

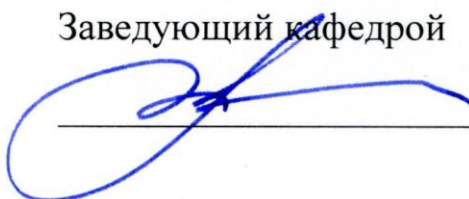
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева  
Кафедра систем автоматического управления

Утверждено на заседании кафедры  
«Системы автоматического управления»  
«13» января 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ О.В.Горячев

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Следящий электропривод мехатронных систем»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по специальности

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

с направленностью (профилем)

**Мехатроника**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150306-01-21

Тула 2021 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик:**

Горячев Олег Владимирович, зав. каф. САУ, д.т.н., проф  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

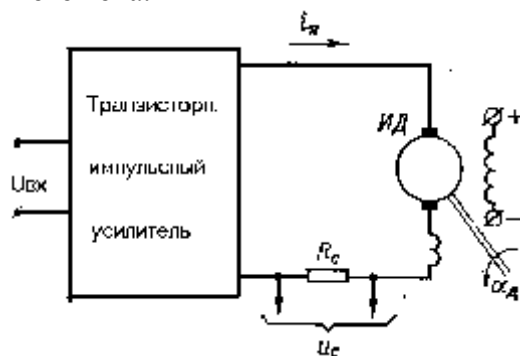
Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)

1. Контрольный вопрос. На рисунке приведена часть блок-схемы электрического следящего привода постоянного тока.



Какую функцию выполняет резистор, включенный последовательно к двигателю?

1. функцию датчика скорости двигателя;
2. функцию датчика положения якоря двигателя;
3. функцию ограничения тока якоря двигателя;
4. функцию датчика тока двигателя.

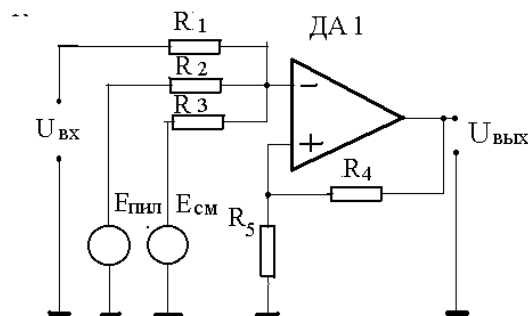
2. Контрольный вопрос. Для управления частотой вращения двигателя постоянного тока используют импульсный способ. Каким основным достоинством обладает этот способ управления по сравнению с непрерывными (системами «генератор - двигатель» и «электромашинный усилитель - двигатель»)?

1. линейными механическими характеристиками;
2. линейными регулировочными характеристиками;
3. высокими коэффициентом полезного действия и надежностью функционирования;
4. меньшими потерями энергии в двигателе.

3. Контрольный вопрос. В бесконтактных двигателях постоянного тока при применении редкоземельных магнитов используется так называемая «коллекторная» конструкция ротора. С какой целью она используется?

1. для уменьшения массы постоянных магнитов
2. для более полного использования свойств редкоземельных магнитов
3. для улучшения технологии изготовления ротора двигателя
4. для уменьшения стоимости двигателя

4. Контрольный вопрос. На рисунке изображена принципиальная электрическая схема МДИ.



Каким элементом определяется частота импульсов на выходе МДИ?

1. резистором R1
2. резистором R4
3. напряжением смещения E см
4. частотой следования импульсов пилообразного напряжения

5. Контрольный вопрос. Какую величину имеет напряжение противо-эдс двигателя постоянного тока с независимым возбуждением с номинальным напряжением 27В при идеальном холостом ходе (моменты трения в двигателе отсутствуют)?

1. +27В;
2. -27В;
3. 0
4. +54В.

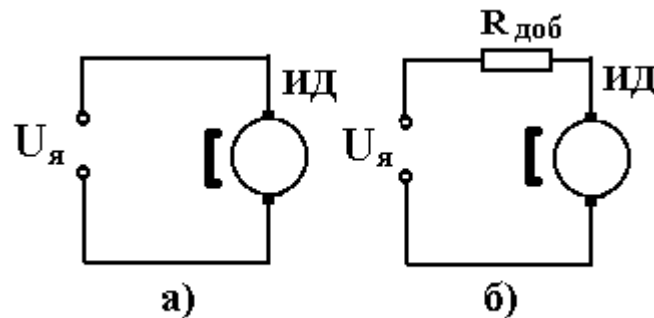
6. Контрольный вопрос. Какое из принятых допущений при описании функционирования двигателя постоянного тока с независимым возбуждением позволяет использовать понятие «индуктивность якорной цепи» в уравнении движения электрической цепи?

1. падение напряжения под щетками значительно меньше падения напряжения в якоре;
2. магнитная цепь в машине не насыщена;
3. источник питания якорной цепи имеет бесконечную мощность;
4. потери на вихревые токи и гистерезис в магнитопроводе двигателя не учитываются.

7. Контрольный вопрос. Что из себя представляет якорь двигателя постоянного тока с полым немагнитным якорем?

1. полый алюминиевый цилиндр;
2. полый пластмассовый цилиндр;
3. полый пластмассовый цилиндр, в который запрессовывается обмотка из медного провода;
4. полый пластмассовый цилиндр, на который наносится обмотка печатным способом на внешнюю и внутреннюю часть цилиндра.

8. Контрольный вопрос. Двигатель постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением питается от источника постоянного тока с бесконечно большой мощностью по схемам «а» и «б».



Какую скорость идеального холостого имеет двигатель в схеме «б» по сравнению с двигателем в схеме «а»?

1. скорости одинаковы
2. скорость в схеме «б» больше
3. скорость в схеме «б» меньше
4. скорость в схеме «б» уменьшилась пропорционально отношению сопротивления якорной цепи к сумме сопротивления якорной цепи и дополнительного сопротивления.

9. Контрольный вопрос. Какие коллекторные двигатели постоянного тока отличаются высокой технологичностью?

1. двигатели с цилиндрическим якорем с обычной зубцовой конструкцией;
2. двигатели постоянного тока обращенной конструкции;
3. двигатели с гладким цилиндрическим якорем;
4. двигатели с дисковым якорем.

10. Контрольный вопрос. С какой целью в бесконтактных двигателях постоянного тока используются аналоговые датчики положения ротора - многополюсные СКВТ и другие аналогичные датчики?

1. вследствие широкого распространения в технике СКВТ и других индуктивных датчиков
2. по технологическим соображениям
3. для уменьшения стоимости двигателя
4. для уменьшения пульсаций движущего момента двигателя

11. Контрольный вопрос. Какие условия необходимо соблюдать для открытия тиристор?

1. тиристор отпирается подачей на управляющий электрод положительного импульса относительно катода, при положительном напряжении на аноде
2. тиристор отпирается подачей на управляющий электрод импульса положительного относительно катода
3. тиристор отпирается подачей на управляющий электрод импульса отрицательного относительно катода
4. тиристор отпирается подачей на управляющий электрод положительного импульса относительно катода, при отрицательном напряжении на аноде.

12. Контрольный вопрос. С помощью преобразователя частоты со звеном постоянного тока с не управляемым выпрямителем и автономным инвертором с ШИМ необходимо получить частоту вращения, ненагруженного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, близкую к 400Гц. Какую минимальную несущую частоту переключения необходимо использовать для переключения транзисторов выходного каскада автономного инвертора?

1. 400 Гц
2. 200 Гц
3. 800 Гц
4. 4000 Гц

13. Контрольный вопрос. В приводе используется асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором ДАТ 250-8, питающийся от сети 220В 400Гц и имеющий номинальные вращающий момент 0,318 Н·м. и частоту вращения 7000 об/мин. В паспортных данных на привод указывается, что максимальная частота вращения двигателя в приводе составляет 10000 об/мин. Какой тип преобразователя используется в приводе?

1. преобразователь частоты с непосредственной связью
2. преобразователи частоты со звеном постоянного тока
3. в паспортных данных опечатка

14. Контрольный вопрос. В настоящее время все большее применение находят бесконтактные двигатели постоянного тока, заменяя собой коллекторные двигатели. Какое основное достоинство они имеют перед коллекторными двигателями постоянного тока?

1. больший к.п.д;
2. меньшие массу и габариты;
3. значительно больший срок службы и надежность;
4. большую простоту конструкции.

15. Контрольный вопрос. Какое минимальное количество транзисторов необходимо в выходном каскаде импульсного усилителя мощности при питании двигателя постоянного тока с независимым возбуждением от одного источника для обеспечения реверсивного его движения?

1. два;
2. восемь;
3. четыре;
4. шесть.

16. Контрольный вопрос. В вашем распоряжении находится асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором ДАТ 250-8, питающийся от сети 220В 400Гц, имеющий номинальный вращающий момент 0,318 Нм. Как, используя сеть 220В 50Гц, обеспечить тот же номинальный момент?

1. повысить напряжение питающей сети до 440В;
2. понизить напряжение питающей сети до 27,5В;
3. ничего не менять;
4. обеспечить тот же номинальный момент невозможно.

17. Контрольный вопрос. Кто из ученых 19-го века впервые разработал и применил электрический двигатель для привода в движение катера?

1. М. Фарадей
2. Э.Х. Ленц
3. Б.С. Якоби
4. А.М. Ампер

18. Контрольный вопрос. В настоящее время для управления частотой вращения двигателя используют транзисторные усилители. В режиме какого класса работают транзисторы выходного каскада усилителя мощности?

1. А
2. Б
3. АВ
4. Д

19. Контрольный вопрос. Два совершенно одинаковых двигателя постоянного тока с независимым возбуждением работают в системах «импульсный усилитель с симметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель(1-й двигатель)» и «импульсный усилитель с несимметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель(2-й двигатель)» при скважности импульсов не равной единице и равными частотами коммутации. Они развивают одинаковые моменты и вращаются с одинаковой частотой. По прошествии некоторого времени были измерены температуры корпусов этих двигателей. Как соотносятся между собой температуры корпусов этих двигателей?

1. T1 значительно больше T2
2. T2 значительно больше T1
3. T1 равна T2
4. T2 незначительно больше T1

20. Два совершенно одинаковых двигателя постоянного тока с независимым возбуждением работают в системах «импульсный усилитель с симметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель(1-й двигатель)» и «импульсный усилитель с несимметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель(2-й двигатель)» при скважности импульсов не равной единице и равными частотами коммутации. Они развивают одинаковые моменты и вращаются с одинаковой частотой. Как соотносятся между собой величины токов, потребляемые системами?

- а) I1 значительно больше I2
- б) I2 значительно больше I1
- в) I1 равен I2
- г) I2 незначительно больше I1

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

1. Контрольный вопрос. Математическая модель двигателя постоянного тока (ДПТ) с независимым возбуждением имеет вид:

$$U_a = i_a R_a + L_a \frac{di_a}{dt} + C_e \Omega_{\text{де.}};$$

$$M_{\text{де.}} = C_M i_a;$$

$$M_{\text{де.}} = J_{\text{де.}} \frac{d\Omega_{\text{де.}}}{dt} + M_n;$$

$$\Phi_e = \text{const.}$$

ДПТ с магнитоэлектрическим возбуждением намагничен в собранном виде. Как изменятся параметры двигателя, если его разобрать, а потом снова собрать?

1. не изменятся
2. пусковой момент увеличится
3. пусковой момент уменьшится
4. скорость холостого хода уменьшится

2. Контрольный вопрос. Математическая модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением имеет вид:

$$U_a = i_a R_a + L_a \frac{di_a}{dt} + C_e \Omega_{\text{де.}};$$

$$U_e = i_e R_e + L_e \frac{di_e}{dt};$$

$$M_{\text{де.}} = C_M i_a;$$

$$M_{\text{де.}} = J_{\text{де.}} \frac{d\Omega_{\text{де.}}}{dt} + M_n;$$

$$C_e = C_M = C \Phi_e;$$

$$\Phi_e = K_e i_e;$$

$$C = \frac{P_n N}{2\pi i}.$$

Каким образом, не вступая в противоречие с допущениями, принятыми при ее составлении, можно увеличить скорость холостого хода двигателя?

1. увеличить напряжение, подводимое к якорной цепи двигателя;
2. уменьшить напряжение возбуждения двигателя;
3. увеличить напряжение возбуждения двигателя;
4. уменьшить напряжение, подводимое к якорной цепи двигателя.

3. Контрольный вопрос. Пусковой момент большинства реальных двигателей постоянного тока с независимым возбуждением меньше, рассчитанного по выражению



$$M_{пуск} = \frac{U_{я}}{R_{я}} C_M$$

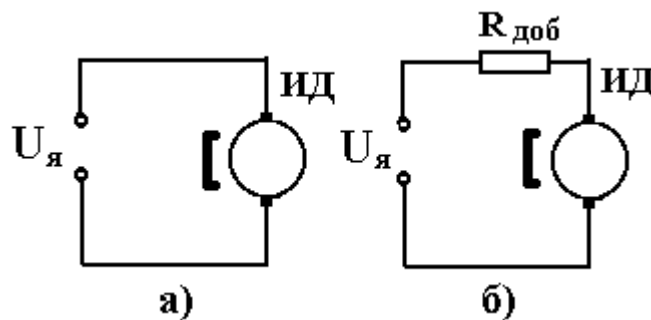
Каким явлением это можно объяснить?

- а) «реакцией якоря» и насыщением магнитопровода
- б) силой трения в подшипниках и щетках коллектора
- в) наличием вихревых токов в сплошном магнитопроводе двигателя
- г) падением напряжения под щетками двигателя

4. Контрольный вопрос. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением работает в системе «импульсный усилитель с симметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель». Какую частоту вращения будет иметь не нагруженный двигатель (механические потери в двигателе отсутствуют) при подаче на него импульсов со скважностью 50 %?

- 1. 25 % скорости холостого хода;
- 2. 50 % скорости холостого хода;
- 3. 75 % скорости холостого хода;
- 4. двигатель вращаться не будет.

5. Контрольный вопрос. Двигатель постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением питается от источника постоянного тока с бесконечно большой мощностью по схемам «а» и «б». Какую скорость идеального холостого имеет двигатель в схеме «б» по сравнению с двигателем в схеме «а»?



- 1. скорости одинаковы
- 2. скорость в схеме «б» больше
- 3. скорость в схеме «б» меньше
- 4. скорость в схеме «б» уменьшилась пропорционально отношению сопротивления якорной цепи к сумме сопротивления якорной цепи и дополнительного сопротивления

6. Контрольное задание. Двигатель ДПР – 42 Н1 имеет следующие параметры:

Электромагнитная постоянная времени	- 0,4*10 <sup>-3</sup> с
Электрохимическая пост. времени	- 15*10 <sup>-3</sup> с
Момент инерции якоря	- 5,7*10 <sup>-7</sup> кг м <sup>2</sup>
Сопротивление обм. якоря	- 13 Ом
Номинальный ток	- 0,29 А
Номинальное напряжение питания	- 27 В
Пусковой момент	- 0,044 Н*м
Номинальный момент	- 0,005 Н*м
Частота вр. номинальная	- 9000 Об/мин
Номинальное напряжение питания	27 В

Номинальная мощность - 4,3 Вт

Рассчитайте частоту вращения двигателя при отсутствии нагрузки и механических потерь на его валу в рад/с?

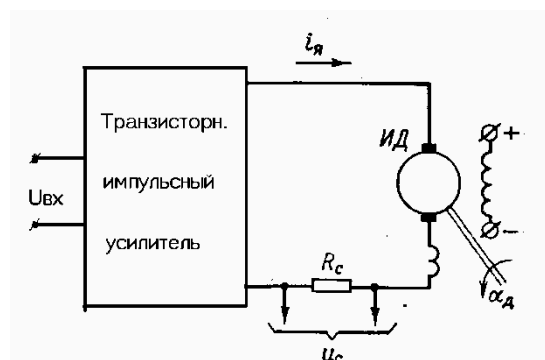
7. Контрольное задание. Двигатель ДПР – 42 Н1 имеет следующие параметры:

Электромагнитная постоянная времени	- $0,4 \cdot 10^{-3}$ с
Электромеханическая пост. времени	- $15 \cdot 10^{-3}$ с
Момент инерции якоря	- $5,7 \cdot 10^{-7}$ кг м <sup>2</sup>
Сопротивление обм. якоря	- 13 Ом
Номинальный ток	- 0,29 А
Номинальное напряжение питания	- 27 В
Пусковой момент	- 0,044 Н*м
Номинальный момент	- 0,005 Н*м
Частота вр. номинальная	- 9000 Об/мин
Номинальное напряжение питания	27 В
Номинальная мощность	- 4,3 Вт

Рассчитайте частоту вращения двигателя при нагрузке равной 0,5 моменту номинальному и механических потерь на его валу в рад/с.

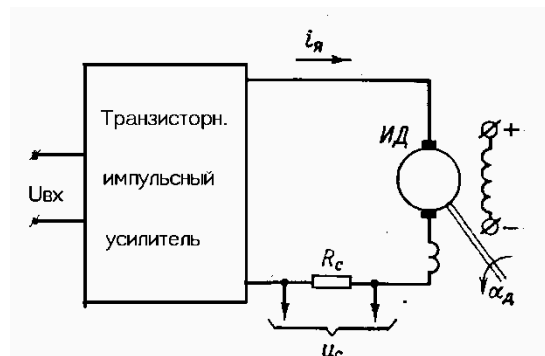
8. Контрольное задание. Рассчитайте за какое время частота вращения двигателя в механической системе, представляющей собой прямозубый двухступенчатый редуктор с передаточным отношением  $q=10$ , достигнет установившегося значения, если момент инерции ротора двигателя  $J_{\text{дв}}=0.0001 \text{ Н*м*с}^2$ , электромеханическая постоянная времени двигателя составляет 0.02 с., момент инерции выходного колеса  $J_{\text{н}}=0.01 \text{ Н*м*с}^2$ . Моменты инерции других зубчатых колес пренебрежимо малы.

9. Контрольное задание. В качестве датчиков ускорения применяются акселерометры различного типа. В следящих приводах очень часто в качестве датчика ускорения используют устройства на основе последовательного или сериесного резистора. На рисунке приведена принципиальная схема включения резистора.



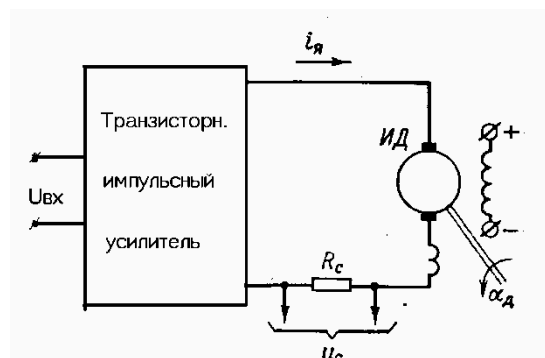
Запишите уравнение движения механической подсистемы следящего привода.

10. Контрольное задание. В качестве датчиков ускорения применяются акселерометры различного типа. В следящих приводах очень часто в качестве датчика ускорения используют устройства на основе последовательного или серийного резистора. На рисунке приведена принципиальная схема включения резистора.



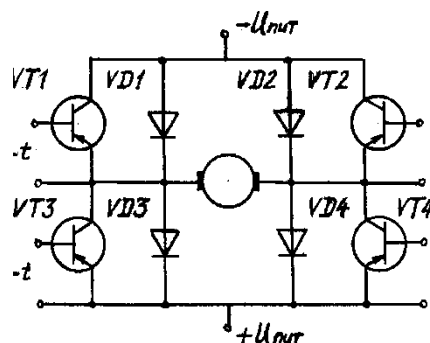
Покажите, почему падение напряжения на серийном резисторе может быть использовано в следящих системах для оценки ускорения вала ИД?

11. Контрольное задание. В качестве датчиков ускорения применяются акселерометры различного типа. В следящих приводах очень часто в качестве датчика ускорения используют устройства на основе последовательного или серийного резистора. На рисунке приведена принципиальная схема включения резистора.



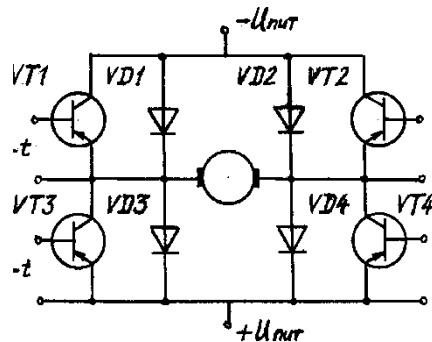
Запишите аналитическое выражение для напряжения на серийном резисторе.

12. Контрольное задание. Реверсивная мостовая схема системы ИУ-ДПТ с НВ показана на рисунке



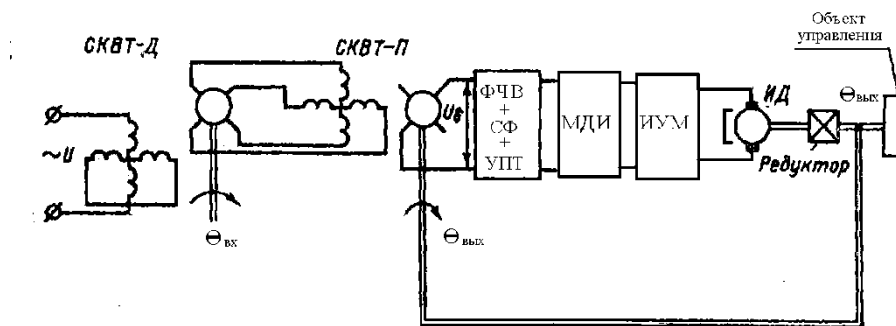
Нарисуйте диаграммы напряжений на базах транзисторов и напряжение на двигателе при несимметричном законе коммутации транзисторов.

13. Контрольное задание. Реверсивная мостовая схема системы ИУ-ДПТ с НВ показана на рисунке



Нарисуйте диаграммы напряжений на базах транзисторов и напряжение на двигателе при симметричном законе коммутации транзисторов.

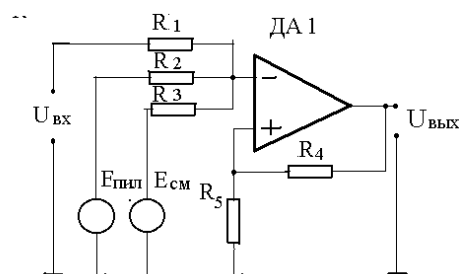
14. Контрольное задание. На рисунке приведена блок-схема ЭСП с транзисторным усилителем, поясняющая работу усилителя, выходные каскады которого работают в режиме класса Д.



Здесь: ФЧВ - фазочувствительный выпрямитель;  
 СФ - сглаживающий фильтр;  
 УПТ - усилитель постоянного тока;  
 МДИ - модулятор длительности импульсов;  
 ИУМ – импульсный усилитель мощности

Нарисуйте диаграммы напряжения на выходах следующих элементов схемы: ФЧВ, СФ, УПТ, МДИ, ИУМ.

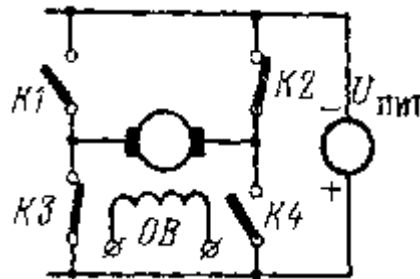
15. Контрольное задание. Принципиальная схема МДИ представлена на рисунке



Какова должна быть величина сопротивления резистора  $R_4$ , чтобы напряжение, при котором происходит переключение порогового элемента было 0,1 В? Максимальное напряжение на выходе порогового элемента составляет 10 В.

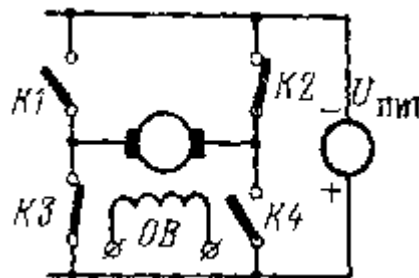
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

1. Контрольный вопрос. При несимметричном законе коммутации в системе «импульсный усилитель - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением» ключи  $K_3$  и  $K_4$  находятся в замкнутом состоянии. В каком режиме работает двигатель в этот момент времени?



1. в двигательном режиме
2. в режиме торможения противовключением
3. в режиме рекуперативного торможения
4. в режиме электродинамического торможения

2. Контрольный вопрос. В системе «импульсный усилитель - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением», изображенной на рис.



при любом законе коммутации ключей возможны ли случаи одновременного замыкания ключей?

1.  $K_1$  и  $K_3$
2.  $K_2$  и  $K_4$
3.  $K_1$  и  $K_4$
4.  $K_1$  и  $K_2$

3. Контрольный вопрос. В каком квадранте семейства механических характеристик находится рабочая точка двигателя, работающего в системе «импульсный усилитель с симметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением» при скважности импульсов 0,3 и моменте сухого трения равного 10 % от номинального момента?

1. в первом квадранте
2. во втором квадранте

3. в четвертом квадранте
4. в третьем квадранте

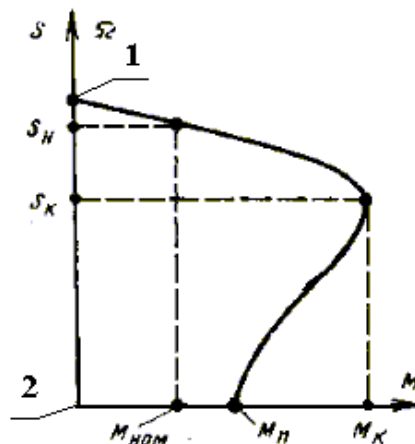
4. Контрольный вопрос. Какому установившемуся режиму работы системы «импульсный усилитель с симметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением» будет соответствовать случай, когда скважность импульсов равна 0.5?

1. двигательному режиму
2. режиму торможения противотоком
3. режиму электродинамического торможения
4. режиму генераторного торможения

5. Контрольный вопрос. Какому установившемуся режиму работы системы «импульсный усилитель с несимметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением» будет соответствовать случай, когда скважность импульсов равна 0.5, а частота вращения двигателя соответствует 20 % от максимальной?

1. двигательному режиму
2. режиму торможения противотоком
3. режиму электродинамического торможения
4. режиму генераторного торможения

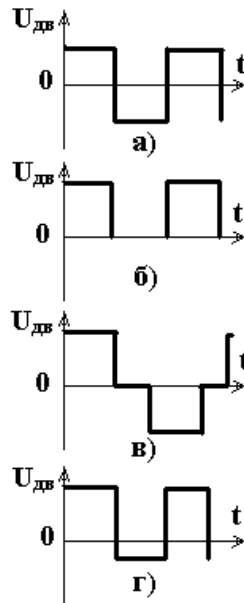
6. Контрольный вопрос. Вид механической характеристики АД (асинхронного трёхфазного двигателя) с короткозамкнутым ротором представлен на рисунке



Чему равна частота вращения в точке 2, если частота питающей сети 50 Гц, а двигатель имеет одну пару полюсов?

1. 1500 об/мин
2. 750 об/мин
3. 0 об/мин
4. 3000 об/мин

7. Контрольный вопрос. Какую идеальную форму имеют импульсы напряжения на двигателе постоянного тока с независимым возбуждением, работающим в системе «импульсный усилитель с несимметричным законом коммутации ключей выходного каскада усилителя мощности - двигатель»?



1. «а»
2. «б»
3. «в»
4. «г»

8. Контрольный вопрос. Электромеханическая постоянная времени асинхронного двигателя определяется величиной фиктивного пускового момента. Какой точкой или участком механической характеристики двигателя определяется его величина?

1. синхронной скоростью;
2. наклоном рабочего участка механической характеристики двигателя;
3. пусковым моментом двигателя;
4. номинальной скоростью.

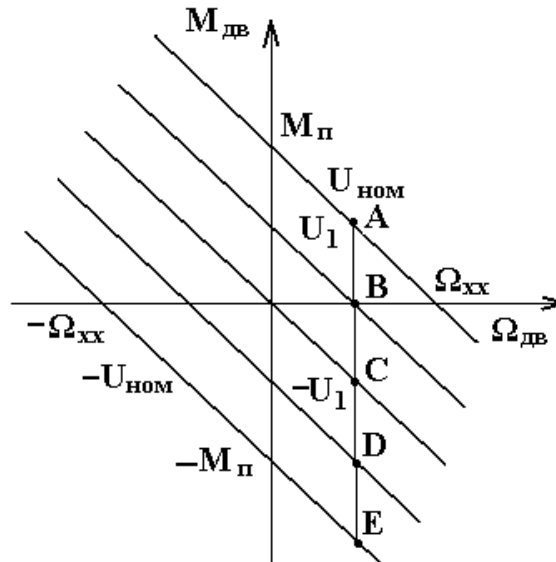
9. Контрольный вопрос. Информацию о токе якоря исполнительного двигателя постоянного тока с независимым возбуждением используют в качестве сигнала, пропорционального ускорению якоря двигателя, для коррекции динамических свойств привода. Какое свойство двигателя позволяет это сделать?

1. линейность механических характеристик
2. линейность регулировочных характеристик
3. линейная зависимость момента, развиваемого двигателем, от тока якоря
4. однозначность статических характеристик двигателя

10. Контрольный вопрос. Какой характер имеет магнитное поле при несимметричных методах управления асинхронными двухфазными двигателями?

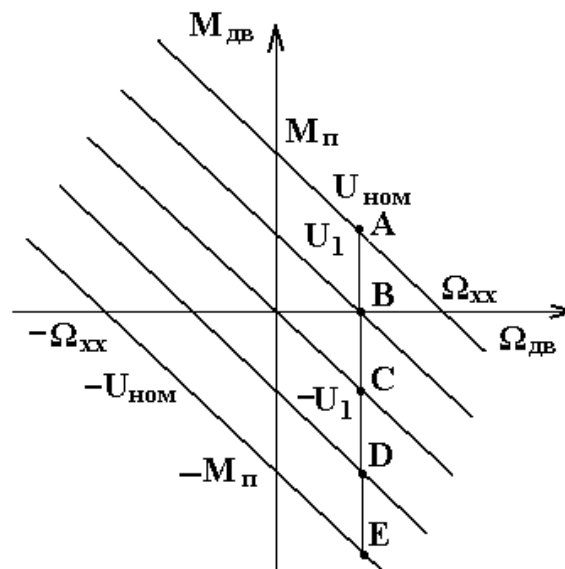
1. магнитное поле является пульсирующим
2. магнитное поле является вращающимся эллиптическим
3. магнитное поле является круговым
4. магнитное поле является постоянным

11. Контрольный вопрос. Двигатель постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением работает в установившемся режиме. Режим его работы соответствует точке «А» на механической характеристике. Какой точке семейства механических характеристик будет соответствовать режим его работы в первый момент времени если напряжения питания мгновенно изменит свой знак на противоположный?



- а) В
- б) С
- в) D
- г) E

12. Контрольный вопрос. Двигатель постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением работает в установившемся режиме. Режим его работы соответствует точке «А» на механической характеристике. Какой точке семейства механических характеристик будет соответствовать режим его работы в первый момент времени если напряжения питания мгновенно уменьшится до нуля?



- а) В
- б) С



- в) D  
г) E

13. Контрольный вопрос. Регулировочная характеристика двигателя постоянного тока с независимым возбуждением имеет зону нечувствительности равную напряжению трогания. Каким физическим явлением ее можно объяснить?

- а) наличием вихревых токов в сплошном магнитопроводе двигателя  
б) насыщением магнитопровода  
в) силой трения в подшипниках и щетках коллектора  
г) «реакцией якоря»

14. Контрольное задание. Параметры системы заданы в таблице

Исполнительный двигатель	ДПР-42-Н1-01
Передаточное число редуктора	350
Момент инерции нагрузки, $H \cdot m \cdot c^2$	3
Напряжение насыщения транзисторных ключей, В	0.6
Датчик рассогласования	2.5БВТ
Закон коммутации ключей УМ	симметр.

Постройте регулировочную характеристику системы «ИУ-Д» для 2-3-х значений скважности импульсов

15. Контрольное задание. Параметры системы заданы в таблице

Исполнительный двигатель	ДПР-42-Н1-01
Передаточное число редуктора	350
Момент инерции нагрузки, $H \cdot m \cdot c^2$	3
Напряжение насыщения транзисторных ключей, В	0.6
Датчик рассогласования	2.5БВТ
Закон коммутации ключей УМ	симметр.

Постройте механическую характеристику системы «ИУ-Д» для 2-3-х значений скважности импульсов

16. Контрольное задание. Параметры системы заданы в таблице.

Исполнительный двигатель	ДПР-42-Н1-01
Передаточное число редуктора	350
Момент инерции нагрузки, $H \cdot m \cdot c^2$	3
Напряжение насыщения транзисторных ключей, В	0.6
Датчик рассогласования	2.5БВТ
Закон коммутации ключей УМ	симметр.

Составьте функциональную схему ЭСП на основе предложенных элементов.

17. Контрольное задание. Рассчитайте за какое время частота вращения двигателя в механической системе, представляющей собой прямозубый двухступенчатый редуктор с передаточным отношением  $q=10$ , достигнет установившегося значения, если момент инерции ротора двигателя  $J_{дв}=0.0001 \text{ Н*м*с}^2$ , электромеханическая постоянная времени двигателя составляет  $0.02 \text{ с.}$ , момент инерции выходного колеса  $J_n=0.01 \text{ Н*м*с}^2$ . Моменты инерции других зубчатых колес пренебрежимо малы.

18. Контрольное задание. Двигатель ДПР-52-Н1/Н2-03 имеет следующие параметры:

Электромагнитная постоянная времени	- $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	
Электромеханическая пост. времени	- $15 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	
Момент инерции якоря	- $1,7 \cdot 10^{-6} \text{ кг м}^2$	
Сопротивление обм. якоря	- $12,5 \text{ Ом}$	
Номинальный ток	- $0,26 \text{ А}$	
Номинальное напряжение питания	- $27 \text{ В}$	
Пусковой момент		- $0,09 \text{ Н*м}$
Номинальный момент	- $0,01 \text{ Н*м}$	
Частота вр. номинальная	- $4500 \text{ Об/мин}$	
Номинальная мощность	- $4,3 \text{ Вт}$	

Постройте механическую характеристику двигателя при номинальном и 50% ном напряжении питания.

19. Контрольное задание. Двигатель ДПР – 42 Н1 имеет следующие параметры:

Электромагнитная постоянная времени	- $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	
Электромеханическая пост. времени	- $15 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	
Момент инерции якоря	- $5,7 \cdot 10^{-7} \text{ кг м}^2$	
Сопротивление обм. якоря	- $13 \text{ Ом}$	
Номинальный ток	- $0,29 \text{ А}$	
Номинальное напряжение питания	- $27 \text{ В}$	
Пусковой момент		- $0,044 \text{ Н*м}$
Номинальный момент	- $0,005 \text{ Н*м}$	
Частота вр. номинальная	- $9000 \text{ Об/мин}$	
Номинальная мощность	- $4,3 \text{ Вт}$	

Определите, чему равен коэффициент усиления двигателя?

20. Контрольное задание. Двигатель ДПР – 42 Н1 имеет следующие параметры:

Электромагнитная постоянная времени	- $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$
Электромеханическая пост. времени	- $15 \cdot 10^{-3} \text{ с}$
Момент инерции якоря	- $5,7 \cdot 10^{-7} \text{ кг м}^2$
Сопротивление обм. якоря	- $13 \text{ Ом}$
Номинальный ток	- $0,29 \text{ А}$
Номинальное напряжение питания	- $27 \text{ В}$
Пусковой момент	- $0,044 \text{ Н*м}$
Номинальный момент	- $0,005 \text{ Н*м}$
Частота вр. номинальная	- $9000 \text{ Об/мин}$
Номинальное напряжение питания	$27 \text{ В}$
Номинальная мощность	- $4,3 \text{ Вт}$

Постройте регулировочную характеристику двигателя

### **3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)**

1. Контрольный вопрос. Классификация электрических приводов. Основные типы электрических следящих приводов (ЭСП) в технических комплексах. Примеры применения ЭСП в технических комплексах.
2. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
3. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
4. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.
5. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики двигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.
6. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики бесконтактного двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
7. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики асинхронного трехфазного двигателя.
8. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики асинхронного двухфазного двигателя.
9. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики шагового электродвигателя.
10. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики датчиков скорости в системе следящего электропривода.
11. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики датчиков положения в системе следящего электропривода.
12. Контрольный вопрос. Функциональная схема системы следящего электропривода.
13. Контрольный вопрос. Основные характеристики системы следящего электропривода.
14. Контрольный вопрос. Особенности конструкции, принцип действия и основные характеристики силовых полупроводниковых преобразователей в системе следящего электропривода.
15. Контрольный вопрос. Назначение, особенности элементной реализации, принцип действия и основные характеристики модулятора длительности импульсов в системе следящего электропривода.
16. Контрольный вопрос. Назначение, особенности элементной реализации, принцип действия и основные характеристики фазочувствительного выпрямителя в системе следящего электропривода.
17. Контрольный вопрос. Назначение, особенности элементной реализации, принцип действия и основные характеристики импульсного усилителя мощности в системе следящего электропривода.
18. Контрольный вопрос. Особенности конструкции и основные характеристики механических передач в системе следящего электропривода.
19. Контрольный вопрос. Функциональное назначение и элементный состав канала управления (информационного канала) в системе следящего электропривода.
20. Контрольный вопрос. Функциональное назначение и элементный состав энергетического канала (силовой части) в системе следящего электропривода.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

1. Контрольный вопрос. Математическая модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Анализ паспортных данных двигателя и расчет параметров модели.
2. Контрольный вопрос. Математическая модель двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Анализ паспортных данных двигателя и расчет параметров модели.
3. Контрольный вопрос. Математическая модель двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Анализ паспортных данных двигателя и расчет параметров модели.
4. Контрольный вопрос. Математическая модель двигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Анализ паспортных данных двигателя и расчет параметров модели.
5. Контрольный вопрос. Математическая модель бесконтактного двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Анализ паспортных данных двигателя и расчет параметров модели.
6. Контрольный вопрос. Математическая модель асинхронного трехфазного двигателя. Анализ паспортных данных двигателя и расчет параметров модели.
7. Контрольный вопрос. Математическая модель асинхронного двухфазного двигателя. Анализ паспортных данных двигателя и расчет параметров модели.
8. Контрольный вопрос. Математическая модель шагового электродвигателя. Анализ паспортных данных двигателя и расчет параметров модели.
9. Контрольный вопрос. Основные принципы формирования вращающегося магнитного поля в электрических двигателях переменного тока в двухфазном и трехфазном исполнениях. Понятие и результирующего вектора МДС.
10. Контрольный вопрос. Построение математической модели обобщенной трехфазной электрической машины переменного тока на основе основных законов физики. Допущения, принимаемые при построении математической модели обобщенной трехфазной электрической машины переменного тока.
11. Контрольный вопрос. Понятие результирующего вектора для трехфазной системы координат. Результирующие векторы токов, напряжений и потокосцеплений обобщенной трехфазной электрической машины переменного тока.
12. Контрольный вопрос. Векторная форма записи математической модели обобщенной трехфазной электрической машины переменного тока. Уравнения связи в векторной форме записи.
13. Контрольный вопрос. Система электропривода с частотно-токовым управлением. Частотно-токовый способ управления. основные уравнения, поясняющие частотно-токовый способ управления.
14. Контрольный вопрос. Эквивалентные системы координат, используемые для записи математических моделей обобщенной трехфазной электрической машины переменного тока.
15. Контрольный вопрос. Прямое и обратное преобразование Кларк. Прямое и обратное преобразование Парка.
16. Контрольный вопрос. Нелинейная векторная математическая модель СВДПМ в синхронной системе координат. Основные допущения, принимаемые при построении нелинейной математической модели СВДПМ.
17. Контрольный вопрос. Вывод математической модели обобщенной трехфазной электрической машины переменного тока в неподвижной системе координат на основе исходной векторной математической модели.
18. Контрольный вопрос. Особенности построения нелинейной математической модели трехфазного СВДПМ.

19. Контрольный вопрос. Вывод математической модели АД в системе координат, вращающейся с произвольной скоростью, на основе исходной векторной математической модели.

20. Контрольный вопрос. Эквивалентная линейная математическая модель СВДПМ.

21. Контрольный вопрос. Обобщенная векторная математическая модель АД с КЗ ротором. Зависимости для расчета электромагнитного момента АД с КЗ ротором.

22. Контрольный вопрос. Схема замещения АД с КЗ ротором для статических режимов работы. Т-образная схема замещения и Г-образная схема замещения.

23. Контрольный вопрос. Нелинейная векторная математическая модель СВДПМ в синхронной системе координат. Основные допущения, принимаемые при построении нелинейной математической модели СВДПМ.

25. Контрольный вопрос. Эквивалентная двухфазная нелинейная математическая модель СВДПМ в синхронной системе координат.

### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

1. Контрольный вопрос. Основные режимы работы электрического двигателя постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением и соответствующие им области механических характеристик.

2. Контрольный вопрос. Механические характеристики исполнительных двигателей. Определение жесткости механической характеристики. Типы механических характеристик двигателей переменного тока.

3. Контрольный вопрос. Амплитудное управление скоростью вращения ротора АД. Механические характеристики АД при амплитудном управлении.

4. Контрольный вопрос. Анализ качества амплитудного управления. Функциональная схема управления АД, реализующая амплитудное управление.

5. Контрольный вопрос. Механические характеристики электрических двигателей постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением. Основные режимы работы электрического двигателя постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением и соответствующие им области механических характеристик.

6. Контрольный вопрос. Частотное управление скоростью вращения ротора АД. Механические характеристики АД при частотном управлении.

7. Контрольный вопрос. Анализ качества частотного управления АД. Функциональная схема, реализующая частотное управление.

8. Контрольный вопрос. Частотное управление скоростью вращения ротора АД с постоянной перегрузочной способностью. Механические характеристики АД.

9. Контрольный вопрос. Анализ качества управления АД с постоянной перегрузочной способностью. Функциональная схема, реализующая управление.

10. Контрольный вопрос. Комбинированное управление скоростью вращения ротора АД. Механические характеристики АД при комбинированном управлении.

11. Контрольный вопрос. Анализ качества комбинированного управления скоростью вращения ротора АД. Функциональная схема, реализующая комбинированное управление.

12. Контрольный вопрос. Система частотного управления с IR-компенсацией. Управление при постоянстве полного потока. Анализ качества управления.

13. Контрольный вопрос. Понятие управляемости, наблюдаемости и восстанавливаемости цифровых автоматических систем. Условие управляемости в терминах пространства состояний.

14. Контрольный вопрос. Механические характеристики электрических двигателей постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением. Основные режимы работы электрического двигателя постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением и соответствующие им области механических характеристик.

15. Контрольный вопрос. Обеспечение равенства нулю продольной составляющей тока статора во вращающейся системе координат. Основные варианты.

16. Контрольный вопрос. Анализ механической характеристики АД с КЗ ротором. Режимы работы АД с КЗ ротором. Зависимости для расчета критического момента АД в двигательном и генераторном режимах.

17. Контрольный вопрос. Понятие результирующего вектора для трехфазной системы координат. Результирующие векторы токов, напряжений и потокоцеплений обобщенной трехфазной электрической машины переменного тока. Связь проекций на оси трехфазной системы координат с результирующим вектором.

18. Контрольный вопрос. Механические характеристики электрических двигателей постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением. Основные режимы работы электрического двигателя постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением и соответствующие им области механических характеристик.

19. Контрольный вопрос. Система электропривода с частотно-токовым управлением. Частотно-токовый способ управления. основные уравнения, поясняющие частотно-токовый способ управления.

20. Контрольный вопрос. Схема замещения АД с КЗ ротором для статических режимов работы. Т-образная схема замещения и Г-образная схема замещения.

21. Контрольный вопрос. Механические характеристики исполнительных двигателей. Определение жесткости механической характеристики. Типы механических характеристик двигателей переменного тока. Механические характеристики объектов регулирования. Статическая устойчивость механического движения.

22. Контрольный вопрос. Структурная схема АД с КЗ ротором, управляемого изменением напряжения по цепи обмоток статора.

23. Контрольный вопрос. Способы управления частотой вращения якоря ДПТ с НВ. Сравнительный анализ полюсного и якорного способов управления.

24. Контрольный вопрос. Коррекция ЭСП методом глубокой отрицательной обратной связи (ГОС). Гибкая и жесткая обратная связь. Структура привода с ГОС и его передаточные функции. Достоинства и недостатки коррекции по методу ГОС.

25. Контрольный вопрос. Механические характеристики исполнительных двигателей. Определение жесткости механической характеристики. Типы механических характеристик двигателей переменного тока. Механические характеристики объектов регулирования. Статическая устойчивость механического движения.

#### **4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы (проекта)) по дисциплине (модулю)**

##### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)**

1. Контрольный вопрос. Типовые конструктивные элементы электрического следящего привода постоянного тока.
2. Контрольный вопрос. Особенности подбора исполнительного двигателя электрического следящего привода постоянного тока в соответствии с заданными требованиями по точности и быстродействию.
3. Контрольный вопрос. Особенности подбора датчиков скорости и положения электрического следящего привода постоянного тока в соответствии с заданными требованиями по точности и быстродействию.
4. Контрольный вопрос. Особенности подбора типа механической передачи электрического следящего привода в соответствии с заданными требованиями по точности и быстродействию.
5. Контрольный вопрос. Статические, динамические и энергетические характеристики следящего электропривода постоянного тока.
6. Контрольный вопрос. Типовая структура и отличительные особенности следящего электропривода переменного тока.
7. Контрольный вопрос. Основные особенности подбора конструктивных элементов электрического следящего привода переменного тока в соответствии с заданными требованиями по точности и быстродействию.
8. Контрольный вопрос. Статические, динамические и энергетические характеристики следящего электропривода переменного тока.
9. Контрольный вопрос. Основные этапы проектирования энергетического канала электрического следящего привода.
10. Контрольный вопрос. Основные этапы проектирования механической передачи электрического следящего привода.

##### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

1. Контрольный вопрос. Методика расчет передаточного числа редуктора следящего привода, при условии обеспечения заданной максимальной величины скорости движения выходного вала.
2. Контрольный вопрос. Расчет передаточного числа редуктора следящего привода, при условии обеспечения максимального быстродействия системы при номинальном значении движущего момента исполнительного двигателя и момента сопротивления нагрузки.
3. Контрольный вопрос. Расчет величины ускорения системы, следящей за объектом наблюдения, движущимся равномерно, прямолинейно и в одной плоскости, в момент минимальной дальности до него.
4. Контрольный вопрос. Типовые законы движения объекта регулирования в режиме переброски оптимальном по быстродействию.
5. Контрольное задание. Выполнить расчет интервала времени в течение которого частота вращения двигателя в механической системе, представляющей собой прямозубый двухступенчатый редуктор с передаточным отношением  $q=25$ , достигнет установившегося значения, если момент инерции ротора двигателя  $0.00017 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ , электромеханическая постоянная времени двигателя составляет  $0.035 \text{ с}$ , момент инерции выходного колеса  $0.025 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ . Моменты инерции других зубчатых колес пренебрежимо малы.

6. Контрольное задание. Выполнить расчет интервала времени в течение которого частота вращения двигателя в механической системе, представляющей собой прямозубый двухступенчатый редуктор с передаточным отношением  $q=10$ , достигнет установившегося значения, если момент инерции ротора двигателя  $0.0001 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ , электромеханическая постоянная времени двигателя составляет  $0.02 \text{ с}$ , момент инерции выходного колеса  $0.01 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ . Моменты инерции других зубчатых колес пренебрежимо малы.

7. Контрольное задание. Выполнить расчет интервала времени в течение которого частота вращения двигателя в механической системе, представляющей собой прямозубый двухступенчатый редуктор с передаточным отношением  $q=20$ , достигнет установившегося значения, если момент инерции ротора двигателя  $0.00015 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ , электромеханическая постоянная времени двигателя составляет  $0.025 \text{ с}$ , момент инерции выходного колеса  $0.015 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ . Моменты инерции других зубчатых колес пренебрежимо малы.

8. Контрольное задание. Выполнить расчет интервала времени в течение которого частота вращения двигателя в механической системе, представляющей собой прямозубый двухступенчатый редуктор с передаточным отношением  $q=15$ , достигнет установившегося значения, если момент инерции ротора двигателя  $0.0002 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ , электромеханическая постоянная времени двигателя составляет  $0.03 \text{ с}$ , момент инерции выходного колеса  $0.017 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ . Моменты инерции других зубчатых колес пренебрежимо малы.

9. Контрольное задание. Выполнить расчет интервала времени в течение которого частота вращения двигателя в механической системе, представляющей собой прямозубый двухступенчатый редуктор с передаточным отношением  $q=15$ , достигнет установившегося значения, если момент инерции ротора двигателя  $0.0002 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ , электромеханическая постоянная времени двигателя составляет  $0.03 \text{ с}$ , момент инерции выходного колеса  $0.017 \text{ Нм} \cdot \text{с}$ . Моменты инерции других зубчатых колес пренебрежимо малы.

10. Контрольное задание. Электрический следящий привод с электромагнитными муфтами имеет номинальную мощность  $100 \text{ Вт}$ . Необходимо рассчитать номинальную выходную мощность электронного усилителя, управляющий токком управления электромагнитных муфт?

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

1. Контрольный вопрос. Методика экспериментального определения электромеханической постоянной времени исполнительного двигателя следящего привода.

2. Контрольный вопрос. Методика экспериментального определения электромагнитной постоянной времени исполнительного двигателя следящего привода?

3. Контрольный вопрос. Методика экспериментального определения механической характеристики двигателя постоянного тока?

4. Контрольный вопрос. Методика экспериментального определения регулировочной характеристики двигателя постоянного тока?

5. Контрольный вопрос. Какое условие является необходимым условием обеспечения возможности выполнения следящим приводом требуемого закона движения?

6. Контрольный вопрос. Какой максимальный порядок астатизма привода, управляющего положением объекта управления, можно получить при использовании привода с блоком электромагнитных муфт, не прибегая к специальным методам повышения порядка астатизма?

7. Контрольный вопрос. Характеристиками какого элемента привода с блоком электромагнитных муфт определяется наклон механической характеристики?



8. Контрольный вопрос. Методика экспериментального определения характеристик электромагнитных муфт следящего электропривода?

9. Контрольный вопрос. Методика экспериментального определения частотных характеристик следящего электропривода?

10. Контрольный вопрос. Методика экспериментального определения и анализ переходной характеристики следящего электропривода?