса, см рисунок) достаточно:

- а) трех обыкновенных дифференциальных уравнений
- б) пяти обыкновенных дифференциальных уравнений
- в) 10 обыкновенных дифференциальных уравнений
- г) двух обыкновенных дифференциальных уравнений
- д) двух дифференциальных уравнений в частных производных



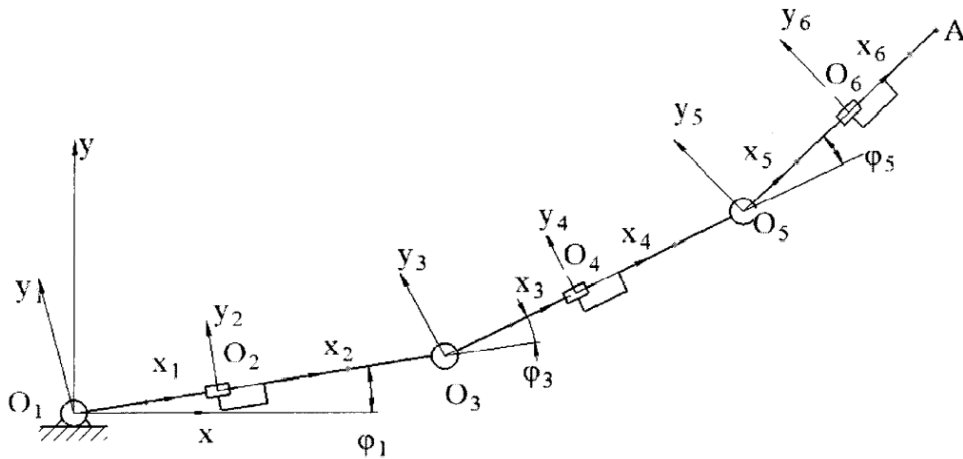
20. Для описания динамики манипулятора с активными шарнирами (вращательными парами 5-ого класса, см рисунок) достаточно:

- а) трех обыкновенных дифференциальных уравнений
- б) пяти обыкновенных дифференциальных уравнений
- в) 10 обыкновенных дифференциальных уравнений
- г) двух обыкновенных дифференциальных уравнений
- д) двух дифференциальных уравнений в частных производных



21. Для описания динамики манипулятора с активными шарнирами (вращательными парами 5-ого класса, см рисунок) достаточно

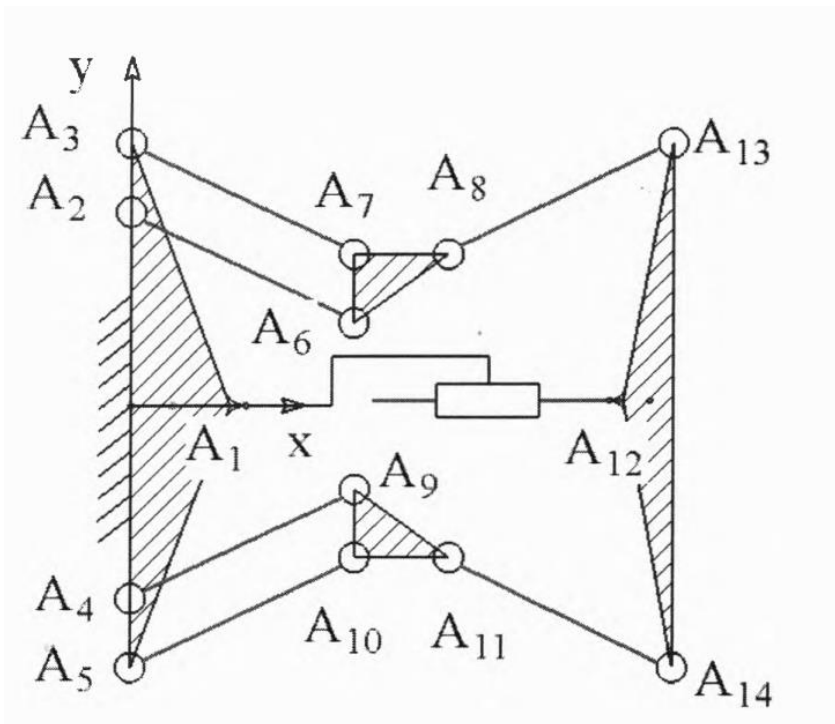
- а) трех обыкновенных дифференциальных уравнений
- б) шести обыкновенных дифференциальных уравнений
- в) 10 обыкновенных дифференциальных уравнений
- г) двух обыкновенных дифференциальных уравнений
- д) двух дифференциальных уравнений в частных производных



22. Механизм, показанный на рисунке, имеет именно столько степеней

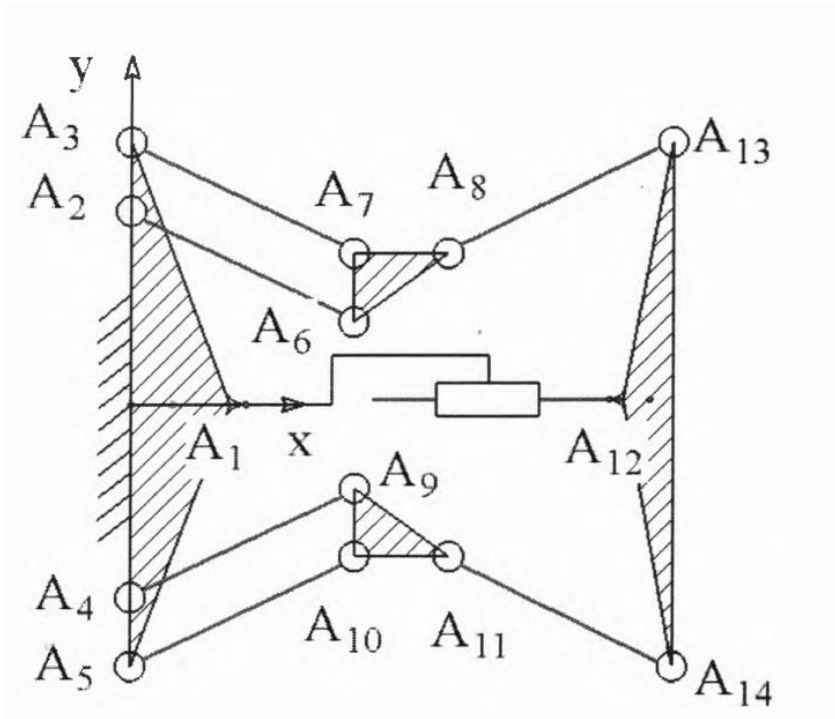
свободы:

- а) одну
- б) две
- в) семь
- б) десять



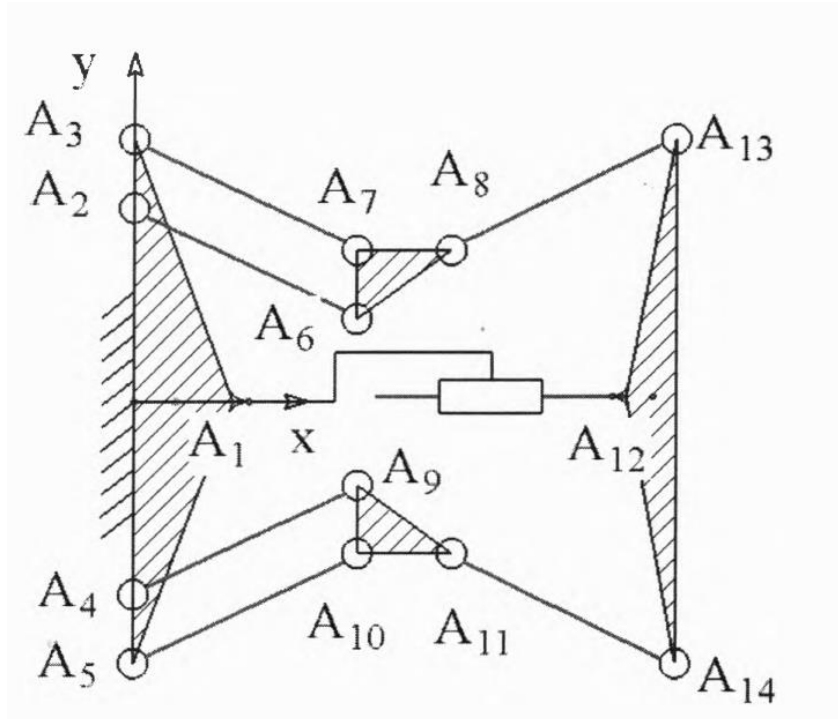
23. Математическая модель механизма, показанного на рисунке, может быть составлена с использованием:

- а) уравнений Лагранжа со связями
- б) уравнений Ньютона и динамических уравнений Эйлера
- в) уравнений Максвелла
- г) уравнений Лагранжа второго рода
- д) уравнений Кирхгофа



24. Функция *sum* позволяет:

- а) создать символьную переменную в среде MATLAB
- б) создать численную переменную в среде MATLAB
- в) получить случайное число в среде MATLAB
- г) получить матрицу нулей в среде MATLAB



25. Функция *jacobian* позволяет:

- а) найти частную производную от численного выражения в среде MATLAB
- б) найти определитель матрицы Якоби в среде MATLAB
- в) найти Якобиан в среде MATLAB
- г) найти матрицу Гессе в среде MATLAB

26. Функция *subs* позволяет:

- а) найти частную производную от численного выражения в среде MATLAB
- б) осуществить подстановку в символьное выражение в среде MATLAB
- в) найти Якобиан в среде MATLAB
- г) найти матрицу Гессе в среде MATLAB

27. Функция rand позволяет):

- а) найти частную производную от численного выражения в среде MATLAB
- б) осуществить подстановку в символьное выражение в среде MATLAB
- в) получить случайное число в среде MATLAB
- г) найти матрицу Гессе в среде MATLAB

Примеры.

Задание в закрытой форме:

В уравнении Лагранжа $\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\mathbf{q}}} - \frac{\partial T}{\partial \mathbf{q}} = \mathbf{Q}$ символ \mathbf{q} означает:

- а) вектор обобщенных моментов
- б) обобщенные моменты электродвигателей
- в) вектор обобщенных координат**
- г) обобщенные активные внешние силы

Задание в открытой форме:

Дано дифференциальное уравнение: $7\ddot{x} - 3\dot{x} - 5 = -8\cos(6t) + 5t$.

Начальные условия моделирования: $t = 0$, $x(0) = -6$, $\dot{x}(0) = 7$. Нарисовать схему решения дифференциального уравнения, используя метод блочного моделирования MATLAB/Simulink, и рассчитать постоянные интеграторов.

Задание на установление правильной последовательности,

Правильно расположите в нужной последовательности элементы оператора rkfixed численного интегрирования дифференциального уравнения с постоянным шагом методом Рунге-Кутты 4-го порядка: rkfixed(T_k , N , D , T_n , A), где T_k , - конечное время интегрирования, N – количество расчетных точек, D – вектор-столбец представления дифуравнения в форме Коши, T_n – начальное время интегрирования, A – вектор-столбец начальных значений.

Задание на установление соответствия:

Пусть закон перемещения центра масс робота вдоль оси Ox задан уравнением $q(t)$. Найдите соответствие между $q(t)$ и его описанием

1) $q = 5e^{-10t}$

2) $q = 20e^{0.2t}$

3) $q = 20e^{-0.2t} (\sin(2t) + \cos(5t))$

а) монотонно нарастающим

б) колебательным, с затухающими колебаниями

в) монотонно убывающим к нулю

2.2 Кейс-задания

1. Двухзвенный манипулятор толкает ящик в горизонтальном направлении (см рисунок). Масса первого звена - 10 кг, масса второго - 7 кг. Приводы установлены только в шарнирах O_1 и O_2 .

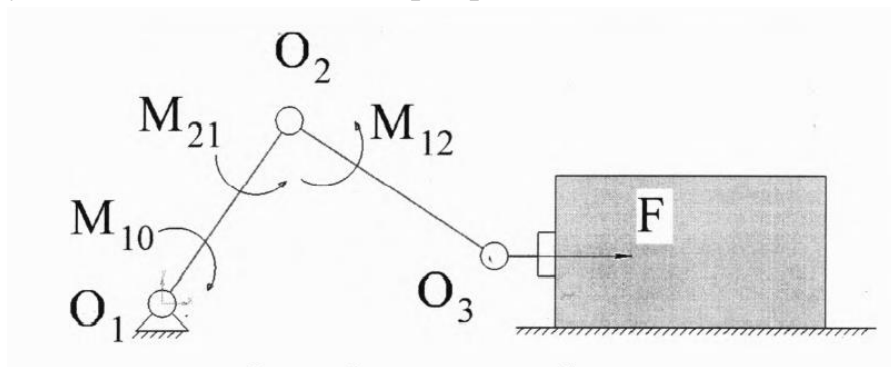


Рисунок Расчетная схема робота

Задача 1. Вычислить значения M_{10} и M_{12} , обеспечивающие:

- вариант 1.1: $F = 10$ Н.
- вариант 1.2: $F = 12$ Н. ,
- вариант 1.3: $F = 23$ Н.
- вариант 1.4: $F = 27$ Н.
- вариант 1.5: $F = 1$ Н.
- вариант 1.6: $F = 2$ Н.
- вариант 1.7: $F = 5$ Н.
- вариант 1.8: $F = 14$ Н.

- вариант 1.9: $F = 6 \text{ Н}$.
- вариант 1.10: $F = 15 \text{ Н}$.
- вариант 1.11: $F = 35 \text{ Н}$.
- вариант 1.12: $F = 32 \text{ Н}$.
- вариант 1.13: $F = 37 \text{ Н}$.
- вариант 1.14: $F = 40 \text{ Н}$.
- вариант 1.15: $F = 8 \text{ Н}$.

Задача 2. Предложить набор обобщенных координат, определяющих положение робота:

- вариант 2.1 Использовать абсолютные углы поворота
- вариант 2.2 Использовать относительные углы поворота
- вариант 2.3 Использовать систему обозначений Денавита-Хартенберга

Задача 3. Записать уравнения кинематики манипулятора в письменном виде.

- вариант 3.1 Решить прямую задачу кинематики для схвата робота
- вариант 3.2 Решить обратную задачу кинематики для схвата робота
- вариант 3.3 Найти выражения для угловых скоростей каждого звена робота.
- вариант 3.4 Найти выражения для угловых ускорений каждого звена робота.
- вариант 3.5 Найти выражения для скоростей центров масс каждого звена робота.
- вариант 3.6 Найти выражения для ускорений центров масс каждого звена робота.
- вариант 3.6 Найти выражение для матрицы Якоби для схвата робота.

Задача 4. Записать уравнения динамики манипулятора в письменном виде.

- вариант 4.1 Записать уравнения движения робота полагая, что трением в шарнирах и массой схвата можно пренебречь. Использовать уравнения Лагранжа второго рода.
- вариант 4.2 Записать уравнения движения робота полагая, что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально относительной угловой скорости звеньев. Использовать уравнения Лагранжа второго рода.
- вариант 4.3 Записать уравнения движения робота полагая, что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально квадрату относительной угловой скорости звеньев. Использовать уравнения Лагранжа второго рода.
- вариант 4.4 Записать уравнения движения робота полагая, что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально квадрату

относительной угловой скорости звеньев. Использовать уравнения Лагранжа второго рода.

- вариант 4.5 Записать уравнения движения робота полагая что трением в шарнирах и массой схвата можно пренебречь. Использовать уравнения Ньютона и динамические уравнения Эйлера.
- вариант 4.6 Записать уравнения движения робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально относительной угловой скорости звеньев. Использовать уравнения Ньютона и динамические уравнения Эйлера.
- вариант 4.7 Записать уравнения движения робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально квадрату относительной угловой скорости звеньев. Использовать уравнения Ньютона и динамические уравнения Эйлера.
- вариант 4.8 Записать уравнения движения робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально квадрату относительной угловой скорости звеньев. Использовать уравнения Ньютона и динамические уравнения Эйлера.

Задача 5. Составить математическую модель робота в среде математического моделирования:

- вариант 5.1 Составить модель робота полагая, что трением в шарнирах и массой схвата можно пренебречь. Использовать символьные методы.
- вариант 5.2 Составить модель робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально относительной угловой скорости звеньев. Использовать символьные методы.
- вариант 5.3 Составить модель робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально квадрату относительной угловой скорости звеньев. Использовать символьные методы.
- вариант 5.4 Составить модель робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально квадрату относительной угловой скорости звеньев. Использовать символьные методы.
- вариант 5.5 Составить модель робота полагая что трением в шарнирах и массой схвата можно пренебречь. Использовать блочное или традиционное программирование.
- вариант 5.6 Составить модель робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально относительной угловой скорости звеньев. Использовать блочное или традиционное программирование.

- вариант 5.7 Составить модель робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально квадрату относительной угловой скорости звеньев. Использовать блочное или традиционное программирование.
- вариант 5.8 Составить модель робота полагая что массой схвата можно пренебречь, а трение в шарнирах пропорционально квадрату относительной угловой скорости звеньев. Использовать блочное или традиционное программирование.

Задача 6. Провести математическое моделирование движения робота при, пренебрегая массой схвата, приняв коэффициенты вязкого трения равными $\mu_1 = 2$, $\mu_2 = 2$ и считая, что робот не касается груза:

- вариант 6.1 $M_{10}=0$ Нм и $M_{12}=0$ Нм
- вариант 6.2 $M_{10}=2$ Нм и $M_{12}=7$ Нм
- вариант 6.3 $M_{10}=25$ Нм и $M_{12}=20$ Нм
- вариант 6.4 $M_{10} \sim 3$ Нм и $M_{12}=1$ Нм
- вариант 6.5 $M_{10}=7$ Нм и $M_{12}=13$ Нм
- вариант 6.6 $M_{10}=13$ Нм и $M_{12}=37$ Нм
- вариант 6.7 $M_{10}=17$ Нм и $M_{12}=23$ Нм
- вариант 6.8 $M_{10}=22$ Нм и $M_{12}=27$ Нм
- вариант 6.9 $M_{10}=45$ Нм и $M_{12}=9$ Нм
- вариант 6.10 $M_{10}=3$ Нм и $M_{12}=8$ Нм
- вариант 6.11 $M_{10}=10$ Нм и $M_{12}=7$ Нм
- вариант 6.12 $M_{10}=20$ Нм и $M_{12}=21$ Нм
- вариант 6.13 $M_{10}=31$ Нм и $M_{12}=2$ Нм
- вариант 6.14 $M_{10}=23$ Нм и $M_{12}=1$ Нм
- вариант 6.15 $M_{10}=21$ Нм и $M_{12}=7$ Нм

Задача 7. Провести математическое моделирование движения робота при, пренебрегая массой схвата и считая, что робот не касается груза. Построить временные зависимости обобщенных координат:

- вариант 7.1 $M_{10} = 2(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 2(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.2 $M_{10} = 1.2(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 3(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$

- вариант 7.3 $M_{10} = 10(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 2.9(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.4 $M_{10} = 11(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 7(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.5 $M_{10} = 2.7(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 10.5(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.6 $M_{10} = 5.5(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 3.5(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.7 $M_{10} = 4.5(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 4.5(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.8 $M_{10} = 7.7(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 11(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.9 $M_{10} = 3(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 12(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.10 $M_{10} = 4.5(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 5(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.11 $M_{10} = 5.5(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 2.5(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.12 $M_{10} = 13(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 14(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.13 $M_{10} = 12.7(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 20(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.14 $M_{10} = 13(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 10.4(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$
- вариант 7.15 $M_{10} = 13.5(\varphi_{10}^* - \varphi_{10})$ и $M_{21} = 11.5(\varphi_{21}^* - \varphi_{21})$

где φ_{10}^* и φ_{21}^* - желаемые значения обобщенных координат φ_{10} и φ_{21} ,

$$\frac{\pi}{3}, \varphi_{21}^* = \frac{\pi}{6}.$$

Задача 8. Вычислить F при:

- вариант 8.1 $M_{10}=0$ Нм и $M_{12}=0$ Нм
- вариант 8.2 $M_{10}=2$ Нм и $M_{12}=7$ Нм
- вариант 8.3 $M_{10}=25$ Нм и $M_{12}=20$ Нм
- вариант 8.4 $M_{10}=3$ Нм и $M_{12}=11$ Нм
- вариант 8.5 $M_{10}=7$ Нм и $M_{12}=13$ Нм
- вариант 8.6 $M_{10}=13$ Нм и $M_{12}=37$ Нм
- вариант 8.7 $M_{10}=17$ Нм и $M_{12}=23$ Нм
- вариант 8.8 $M_{10}=22$ Нм и $M_{12}=27$ Нм
- вариант 8.9 $M_{10}=45$ Нм и $M_{12}=9$ Нм
- вариант 8.10 $M_{10}=3$ Нм и $M_{12}=8$ Нм
- вариант 8.11 $M_{10}=10$ Нм и $M_{12}=7$ Нм
- вариант 8.12 $M_{10}=20$ Нм и $M_{12}=21$ Нм
- вариант 8.13 $M_{10}=31$ Нм и $M_{12}=2$ Нм
- вариант 8.14 $M_{10}=23$ Нм и $M_{12}=1$ Нм
- вариант 8.15 $M_{10}=21$ Нм и $M_{12}=7$ Нм

Задача 9. Задание для группы из 3 человек. Показать, как изменение массы звеньев робота влияет на временные зависимости обобщенных координат, получаемые при математическом моделировании.

- вариант 9.1 $m_1=10$ кг и $m_2=4$ кг
- вариант 9.2 $m_1=12$ кг и $m_2=25$ кг
- вариант 9.3 $m_1=15$ кг и $m_2=15$ кг
- вариант 9.4 $m_1=13$ кг и $m_2=13$ кг
- вариант 9.5 $m_1=4$ кг и $m_2=12$ кг
- вариант 9.6 $m_1=5$ кг и $m_2=7$ кг
- вариант 9.7 $m_1=7$ кг и $m_2=9$ кг
- вариант 9.8 $m_1=9$ кг и $m_2=11$ кг
- вариант 9.9 $m_1=19$ кг и $m_2=18$ кг
- вариант 9.10 $m_1=22$ кг и $m_2=23$ кг
- вариант 9.11 $m_1=5.5$ кг и $m_2=4$ кг
- вариант 9.12 $m_1=7$ кг и $m_2=17$ кг
- вариант 9.13 $m_1=2$ кг и $m_2=28$ кг
- вариант 9.14 $m_1=3$ кг и $m_2=12$ кг
- вариант 9.15 $m_1=3$ кг и $m_2=5$ кг

Задача 10. Задание для группы из 3 человек.

Показать, как изменение коэффициентов вязкого трения робота влияет на временные зависимости обобщенных координат, получаемые при математическом моделировании.

- вариант 10.1 $\mu_1 = 3, \mu_2 = 0.2$
- вариант 10.2 $\mu_1 = 0.2, \mu_2 = 0.2$
- вариант 10.3 $\mu_1 = 0.3, \mu_2 = 0.5$
- вариант 10.4 $\mu_1 = 1.3, \mu_2 = 0.15$
- вариант 10.5 $\mu_1 = 1.55, \mu_2 = 0.7$
- вариант 10.6 $\mu_1 = 1.25, \mu_2 = 0.75$
- вариант 10.7 $\mu_1 = 1, \mu_2 = 0.35$
- вариант 10.8 $\mu_1 = 0.45, \mu_2 = 0.32$
- вариант 10.9 $\mu_1 = 0.45, \mu_2 = 0.15$
- вариант 10.10 $\mu_1 = 2, \mu_2 = 0.13$
- вариант 10.11 $\mu_1 = 1.55, \mu_2 = 1$

- вариант 10.12 $\mu_1 = 0.3$, $\mu_2 = 0.75$
- вариант 10.13 $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 0.45$
- вариант 10.14 $\mu_1 = 1.25$, $\mu_2 = 0.13$
- вариант 10.15 $\mu_1 = 0.3$, $\mu_2 = 0.35$

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 дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по дихотомической шкале</i>
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

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

1. Составить математическую модель плоского двухзвенного механизма.

- а) Показать расчетную схему)
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

2. Составить математическую модель плоского трехзвенного механизма.

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

3. Составить математическую модель вибрационного робота.

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

4. Составить математическую модель руки-манипулятора.

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

5. Составить математическую модель трехзвенного робота-змеи

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

6. Составить математическую модель трехзвенного прыгающего робота

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

7. Составить математическую модель вибрационного внутритрубного робота

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

8. Составить математическую модель поворотной платформы с двумя степенями свободы

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

9. Составить математическую модель гусенице-подобного робота

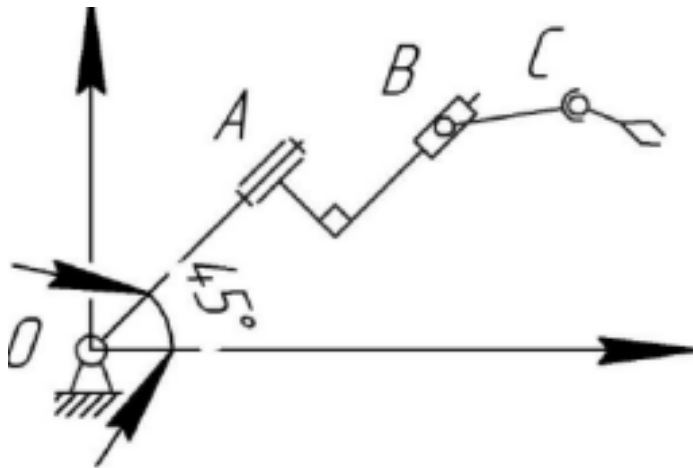
- а) Показать расчетную схему. (ПК-1)
- б) Записать уравнения движения в общем виде.

- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

10. Составить математическую модель схвата манипулятора

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

11. Компетентностно-ориентированная задача



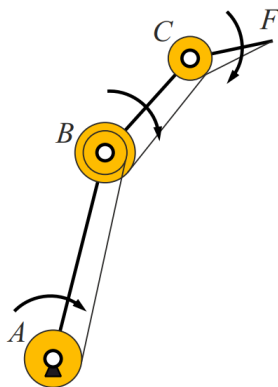
Составить блок-схему модели объекта, представленного на рисунке, средствами пакета SimMechanics/Simulink/MATLAB. Геометрические размеры, параметры объекта и начальные условия принять самостоятельно.

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.

е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

12. Компетентностно-ориентированная задача

Моделирование и исследование 3R-робота



На рисунке изображён плоский робот-манипулятор с тремя вращательными сочленениями. Все три двигателя расположены в основании робота. Робот должен двигаться по сложной траектории:

$$x = A \sin(f t + \varphi) + b$$

$$y = A \cdot \sin(f \cdot t + \varphi) + b,$$

где A – амплитуда, f – частота, φ – фаза, b – сдвиг.

- а) Показать расчетную схему.
- б) Записать уравнения движения в общем виде.
- в) Записать уравнения движения в векторной или скалярной форме.
- г) Записать алгоритм численного интегрирования уравнений движения.
- д) Записать программу интегрирования уравнений движения в программном пакете математического моделирования.
- е) Предложить метод проведения численных экспериментов для определения оптимальных параметров системы управления робота

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 по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по дихотомической шкале</i>
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:

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.