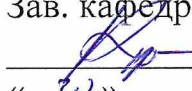


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кузько Андрей Евгеньевич  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 13.11.2024 12:26:06  
Уникальный программный ключ:  
72581f52caba063db3331b3cc54ec107395c8caf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

Утверждаю:  
Зав. кафедрой НМОиПФ  
 А.Е. Кузько  
« 30 » 08 2024 г.

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

Сервисные человеко-машинные комплексы медицинского назначения  
(наименование дисциплины)

15.04.06 Мехатроника и робототехника  
(код и наименование ОПОП ВО)

*ОПОП ВО реализуется по модели дуального обучения*

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

## **1.1 Вопросы для контрольного (устного) опроса (разбиты по темам)**

**Вопросы по разделу (теме) 1 «Общие сведения об управляемых электромеханических системах и особенностях их структуры в человеко-машинных системах медицинского назначения»:**

1. Общие сведения о человеко-машинных системах медицинского назначения
2. Общие сведения о проектировании.
3. Основные понятия и определения.
4. Двигательные функции человека.
5. Опорно-двигательный аппарат.
6. Анализ типовых сценариев использования человеко-машинных систем с точки зрения физиологии человека.
7. Этапы проектирования и выпускаемая документация.
8. Процесс проектирования электромеханических систем: операции, процедуры и этапы проектирования.
9. Мощностной расчет двигателя.
10. Определение количественных характеристик привода и расчет механической передачи.
11. Подбор компонентов привода,
12. Проверочные и прочностные расчеты привода.
13. Особенности проектирование силовых элементов конструкции: корпуса.
14. Особенности проектирование силовых элементов конструкции: подшипниковых узлов.
15. Особенности проектирование силовых элементов конструкции: деталей сопряжения отдельных узлов электромеханической системы.

**Вопросы по разделу (теме) 2 «Приводные системы медицинских ЧМК»:**

1. Опишите общую структуру привода человеко-машинного комплекса.
2. Какие типы электрических двигателей используются в СЧМК МН?
3. Назовите основные виды. передаточных механизмов.
4. Основные этапы моделирования СЧМК МН
5. Основные принципы расчета приводов медицинских роботов

**Вопросы по разделу (теме) 3 «Системы управления человеко-машинного комплексов медицинского назначения»:**

1. Цифровые системы управления.
2. Микроконтроллеры используемые в СЧМК.
3. Принципы построения АСУ электроприводами человеко-машинных систем.
4. Особенности построения измерительных систем СЧМК.
5. Многоконтурное управление.
6. Импедансное управление.
7. Позиционно-силовое управление.

8. Особенности настройки и отладки систем управления биомеханических устройств.

**Вопросы по разделу (теме) 5 «Вопросы эргономики и безопасности жизнедеятельности при построении человеко-машинных систем»:**

1. Основные понятия и определения эргономики и безопасности жизнедеятельности при построении человеко-машинных систем.
2. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания.
3. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека.
4. Эргономические основы безопасности.
5. Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность.
6. Основные психологические причины создания опасных ситуаций.
7. Эргономика как наука о правильной организации человеческой деятельности, соответствии труда физиологическим и психическим возможностям человека, обеспечение эффективной работы, не создающей угрозы для здоровья человека.
8. Система «человек-машина-среда». Антропометрическая совместимость человека и машины.
9. Система «человек-машина-среда». Сенсомоторная совместимость человека и машины.
10. Система «человек-машина-среда». Энергетическая совместимость человека и машины.
11. Система «человек-машина-среда». Биомеханическая совместимость человека и машины.
12. Система «человек-машина-среда». Психофизиологическая совместимость человека и машины.

**Вопросы по разделу (теме) 4 «Цифровые информационные системы ЧМК. Обработка сигналов»:**

1. Опишите типовую сенсорную систему ЧМК.
2. Приведите примеры систем осязания.
3. Приведите схему системы осязания
4. Какие алгоритмы обработки сигналов датчиков вы знаете?
5. Что такое чувствительность датчика
6. Приведите схему усилителя сигналов датчика
7. Какие типы датчиков используются для измерения скорости
8. Какие типы датчиков используются для измерения ускорения
9. Какие типы датчиков используются для измерения усилия
10. Какие типы датчиков используются для измерения физиологических параметров человека
- 11.

Шкала оценивания: 4 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 Практические работы (задания к защите практических работ)**

**Контрольные вопросы по практической работе:** схематизация человеко-машинного комплекса

1. Что такое "схема" и "схематизация"?
2. Особенности схематизации человеко-машинных систем
3. Междисциплинарный подход при схематизации ЧМК
4. Схематизация биомеханических систем
5. Особенности схематизации электроприводов СЧМК
6. Особенности схематизации измерительных систем СЧМК
7. Биомеханика на схемах СЧМК

**Контрольные вопросы по практической работе:** Планирование траектории звеньев человеко-машинных комплексов медицинского назначения

1. Функциональная схема САУ СЧМК
2. Структурная схема САУ СЧМК
3. Блок задающих воздействий САУ СЧМК
4. Виды регуляторов САУ СЧМК
5. Настройка регуляторов САУ СЧМК
6. Аппаратная реализация регуляторов САУ СЧМК

7. Подбор компонентов САУ СЧМК
8. Принципиальная схема САУ СЧМК

**Контрольные вопросы по практической работе:** Приводные системы медицинских человеко-машинных комплексов

1. Какие факторы необходимо учитывать при проектировании электроприводов медицинского оборудования?
2. Какова правильная последовательность этапов инженерного проектирования?
3. Что такое перегрузочная способность двигателя?
4. Что является исходными данными при выборе мощности двигателя?
5. Как определяется средний момент статической нагрузки при расчете мощности двигателя?
6. Как определяется номинальный момент искомого двигателя с учетом динамических нагрузок?

**Контрольные вопросы по практической работе:** Применение уравнений Лагранжа II рода к определению моментов, обеспечивающих программное движение манипулятора медицинского реабилитационного комплекса

Особенности реализации системы очувствления ЧМК

1. Типы датчиков системы очувствления ЧМК
2. Измерительные цепи в системах очувствления ЧМК
3. Выбор компонентов систем очувствления ЧМК
4. Согласования уровней системы очувствления ЧМК
5. Настройка системы очувствления ЧМК
6. Моделирование системы очувствления ЧМК
7. Особенность программно-аппаратной реализации системы очувствления ЧМК

**Контрольные вопросы по практической работе:** Автоматизированное проектирование циклоидального редуктора привода коленного шарнира медицинского реабилитационного комплекса «РЕНАВ»

1. Особенности проектирования приводов СЧМК
2. Схема приводных систем СЧМК
3. Мощностной расчет двигателя СЧМК
4. Подбор двигателя СЧМК
5. Подбор редуктора СЧМК
6. Проверочные расчеты привода СЧМК
7. Подготовка КД на приводную систему СЧМК
8. Особенности настройки и отладки приводной системы СЧМК

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 Лабораторные работы (задания к защите лабораторных работ)**

**Контрольные вопросы по лабораторной работе:** исследование электропривода медицинского человеко-машинного комплекса на базе бесколлекторного моментного электродвигателя

Из каких составных частей состоит коленный шарнир экзоскелета?

2. Какой тип двигателя используется в шарнире медицинского робота?

3. Какой тип редуктора используется в шарнире медицинского робота?

4. Какой драйвер используется в приводе медицинского экзоскелета?

5. Как называется ПО для настройки параметров драйвера?

6. Каким образом осуществляется задание желаемых параметров движения привода?

7. Какие регуляторы могут быть реализованы на базе представленной в л.р. компонентной базы?

**Контрольные вопросы по лабораторной работе:** определение кинематических характеристик циклоидального редуктора привода коленного шарнира медицинского реабилитационного комплекса «rehab»

1. Объясните достоинства планетарных механизмов.

2. Каким условиям должны удовлетворять числа зубьев планетарных механизмов?

3. Как составляется выражение для определения передаточного отношения планетарного механизма?

4. По каким формулам проверяется условие сборки и соседства сателлитов?

5. Как графически определяется передаточное отношение планетарного механизма?

6. Как по картине линейных скоростей определяется направление вращения ведомого звена планетарного механизма?

7. Как определить передаточное отношение передачи с неподвижными осями аналитически?

8. Как определить знак передаточного отношения по картине угловых скоростей?

9. Как определить положение мгновенного центра скоростей сателлита (блока сателлитов)?

10. Как определить масштабный коэффициент угловых скоростей?

**Контрольные вопросы по лабораторной работе:** моделирование движения исполнительных звеньев медицинского реабилитационного экзоскелетного комплекса

1. Назначение и области применения манипуляторов в медицине.
2. Классификационные признаки и системы классификации медицинских роботов.
3. Исполнительные устройства медицинских роботов. Кинематика многозвенных манипуляционных механизмов.
4. Понятие степеней подвижности. Основные системы координат.
5. Понятие человеко-машинной системы. Способы размещения роботов в рабочей зоне.
6. Виды конструктивного исполнения манипуляционных механизмов для медицины.
7. Особенности размещения приводов по кинематической схеме и виды механических передач.
8. Модульный принцип построения роботов.
9. Типы исполнительных приводов. Динамические параметры движения.
10. Точностные характеристики роботов. Понятие абсолютной и относительной точности работы робота.

**Контрольные вопросы по лабораторной работе:** исследование управляемого движения исполнительных звеньев человеко-машинного комплекса медицинского назначения

- Из каких составных частей состоит коленный шарнир экзоскелета?
2. Какой тип двигателя используется в шарнире медицинского робота?
  3. Какой тип редуктора используется в шарнире медицинского робота?
  4. Какой драйвер используется в приводе медицинского экзоскелета?
  5. Как называется ПО для настройки параметров драйвера?
  6. Каким образом осуществляется задание желаемых параметров движения привода?
  7. Какие регуляторы могут быть реализованы на базе представленной в л.р. компонентной базы?

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.

**Производственная задача для контроля результатов практической подготовки обучающихся на практическом занятии № 6**

Разработать принципиальную схему человеко-машинного комплекса медицинского назначения (промышленный экзоскелет верхних конечностей), осуществить подбор компонентов, выполнить проектирование платы управления с применением САПР



## 2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 2.1 Вопросы и задания в тестовой форме

1. Что такое экзоскелет?
2. Для чего предназначен экзоскелет?
3. Какие виды экзоскелетов бывают?
4. Как различаются экзоскелетные системы по критерию распределения энергии в системе человек- машина?
5. Особенности конструкций известных моделей экзоскелетов.
6. Основные технические характеристики промышленного экзоскелета Echo HEAVER AE
7. Какие требования предъявляются к конструкциям экзоскелетов?
8. Физиологические особенности подъема грузов
9. Основные правила подъема грузов
10. Физиологические основы ходьбы
11. Как переносится вес системы человек-экзоскелет во время ходьбы?
12. Как меняется центр масс системы человек-экзоскелет во время ходьбы?
13. Какие факторы влияют на устойчивость человека при движении?
14. Какие изменения происходят в основных физиологических системах человека при выполнении технологических операций?
15. Какие элементы входят в состав управляемой электромеханической системы?
16. Какой тип электродвигателя используется в экзоскелете?
17. Какой механической характеристикой обладает двигатель экзоскелета?
18. Какие основные параметры характеризующие электродвигатель?
19. Что такое ШИМ?
20. Какие датчики используются в экзоскелете?
21. Какой тип элементов питания используется в экзоскелете?
22. Какие основные правила использования li-ро аккумуляторов?
23. Понятия «опасность», «безопасность». Виды опасностей.
24. Виды, источники основных опасностей техносферы и ее компонентов.
25. Вредные и опасные негативные факторы. Характеристики основных вредных и опасных факторов среды обитания человека, их воздействие.
26. Методы контроля и мониторинга опасных и вредных факторов.
27. Комфортные (оптимальные) условия жизнедеятельности.
28. Эргономические условия безопасности труда.
29. Классификация условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса.
30. Классификация условий труда по факторам производственной среды.
31. Антропометрическая, сенсомоторная, энергетическая, биомеханическая и психофизиологическая совместимость человека и машины.
32. Организация рабочего места.
33. Какие факторы необходимо учитывать при выполнении технологических операций ?
34. Как распределяется нагрузка на позвоночник при подъеме грузов?

35. Какими особенностями должна обладать манжета экзоскелета?
36. Из каких функциональных частей состоит манжета экзоскелета?
37. Какова форма жесткой части манжеты? Какую функцию она несет?
38. Зачем используется стягивающий элемент манжеты?
39. Зачем в манжете используется мягкие элементы?
40. Из каких частей состоит манжета Echo Heaver?
41. Как осуществляется регулировка длины стропы манжеты?
42. Какие типовые задачи могут выполняться в экзоскелете?
43. Каких правил необходимо придерживаться при ходьбе в экзоскелете?
44. Каков порядок действий при выполнении подъема груза в Echo Heaver GC?
45. Каков порядок действий при выполнении подъема груза в Echo Heaver AE?
46. Какие условия необходимо соблюдать при подъеме груза с помощью лебедки?
47. Какие элементы управления и индикации присутствуют на пульте управления подъемным механизмом?
48. Каков порядок действий при опускании груза в Echo Heaver AE?
49. Перечислите условия, необходимые для стравливания троса?
50. Перечислите условия, необходимые для сматывания троса?
51. Что относится к типовым сценариям использования экзоскелета?
52. Как называются комплектации экзоскелета Echo Heaver?
53. Сколько степеней свободы в бедренном шарнирном соединении экзоскелета?
54. Сколько степеней свободы в голеностопном шарнирном соединении экзоскелета?
55. Как осуществляется фиксация длины звена голени/бедрца?
56. Как осуществляется настройка вылета бедренного шарнира?
57. Каков порядок действий при регулировке высоты экзоскелета (положения спины)?
58. Каков правильный порядок фиксации оператора в экзоскелете при надевании?
59. Каков порядок действий при фиксации ноги в бедренной манжете?

## 2.1 Задачи для промежуточной аттестации

**Задача 1.** Известны каталожные данные двигателя постоянного тока независимого возбуждения, представленные в таблице.

Записать передаточную функцию двигателя по управлению  $W(p) = \omega(p)/U_{\text{я}}(p)$ , рассчитать численные значения постоянных времени и передаточного коэффициента. Определить время, через которое скорость двигателя достигнет значения равного половине от номинала при пуске без нагрузки с ограничением по моменту номинальной величины. Индуктивностью обмотки якоря пренебречь. При расчете учесть механические потери.

**Задача 2.** Известны каталожные данные двигателя постоянного тока независимого возбуждения, представленные в таблице

Записать передаточную функцию двигателя по возмущению  $W(p)=\omega(p)/M_c(p)$  и рассчитать численные значения постоянных времени и передаточного коэффициента. Определить через какое время скорость двигателя достигнет значения  $\omega=1,05\omega_n$  при ступенчатом набросе нагрузки от нуля до номинальной. Двигатель запитан от источника напряжения номинальной величины. Индуктивность обмотки якоря принять равной нулю. Учесть механические потери.

**Задача 3.** Известны каталожные данные двигателя постоянного тока независимого возбуждения, представленные в таблице

Записать передаточную функцию двигателя по управлению  $W(p)=M(p)/U_a(p)$ , рассчитать численные значения постоянных времени и передаточного коэффициента. Определить время завершения переходного процесса пуска двигателя при прямом включении в сеть. Пуск осуществляется без нагрузки. Индуктивность обмотки якоря принять равной нулю. Учесть механические потери. Критерием завершения переходного процесса считать снижение момента до  $1/2$  от номинала.

**Задача 4.** Электропривод содержит электродвигатель постоянного тока независимого возбуждения, питающийся от преобразователя напряжения, который может обеспечить работу двигателя в четырех квадрантах плоскости механической характеристики. Передаточный коэффициент преобразователя  $k_{пн}=U_{в\text{ых}}/U_{в\text{х}}=10$ .

Определить тип обратной связи (по скорости или по току), ее знак и требуемое значение передаточного коэффициента датчика ( $k_{дс}$  или  $k_{дт}$  соответственно), при которых электропривод обеспечит в статическом режиме поддержание номинальной скорости с погрешностью  $\gamma$  не хуже  $\pm 1\%$  при изменении момента на валу двигателя в диапазоне  $M=(0,75\div 1,25)M_n$ . Определить также, какое должно быть напряжение задания  $U_0$ , обеспечивающее при номинальном моменте номинальную скорость двигателя. Параметры двигателя представлены в таблице.

**Задача 5.** Электропривод содержит электродвигатель постоянного тока независимого возбуждения, питающийся от преобразователя напряжения, который может обеспечить работу двигателя в четырех квадрантах плоскости механической характеристики. Передаточный коэффициент преобразователя  $k_{пн}=U_{в\text{ых}}/U_{в\text{х}}=10$ .

Определить тип обратной связи (по скорости или по току), ее знак и требуемое значение передаточного коэффициента датчика ( $k_{дс}$  или  $k_{дт}$  соответственно), при которых электропривод обеспечит в статическом режиме поддержание номинального момента с погрешностью  $\gamma$  не хуже  $\pm 1\%$  при изменении скорости в диапазоне  $\omega=(0,75\div 1,25)\omega_n$ . Определить также напряжение задания  $U_0$ , при котором при номинальной скорости привод будет обеспечивать номинальный момент. Параметры двигателя представлены в таблице.

**Задача 6.** Электропривод содержит электродвигатель, питающийся от импульсного преобразователя напряжения. Нарисовать схему силовой части

импульсного преобразователя, обеспечивающего возможность работы привода при импульсном управлении с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) напряжения в первом квадранте, а также режимы динамического торможения и торможения противовключением в четвертом квадранте.

Построить механические характеристики электропривода для трех значений длительности периода импульсного управления  $T_{\text{ШИМ}} = (10 \parallel 1 \parallel 0,1) \times T_{\text{я}}$  и фиксированной относительной длительности включения обмотки якоря  $\gamma = 0,5$ . Для каждого случая вычислить частоту ШИМ и определить значение электромагнитного к.п.д. при относительной скорости  $v = 0,5$ . Ключи импульсного преобразователя принять идеальными.  $T_{\text{я}}$  – постоянная времени якорной цепи. Параметры двигателя приведены в таблице.

### Задача 7

Разработать математическую модель движения тела, показанного на рис. 0-9, в соответствии с описанием его движения.

Груз  $D$  массой  $m$ , получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0$ , движется в изогнутой трубе  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости; участки трубы или оба наклонные, или один горизонтальный, а другой наклонный (рис. 0 — 9, табл. 1). На участке  $AB$  на груз кроме силы тяжести действуют постоянная сила  $\bar{Q}$  (ее направление показано на рисунках) и сила сопротивления среды  $\bar{R}$ , зависящая от скорости  $V$  груза (направлена против движения).

В точке  $B$  груз, не изменяя значения своей скорости, переходит на участок  $BC$  трубы, где на него кроме силы тяжести действует переменная сила  $\bar{F}$ , проекция которой  $F_x$  на ось  $x$  задана в табл. 1.

Груз считать материальной точкой, трением о трубу пренебречь. В табл.1 указано расстояние  $AB = l$  или время  $t_1$  движения груза от точки  $A$  до точки  $B$ .

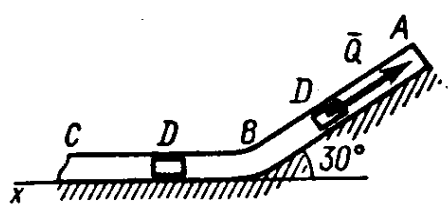


Рис. 0

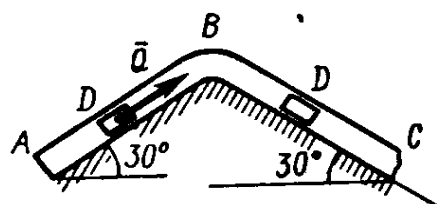


Рис. 1

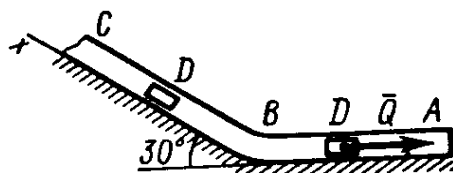


Рис. 2

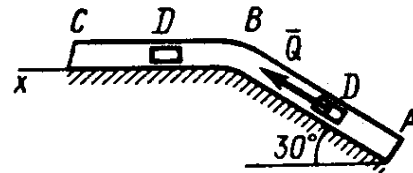


Рис. 3

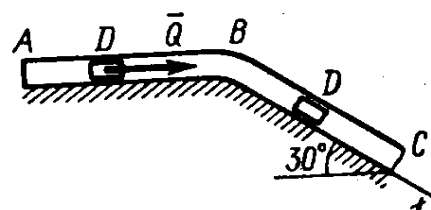
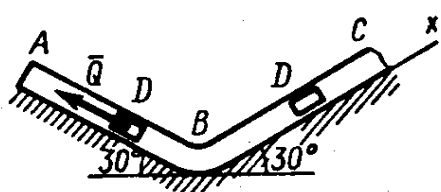


Рис. 4

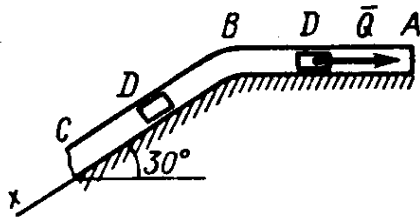


Рис. 6

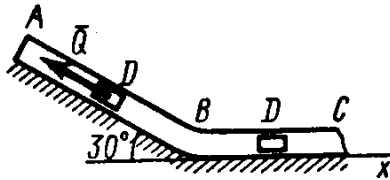


Рис. 8

Рис. 5

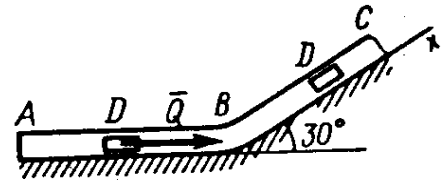


Рис. 7

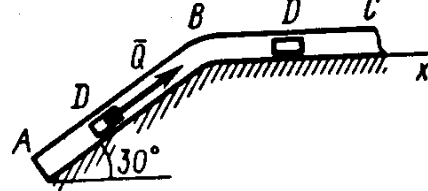


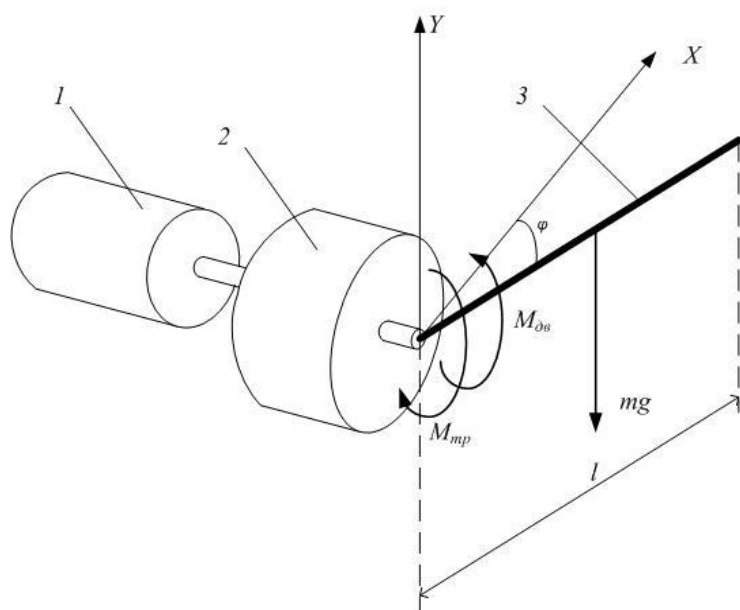
Рис. 9

Таблица 1 – Движение тела по двум участкам

Номер условия	$m$ , кг	$V_0$ , м/с	$Q$ , Н	$R$ , Н	$l$ , м	$t_1$ , с	$F_x$ , Н
0	2,4	12	5	$0,8V^2$	1,5	-	$4\sin(4t)$
1	2	20	6	$0,4V$	-	2,5	$-5\cos(4t)$
2	8	10	16	$0,5V^2$	4	-	$6t^2$
3	1,8	24	5	$0,3V$	-	2	$-2\cos(2t)$
4	6	15	12	$0,6V^2$	5	-	$-5\sin(2t)$
5	4,5	22	9	$0,5V$	-	3	$3t$
6	4	12	10	$0,8V^2$	2,5	-	$6\cos(4t)$
7	1,6	18	4	$0,4V$	-	2	$-3\sin(4t)$
8	4,8	10	10	$0,2V^2$	4	-	$4\cos(2t)$
9	3	22	9	$0,5V$	-	3	$4\sin(2t)$

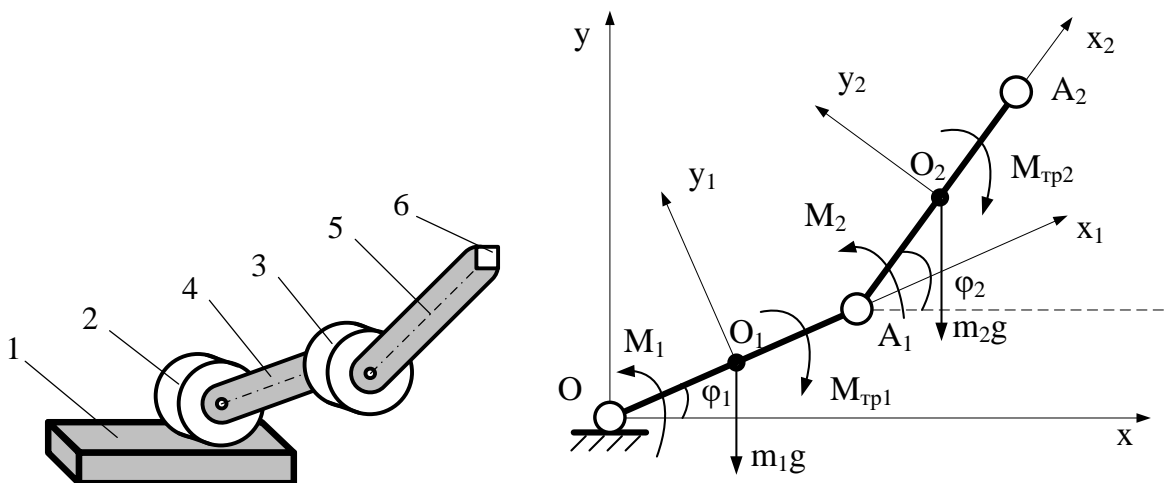
**Задача 8** Составить алгоритм программы для цифровой системы управления приводом, показанным на рисунке, реализующий следующие типы регуляторов:

- П-регулятор;
- ПД-регулятор.
- ПИД-регулятор.



№ Варианта	Масса звена, кг	Длина звена, м	Момент силы трения	Модель двигателя	Перед. отнош. редуктора	Частота системы измерения	Частота САУ
0 (пример)	0,5	0,2	0,01	RE40	20	1000	200
1	0,8	0,1	0,015	RE40	20	1000	200
2	1	0,1	0,005	RE40	20	1100	300
3	1,5	0,2	0,02	RE40	30	1200	500
4	0,4	0,2	0,01	RE40	20	1000	200
5	0,8	0,2	0,015	RE40	25	1000	400
6	1	0,1	0,005	RE40	20	1100	300
7	1,5	0,1	0,02	RE40	25	1200	500
9	0,5	0,2	0,01	RE40	20	1000	200
10	0,5	0,2	0,04	RE40	20	1000	200
11	0,8	0,1	0,015	RE30	20	1000	200
12	1	0,1	0,005	RE30	20	1100	300
13	1,5	0,2	0,02	RE30	30	1200	500
14	0,4	0,2	0,01	RE30	20	1000	200
15	0,8	0,2	0,015	RE30	25	1000	400
16	1	0,1	0,005	RE30	20	1100	300
17	1,5	0,1	0,02	RE30	25	1200	500
18	0,5	0,2	0,01	RE30	20	1000	200
19	1,5	0,2	0,01	RE30	40	1000	200
20	1,8	0,1	0,015	RE30	45	1000	200

**Задача 9** Разработать алгоритм формирования управляющего воздействия для приводов звена экзоскелета, показанного на рисунке, согласно требуемому закону перемещения исполнительного органа.



Номер варианта	Требуемая траектория
1	Окружность с центром в точке с координатами: $X = 0.6l_1$ $Y = 0.4l_2$ и радиусом $0.5l_1$
2	Прямоугольник с координатами начальной точки: $X = 0.1l_1$ $Y = 0.1l_2$ и сторонами длиной $0.8l_2$ и $0.4l_2$
3	Квадрат с координатами начальной точки: $X = 0.1l_1$ $Y = -0.2l_2$ и стороной длиной $0.6l_2$
4	Окружность с центром в точке с координатами: $X = 0.6l_1$ $Y = -0.4l_2$ и радиусом $0.2l_1$
5	Прямоугольник с координатами начальной точки: $X = 0.5l_1$ $Y = 0.5l_2$ и сторонами длиной $0.5l_2$ и $0.6l_2$
6	Квадрат с координатами начальной точки: $X = 0.5l_1$ $Y = -0.5l_2$ и стороной длиной $0.3l_2$
7	Окружность с центром в точке с координатами: $X = 0.5l_1$ $Y = 0$ и радиусом $0.3l_1$
8	Прямоугольник с координатами начальной точки: $X = 0.5l_1$ $Y = 0$ и сторонами длиной $0.3l_2$ и $0.2l_2$
9	Квадрат с координатами начальной точки: $X = 0.5l_1$ $Y = -0.6l_2$ и стороной длиной $0.4l_2$
10	Окружность с центром в точке с координатами: $X = 0.8l_1$ $Y = 0.1l_2$ и радиусом $0.4l_1$
11	Прямоугольник с координатами начальной точки: $X = 0.3l_1$ $Y = 0.5l_2$ и сторонами длиной $0.3l_2$ и $0.4l_2$
12	Квадрат с координатами начальной точки: $X = 0.3l_1$ $Y = -0.5l_2$ и стороной длиной $0.2l_2$
13	Окружность с центром в точке с координатами: $X = 0.7l_1$ $Y = -0.1l_2$ и радиусом $0.3l_1$
14	Прямоугольник с координатами начальной точки: $X = 0.3l_1$ $Y = 0.5l_2$ и сторонами длиной $0.2l_2$ и $0.4l_2$
15	Квадрат с координатами начальной точки: $X = 0.3l_1$ $Y = -0.5l_2$ и стороной длиной $0.3l_2$
16	Окружность с центром в точке с координатами: $X = l_1$ $Y = 0.1l_2$ и радиусом $0.5l_1$

17	Прямоугольник с координатами начальной точки: $X = 0,8l_1$ $Y = 0,5l_2$ и сторонами длиной $0,3l_2$ и $0,1l_2$
18	Квадрат с координатами начальной точки: $X = 0,7l_1$ $Y = -0,1l_2$ и стороной длиной $0,5l_2$
19	Окружность с центром в точке с координатами: $X = l_1$ $Y = l_2$ и радиусом $0,1l_1$
20	Прямоугольник с координатами начальной точки: $X = 0$ $Y = 0,5l_2$ и сторонами длиной $0,4l_2$ и $0,5l_2$

Параметры звена экзоскелета, берутся из таблицы. При этом  $l_2=0,9l_1$  для четных номеров варианта, и  $l_2=1,1l_1$  для нечетных.

№ Варианта	Масса звена, кг	Длина звена, м	Момент силы трения	Модель двигателя	Перед. отнош. редуктора	Частота системы измерения	Частота САУ
0 (пример)	0,5	0,2	0,01	RE40	20	1000	200
1	0,8	0,1	0,015	RE40	20	1000	200
2	1	0,1	0,005	RE40	20	1100	300
3	1,5	0,2	0,02	RE40	30	1200	500
4	0,4	0,2	0,01	RE40	20	1000	200
5	0,8	0,2	0,015	RE40	25	1000	400
6	1	0,1	0,005	RE40	20	1100	300
7	1,5	0,1	0,02	RE40	25	1200	500
9	0,5	0,2	0,01	RE40	20	1000	200
10	0,5	0,2	0,04	RE40	20	1000	200
11	0,8	0,1	0,015	RE30	20	1000	200
12	1	0,1	0,005	RE30	20	1100	300
13	1,5	0,2	0,02	RE30	30	1200	500
14	0,4	0,2	0,01	RE30	20	1000	200
15	0,8	0,2	0,015	RE30	25	1000	400
16	1	0,1	0,005	RE30	20	1100	300
17	1,5	0,1	0,02	RE30	25	1200	500
18	0,5	0,2	0,01	RE30	20	1000	200
19	1,5	0,2	0,01	RE30	40	1000	200
20	1,8	0,1	0,015	RE30	45	1000	200



## **2.2 Компетентностно-ориентированные задачи**

### **Задача 1**

Необходимо создать рычажную систему исполнительного звена экзоскелетного комплекса нижних конечностей с гравитационной компенсацией. Предложите схему электропривода экзоскелета, которая сможет с минимальным количеством двигателей реализовывать различные типы походок экзоскелетного комплекса нижних конечностей.

(задача может выполняться группой студентов не более 5 человек).

### **Задача 2**

Необходимо создать рычажную систему исполнительного звена экзоскелетного комплекса верхних конечностей. Предложите схему электропривода экзоскелета, которая сможет с минимальным количеством двигателей реализовывать различные типы движений экзоскелетного комплекса верхних конечностей.

(задача может выполняться группой студентов не более 5 человек).

### **Задача 3**

В задачи работников ООО "Элметком" входит разгрузка и погрузка листового металла размерами 3х6м и массой до 120кг. При этом работники должны осуществлять подъем, перемещение и складирование листов. Предложите схему человеко-машинного комплекса способного облегчить труд работников предприятия. Проработайте тип захвата листового материала и предложите стратегию организации системы управления с учетом условий работы.

(задача может выполняться группой студентов не более 5 человек).

### **Задача 4**

В задачи работников ООО "Элметком" входит разгрузка и погрузка профтрубы размерами 6м и массой до 60кг. При этом работники должны осуществлять подъем, перемещение и складирование труб. Предложите схему человеко-машинного комплекса способного облегчить труд работников предприятия. Проработайте тип захвата листового материала и предложите стратегию организации системы управления с учетом условий работы.

(задача может выполняться группой студентов не более 5 человек).

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.

## 2.3 Пример тестового задания

№	Задание	Баллы
1	<p><b>Какую характеристику можно получить при регулировании сопротивления в цепи якоря ДПТ?...</b></p> <p>a) реостатную. b) естественную. c) емкостную. d) индуктивную. e) нет правильного ответа.</p>	2
2	<p><b>Тахогенераторы - это ....</b></p> <p>a) электрические машины, вырабатывающие эл. ток для использования в различных отраслях промышленности. b) электрические микромашины, преобразующие вращение вала в напряжение, пропорциональное углу поворота вала c) электрические микромашины, преобразующие вращение вала в ток, пропорциональный угловому ускорению вала. нет правильного ответа. d) электрические микромашины, преобразующие вращение вала в напряжение, пропорциональное частоте вращения, и предназначенные для измерения этой частоты.</p>	2
3	<p><b>Какого уровня не существует в процессе проектирования.?</b></p> <p>a) наноуровень b) системный c) макроуровень d) микроуровень</p>	2
4	<p><b>Что не является целью автоматизации проектирования.</b></p> <p>a) увеличение материальных затрат b) повышение качества c) сокращение средств производства d) уменьшение числа проектировщиков e) повышение производительности труда</p>	2
5	<p><b>К косвенной проектной процедуре не относится</b></p> <p>a) проектирование/конструирование b) составление спецификаций c) контроль чертежей d) поиск аналогов e) поиск повторяющихся деталей</p>	2
6	<p><b>Не является принципом построения САПР</b></p> <p>a) принцип программной согласованности b) принцип человеко-машинной системы c) иерархический принцип d) принцип развития e) принцип стандартизации</p>	2
7	<p><b>Какая подсистема не относится к проектирующим.</b></p> <p>a) подсистема документирования b) подсистема проектирования сборочных единиц c) подсистема проектирования деталей d) подсистема проектирования схемы управления e) подсистема технологического проектирования</p>	2
8	<p><b>Жесткость механической характеристики электропривода - это ....</b></p>	2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) отношение разности электромагнитных моментов, развиваемых электродвигателем, к соответствующей разности угловых скоростей электропривода.</li> <li>b) отношение максимальной и номинальной частот вращения электродвигателя.</li> <li>c) отношение разности угловых скоростей электропривода к соответствующей разности электромагнитных моментов, развиваемых электродвигателем.</li> <li>d) отношение максимального и номинального моментов, развиваемых двигателем.</li> </ul>	
9	<b>Реостатный пуск ДПТ НВ используется для ...</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ограничения пусковых токов.</li> <li>b) регулирования интенсивности разгона электродвигателя.</li> <li>c) уменьшения инерционных нагрузок на привод.</li> <li>d) всего перечисленного.</li> <li>e) защиты человека от поражения электрическим током</li> </ul>	2
10	<b>Какой способ не используется для торможения электродвигателя постоянного тока независимого</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) емкостное торможение.</li> <li>b) торможение с отдачей энергии в сеть.</li> <li>c) рекуперативное торможение.</li> <li>d) динамическое (реостатное) торможение.</li> <li>e) торможение противовключением.</li> </ul>	2
11	<b>Определить частоту идеального холостого хода двигателя постоянного тока независимого возбуждения, если номинальное напряжение 24 В, номинальный ток якоря 7 А, сопротивление цепи якоря 2 Ом, а номинальная частота вращения 200 рад/с.</b>	2
12	<b>Определить номинальную частоту вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения, если его частота идеального холостого хода равна 400 рад/с, если номинальное напряжение 48 В, номинальный ток якоря 6 А, сопротивление цепи якоря 4 Ом</b>	2
13	<b>Чему будет равна переменная Y после выполнения условия, если <math>x = 9</math>? Условие: if <math>x &gt; 0</math> if <math>x &gt; 0</math> <math>Y = x + x</math>; else <math>Y = x * x</math>;</b>	2
14	<b>Каково будет значение переменной k после выполнения следующего оператора <math>k = + + d</math>; если k его выполнению d равно 5?</b>	2
15	<b>Укажите правильную последовательность этапов проектирования электропривода</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Анализ задачи</li> <li>b) Формулировка задачи</li> <li>c) Детальная разработка выбранного технического решения</li> <li>d) Поиск возможных решений</li> <li>e) Выбор решения</li> </ul>	2

Необходимо выполнить 16 заданий. На выполнение отводится 2 акад. час.

Задания выполняются на отдельном листе (бланке ответов), который сдается преподавателю на проверку. На отдельном листе (бланке ответов) запишите свои ф.и.о. и номер группы, затем приступайте к выполнению заданий.

Укажите номер задания и рядом с ним:

- при выполнении заданий в закрытой форме запишите букву (буквы), которой (которыми) промаркированы правильные ответы;

- при выполнении задания в открытой форме запишите пропущенное слово, словосочетание, число, цифру или формулу;

- при выполнении задания на установление правильной последовательности рядом с буквами, которыми промаркированы варианты ответов, поставьте цифры так, чтобы они показывали правильное расположение ответов;

- при выполнении задания на установление соответствия укажите соответствия между буквами и цифрами, располагая их парами.

При решении кейс-задачи (производственной задачи) запишите развернутый ответ. Ответ записывайте аккуратно, разборчивым почерком. Количество предложений в ответе не ограничивается.

\*\*\* Баллы, полученные Вами за выполнение заданий, суммируются.

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,

- задание в открытой форме – 2 балла,

- задание на установление правильной последовательности – 2 балла;

- задание на установление соответствия – 2 балла,

- решение кейс-задачи (производственной задачи) – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36.