

Министерство общего и профессионального образования Ростовской области  
Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение Ростовской области  
"Белокалитвинский гуманитарно-индустриальный техникум"

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

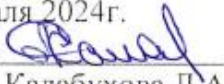
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации  
в форме экзамена

по ОП.06 Электрические машины и электропривод

в рамках основной профессиональной образовательной программы  
для специальности 13.02.13 Эксплуатация и обслуживание  
электрического и электромеханического оборудования (по  
отраслям)

Белая Калитва

2024

ОДОБРЕНО  
цикловой комиссией  
специальности 13.02.13  
Эксплуатация и обслуживание  
электрического изелектромеханического  
оборудования  
Протокол №1  
от «14» февраля 2024г.  
Председатель   
Калабухова Л.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по УВР  
  
Зубкова О.Н.  
«15» февраля 2024г.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена по ОП.06 Электрические машины и электропривод разработан в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП.06 Электрические машины и электропривод, положением о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов.

Разработчик:

преподаватель ГБПОУ РО «БГИТ»

Вдовенко Надежда Викторовна

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1.	Паспорт фонда оценочных средств	4
2.	Содержание фонда оценочных средств	9
3.	Система оценивания	53

## 1 Паспорт фонда оценочных средств

### 1.1 Область применения фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины Электрические машины и электропривод.

Фонд оценочных средств включает материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена.

Фонд оценочных средств разработан на основании положений:

- основной профессиональной образовательной программы по специальности 13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям);
- учебного плана и рабочей программы учебной дисциплины, являющейся частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

### 1.2 Распределение содержания учебного материала дисциплины по видам контроля

Таблица 1 Оценка освоения теоретического курса

Содержание учебного материала по программе	Виды аттестации			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Пров. У,З	Форма контроля	Пров. У,З
<b>Тема 1.1.1</b> Устройство и рабочий процесс трансформатора в	Фронтальный опрос. Практическая работа №1 Изучение конструкции силовых трансформаторов. Лабораторная работа №1 Исследование силового трансформатора методом холостого хода и короткого замыкания. Практическая работа №2 Определение числа витков в обмотках трансформатора и коэффициента трансформации. Практическая работа №3 Расчет мощности и КПД трансформатора.	31,32,У2	Экзамен	31,32,У2
<b>Тема 1.1.2</b> Схемы, группы соединения обмоток и	Фронтальный опрос. Практическая работа № 4 Составление схем и маркировка обмоток силовых трансформаторов.	32,33,37, У2-У5	Экзамен	32,33,37, У2-У5

параллельная работа трансформаторов	Практическая работа № 5 Расчет параметров силового трехфазного трансформатора по паспортным данным. Практическая работа № 6 Определение группы соединения трехфазного силового трансформатора. Практическое занятие № 1 Изучение условий параллельной работы трансформаторов.			
<b>Тема 1.1.3</b> Автотрансформаторы и трехобмоточные трансформаторы	Фронтальный опрос. Практическое занятие № 2 Изучение регулировочных свойств трансформаторов и автотрансформаторов.	31,32,У2, У3	Экзамен	31,32,У2, У3
<b>Тема 1.1.4</b> Переходные процессы в трансформаторах	Фронтальный опрос.	32,33,У2, У4,У5	Экзамен	32,33,У2, У4,У5
<b>Тема 1.1.5</b> Трансформаторы специального назначения	Фронтальный опрос.	31,32,У2, У3	Экзамен	31,32,У2, У3
Принцип действия и устройство бесколлекторных машин	Фронтальный опрос.	32,У2	Экзамен	32,У2
<b>Тема 1.2.2</b> Основные типы обмоток статора и принципы их выполнения	Фронтальный опрос. Практическая работа №7 Расчет параметров обмотки статора. Практическая работа №8 Выполнение развернутой схемы обмотки статора.	31,32,У2	Экзамен	31,32,У2
<b>Тема 1.2.3</b> Магнитодвижущая сила обмотки статора	Фронтальный опрос.	32,У2,У5	Экзамен	32,У2,У5
<b>Тема 1.3.1</b> Режимы работы и устройство асинхронной машины	Фронтальный опрос. Практическая работа № 9 Изучение устройства трехфазного асинхронного двигателя с фазным и короткозамкнутым ротором. Практическое занятие № 3 Изучение схемы включения двигателя и методики проверки обозначений выводов статора.	31,32, У2-У5	Экзамен	31,32, У2-У5
<b>Тема 1.3.2</b> Общая характеристика режимов работы при	Фронтальный опрос.	32,33,У2, У5	Экзамен	32,33,У2, У5

неподвижном и вращающемся роторе				
<b>Тема 1.3.3</b> Уравнения напряжений, МДС и токов асинхронного двигателя	Фронтальный опрос Практическое занятие № 4 Расчет параметров трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	32,У4,У5	Экзамен	32,У4,У5
<b>Тема 1.3.4</b> Схема замещения и векторная диаграмма асинхронного двигателя	Фронтальный опрос	32,У3, У4	Экзамен	32,У3, У4
<b>Тема 1.3.5</b> Потери и КПД асинхронного двигателя	Фронтальный опрос Практическое занятие № 5 Расчет потерь мощности и КПД асинхронного двигателя. Практическая работа № 10 Определение потерь двигателя в режиме номинальной нагрузки.	32,33,У4	Экзамен	32,33,У4
<b>Тема 1.3.6</b> Электромеханические характеристики асинхронного двигателя	Фронтальный опрос	32,33,37, У3-У5	Экзамен	32,33,37, У3-У5
<b>Тема 1.3.7</b> Опытное определение параметров асинхронного двигателя	Фронтальный опрос Практическое занятие № 6 Расчет и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя аналитическим методом. Практическое занятие № 7 Определение параметров асинхронного двигателя: опыт холостого хода и короткого замыкания.	32,33,37, У2-У5	Экзамен	32,33,37, У2-У5
<b>Тема 1.3.8</b> Пуск и регулирование частоты вращения двигателей с фазным ротором	Фронтальный опрос Практическое занятие № 8 Определение величины сопротивления резистора	32,33,37, У2-У5	Экзамен	32,33,37, У2-У5
<b>Тема 1.3.9</b> Пуск и регулирование частоты вращения двигателей с короткозамкнутым ротором	Фронтальный опрос Лабораторная работа № 2 Исследование работы трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	32,33,37, У2-У5	Экзамен	32,33,37, У2-У5
<b>Тема 1.3.10</b>	Фронтальный опрос	32,У2,У3	Экзамен	32,У2,У3

Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели	Практическое занятие № 9 Расчет параметров асинхронного двигателя. Практическое занятие № 10 Изучение влияния величины нагрузки на параметры асинхронного двигателя.			
<b>Тема 1.3.11</b> Конструктивные формы исполнения электрических машин	Фронтальный опрос Практическая работа № 11 Изучение конструктивных форм исполнения электрических машин.	32,У2,У3	Экзамен	32,У2,У3
<b>Тема 1.4.1</b> Способы возбуждения и устройство синхронных машин	Фронтальный опрос	32,У4,У5	Экзамен	32,У4,У5 У6, У10
<b>Тема 1.4.2</b> Магнитная цепь и магнитное поле синхронной машины	Фронтальный опрос Практическое занятие № 11 Изучение работы трехфазного синхронного генератора.	32,У4,У5	Экзамен	32,У4,У5
<b>Тема 1.4.3</b> Характеристики синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин	Фронтальный опрос Практическая работа №12 Расчет потерь мощности и КПД синхронной машины	31,32,37, У4	Экзамен	31,32,37, У4
<b>Тема 1.4.4</b> Параллельная работа синхронных генераторов	Фронтальный опрос Практическое занятие № 12 Изучение включения синхронных генераторов на параллельную работу.	32,33,У2, У5	Экзамен	32,33,У2, У5
<b>Тема 1.4.5</b> Принцип действия синхронного двигателя. Синхронный компенсатор	Фронтальный опрос Практическое занятие № 13 Изучение работы трехфазного синхронного двигателя. Схема включения двигателя.	32,33,У2, У3,У5	Экзамен	32,33,У2, У3,У5
<b>Тема 1.5.1</b> Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока	Фронтальный опрос Практическая работа № 13 Изучение конструкции электрических машин постоянного тока	32,У2,У3	Экзамен	32,У2,У3
<b>Тема 1.5.2</b> Обмотки якоря коллекторных	Фронтальный опрос Практическая работа №14 Расчет параметров обмотки якоря. Выполнение	31,32,У2, У5	Экзамен	

машин постоянного тока	развернутой схемы обмотки якоря машины постоянного тока.			
<b>Тема 1.5.3</b> Магнитное поле машин постоянного тока	Фронтальный опрос	32,У4	Экзамен	32,У4
<b>Тема 1.5.4</b> Коммутация в машинах постоянного тока	Фронтальный опрос	32,У2,У4,У5	Экзамен	32,У2,У4,У5
<b>Тема 1.5.5</b> Коллекторные генераторы	Фронтальный опрос Практическое занятие № 14 Изучение схем включения и принципа работы генератора постоянного тока. Лабораторная работа №3 Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения. Лабораторная работа № 4 Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения	31,32,У2,У3	Экзамен	31,32,У2,У3
<b>Тема 1.5.6</b> Коллекторные двигатели	Фронтальный опрос Практическое занятие № 15 Изучение схем включения и принципа работы двигателя постоянного тока. Лабораторная работа № 5 Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.	31,32,У2,У3	Экзамен	31,32,У2,У3
<b>Тема 1.5.7</b> Универсальные коллекторные двигатели.	Фронтальный опрос	31,32,У2,У3	Экзамен	31,32,У2,У3
<b>Тема 1.6.1</b> Асинхронные машины специального назначения	Фронтальный опрос	31,32,У2,У3	Экзамен	31,32,У2,У3
<b>Тема 1.6.2</b> Машины постоянного тока специального назначения	Фронтальный опрос Практическое занятие № 16 Изучение работы машины постоянного тока специального назначения	31,32,У2,У3	Экзамен	31,32,У2,У3
<b>Тема 1.6.3</b> Синхронные машины специального назначения	Фронтальный опрос	31,32,У2,У3	Экзамен	31,32,У2,У3



## **2 Содержание фонда оценочных средств**

### **2.1. Задания для проведения текущего контроля Электрические машины**

#### **Тема 1.1.1 Устройство и рабочий процесс трансформаторов.**

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Рабочий процесс трансформаторов.
2. Устройство и классификация трансформаторов.
3. Схема замещения и векторная диаграмма трансформатора.
4. Схемы замещения по данным холостого хода и короткого замыкания.
5. Потери мощности и коэффициент полезного действия трансформаторов.
6. Способы регулирования напряжения трансформаторов
7. Назначение, область применения, принцип действия трансформаторов.
8. Способы охлаждения трансформаторов.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическая работа №1 Изучение конструкции силовых трансформаторов.

Лабораторная работа №1 Исследование силового трансформатора методом холостого хода и короткого замыкания.

Практическая работа №2 Определение числа витков в обмотках трансформатора и коэффициента трансформации.

Практическая работа №3 Расчет мощности и КПД трансформатора.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

#### **Тема 1.1.2 Схемы, группы соединения обмоток и параллельная работа трансформаторов**

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.
2. Влияние схемы соединения обмоток на отношение линейных напряжений трехфазных трансформаторов.
3. Группы соединения (основные и производные), предусмотренные ГОСТом.
4. Параллельная работа трансформаторов.
5. Назначение и условия включения трансформаторов на параллельную работу.
6. Порядок включения и распределение нагрузки между трансформаторами.
7. Маркировка обмоток силовых трансформаторов.
8. Расчет параметров силового трехфазного трансформатора

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическая работа № 4 Составление схем и маркировка обмоток силовых трансформаторов.

Практическая работа № 5 Расчет параметров силового трехфазного трансформатора по паспортным данным.

Практическая работа № 6 Определение группы соединения трехфазного силового трансформатора.

Практическое занятие №1 Изучение условий параллельной работы трансформаторов.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

#### **Тема 1.1.3 Автотрансформаторы и трехобмоточные трансформаторы**

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Устройство автотрансформаторов.
2. Особенности рабочего процесса автотрансформаторов

3. Достоинства и недостатки автотрансформаторов.
  4. Сравнение с двухобмоточными трансформаторами.
  5. Трехобмоточные трансформаторы назначение.
  6. Трехобмоточные трансформаторы особенности работы.
  7. Регулировочные свойства автотрансформаторов.
  8. Регулировочные свойства трансформаторов.
- Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №2 Изучение регулировочных свойств трансформаторов и автотрансформаторов

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

#### **Тема 1.1.4** Переходные процессы в трансформаторах

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Переходные процессы, в трансформаторах.
2. ПП, возникающие при включении трансформатора в электрическую сеть.
3. ПП, возникающие при коротком замыкании на зажимах вторичной обмотки.
4. Перенапряжения в трансформаторах.
5. Защита от перенапряжений в трансформаторах.

Критерии оценки: См. приложение 1

#### **Тема 1.1.5** Трансформаторы специального назначения

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Трансформаторы для преобразования числа фаз.
2. Трансформаторы с плавным регулированием напряжения.
3. Трансформаторы для выпрямительных установок.
4. Особенности работы.
5. Сварочные трансформаторы.
6. Измерительные трансформаторы.

Критерии оценки: См. приложение 1

#### **Тема 1.2.1** Принцип действия и устройство бесколлекторных машин

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Классификация бесколлекторных машин переменного тока.
2. Принцип действия синхронной машины.
3. Основные типы синхронных машин.
4. Конструкции неявнополюсных и явнополюсных синхронных машин.
5. Принцип действия асинхронной машины, режим работы.
6. Основные соотношения в машинах переменного тока.
7. Понятие о синхронной частоте вращения ротора, скольжении.
8. Устройство статора синхронной и асинхронной машины.

Критерии оценки: См. приложение 1

#### **Тема 1.2.2** Основные типы обмоток статора и принципы их выполнения

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Принцип выполнения обмотки статора, понятие о секции, полном делении, шаге обмотки по пазам.
2. ЭДС проводника обмотки.
3. График распределения магнитной индукции в воздушном зазоре машины.
4. ЭДС катушки (секции).

5. Укорочение шага обмотки, коэффициент укорочения шага обмотки.
  6. Сосредоточенные и распределенные обмотки.
  7. Число пазов на полюс и фазу.
  8. Коэффициент распределения обмотки.
  9. Обмоточный коэффициент.
  10. Катушечная группа. ЭДС катушечной группы и фазной обмотки статора.
- Критерии оценки: См. приложение 1

Практическая работа №7 Расчет параметров обмотки статора.

Практическая работа №8 Выполнение развернутой схемы обмотки статора.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

### **Тема 1.2.3** Магнитодвижущая сила обмотки статора

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Магнитная цепь электрической машины, основные понятия.
  2. Магнитодвижущая сила фазы обмотки.
  3. МДС трехфазной обмотки.
  4. Анализ кривой намагничивающей силы обмоток с целым числом пазов на полюс и фазу.
  5. МДС дробных обмоток.
  6. Магнитное поле обмотки переменного тока.
  7. Индуктивные сопротивления от магнитных полей воздушного зазора.
  8. Общие выражения для индуктивного сопротивления рассеяния.
  9. Индуктивности рассеяния для статорных и роторных обмоток синхронной машины
- Критерии оценки: См. приложение 1

### **Тема 1.3.1** Режимы работы и устройство асинхронной машины

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Двигательный режим работы асинхронной машины.
2. Условия перехода асинхронной машины в указанные режимы.
3. Понятия о скольжении асинхронной машины.
4. Устройство трехфазного асинхронного двигателя с фазным и короткозамкнутым ротором.
5. Маркировки выводов обмоток асинхронного двигателя.
6. Генераторный режим работы асинхронной машины.
7. Тормозной режим работы асинхронной машины.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическая работа № 9 Изучение устройства трехфазного асинхронного двигателя с фазным и короткозамкнутым ротором.

Практическое занятие №3 Изучение схемы включения двигателя и методики проверки обозначений выводов статора.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

### **Тема 1.3.2** Общая характеристика режимов работы при неподвижном и вращающемся роторе

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Аналогия между асинхронной машиной и трансформатором.
2. Магнитная цепь асинхронного двигателя.

3. Основной магнитный поток и потоки рассеяния.
  4. Анализ кривой намагничивающей силы обмоток с целым числом пазов на полюс и фазу.
  5. МДС дробных обмоток.
  6. Магнитное поле обмотки переменного тока.
  7. Индуктивные сопротивления от магнитных полей воздушного зазора.
  8. Общие выражения для индуктивного сопротивления рассеяния.
  9. Индуктивности рассеяния для статорных и роторных обмоток синхронной машины
- Критерии оценки: См. приложение 1

### **Тема 1.3.3** Уравнения напряжений, МДС и токов асинхронного двигателя

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Уравнения ЭДС асинхронного двигателя при неподвижном роторе.
2. Уравнения ЭДС асинхронного двигателя при вращающемся роторе.
3. Уравнения МДС асинхронного двигателя.
4. Уравнения токов асинхронного двигателя.
5. Принцип действия асинхронной машины, режим работы.
6. Основные соотношения в машинах переменного тока.
7. Понятие о синхронной частоте вращения ротора, скольжении.
8. Устройство статора синхронной и асинхронной машины.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №4 Расчет параметров трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

### **Тема 1.3.4** Схема замещения и векторная диаграмма асинхронного двигателя

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Схема замещения асинхронного двигателя
2. Векторная диаграмма асинхронного двигателя
3. Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора асинхронного двигателя.
4. Устройство трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.
5. Маркировки выводов обмоток асинхронного двигателя.
6. Генераторный режим работы асинхронной машины.
7. Тормозной режим работы асинхронной машины.
8. Устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Вопросы для проведения фронтального опроса:

### **Тема 1.3.5** Потери и КПД асинхронного двигателя

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Потери мощности действия асинхронного двигателя.
2. Магнитные потери.
3. Электрические потери.
4. Механические потери.
5. Коэффициент полезного действия асинхронного двигателя.
6. Расчет потерь мощности асинхронного двигателя.
7. Расчет КПД асинхронного двигателя.
8. Определение потерь двигателя в режиме номинальной нагрузки.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №5 Расчет потерь мощности и КПД асинхронного двигателя.

Практическая работа №10 Определение потерь двигателя в режиме номинальной нагрузке.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.3.6** Электромеханические характеристики асинхронного двигателя

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Электромагнитный момент асинхронного двигателя и его зависимость от скольжения.
2. Максимальный момент, критическое скольжение и начальный пусковой момент.
3. Механические характеристики асинхронного двигателя.
4. Перегрузочная способность двигателя.
5. Влияние активного сопротивления обмотки ротора на форму механической характеристики асинхронного двигателя.
6. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
7. Электромагнитные моменты от высших пространственных гармоник магнитного поля асинхронного двигателя.
8. Асинхронные моменты.
9. Синхронные моменты.

Критерии оценки: См. приложение 1

**Тема 1.3.7** Опытное определение параметров асинхронного двигателя

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Опытное определение параметров асинхронного двигателя:
2. Опыт холостого хода.
3. Опыт короткого замыкания.
4. Схемы замещения асинхронного двигателя.
5. Построение рабочих характеристик асинхронного двигателя по круговой диаграмме.
6. Аналитический метод расчета рабочих характеристик асинхронного двигателя.
7. Использование результатов опытов для расчета параметров схемы замещения асинхронного двигателя.
8. Расчет и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №6 Расчет и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя аналитическим методом.

Практическое занятие №7 Определение параметров асинхронного двигателя: опыт холостого хода и короткого замыкания.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.3.8** Пуск и регулирование частоты вращения двигателей с фазным ротором

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Пусковые свойства трехфазных асинхронных двигателей с фазным ротором.
2. Способы пуска асинхронных двигателей: переключением обмотки статора со «звезды» на «треугольник».
3. Способ пуска асинхронных двигателей прямым включением в сеть.
4. Автотрансформаторный, реакторный пуск асинхронных двигателей.
5. Пуск асинхронных двигателей с фазным ротором.
6. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.
7. Способы регулирования частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №8 Определение величины сопротивления резистора

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.3.9** Пуск и регулирование частоты вращения двигателей с короткозамкнутым ротором

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Пусковые свойства трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.
2. Способы пуска асинхронных двигателей: переключением обмотки статора со «звезды» на «треугольник»,
3. Способ пуска асинхронных двигателей прямым включением в сеть,
4. Автотрансформаторный, реакторный пуск асинхронных двигателей.
5. Пуск асинхронных двигателей с КЭ ротором.
6. Пуск асинхронных двигателей с фазным ротором.
7. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.
8. Способы регулирования частоты вращения КЗ трехфазных асинхронных двигателей.

Критерии оценки: См. приложение 1

Лабораторная работа № 2 Исследование работы трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.3.10** Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Принцип действия однофазного асинхронного двигателя.
2. Особенности пуска однофазного асинхронного двигателя.
3. Условия, необходимые для получения вращающегося магнитного поля.
4. Конденсаторные асинхронные двигатели.
5. Принцип действия, выбор рабочей и пусковой емкостей.
6. Работа трехфазного асинхронного двигателя от однофазной сети.
7. Выбор необходимой схемы включения.
8. Расчет и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №9 Расчет параметров асинхронного двигателя.

Практическое занятие №10 Изучение влияния величины нагрузки на параметры асинхронного двигателя.

**Тема 1.3.11** Конструктивные формы исполнения электрических машин

Вопросы для проведения фронтального опроса:

1. Нагревание и охлаждение электрических машин.
2. Режимы работы электрических машин.
3. Способы охлаждения электрических машин.
4. Конструктивные формы исполнения электрических машин.
5. Серии трехфазных асинхронных двигателей.
6. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.
7. Способы регулирования частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей.

8. Определение потерь двигателя в режиме номинальной нагрузке

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическая работа № 11 Изучение конструктивных форм исполнения электрических машин.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.4.1** Способы возбуждения и устройство синхронных машин

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Назначение и требования к способам возбуждения машин.
2. Классификация источников питания обмоток возбуждения синхронных машин.
3. Особенности систем возбуждения и их схемы.
4. Особенности турбогенераторов и гидрогенераторов.
5. Дизель - генераторы.

Критерии оценки: См. приложение 1

**Тема 1.4.2** Магнитная цепь и магнитное поле синхронной машины

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Элементы теории рабочего процесса синхронной машины.
2. Магнитная цепь и магнитное поле синхронных машин.
3. Реакция якоря в трехфазном синхронном генераторе при смешанной нагрузке.
4. Реакция якоря в трехфазном синхронном генераторе при активной нагрузке.
5. Реакция якоря в трехфазном синхронном генераторе при индуктивной нагрузке.
6. Реакция якоря в трехфазном синхронном генераторе при емкостной нагрузке.
7. Уравнение ЭДС синхронного генератора.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №11 Изучение работы трехфазного синхронного генератора.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.4.3** Характеристики синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Характеристики холостого хода, короткого замыкания.
2. Упрощенная векторная диаграмма турбогенератора.
3. Регулировочные характеристики генератора.
4. Угловые характеристики активной и реактивной мощности.
5. Потери энергии и КПД синхронной машины.
6. Магнитная цепь и магнитное поле синхронных машин.
7. Особенности систем возбуждения СМ и их схемы

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическая работа №12 Расчет потерь мощности и КПД синхронной машины.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.4.4** Параллельная работа синхронных генераторов

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Условия включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.
  2. Порядок включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.
  3. Метод точечной синхронизации.
  4. Метод точечной самосинхронизации
- Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №12 Изучение включения синхронных генераторов на параллельную работу.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.4.5** Принцип действия синхронного двигателя. Синхронный компенсатор

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Режим синхронного компенсатора.
2. Назначение, схема включения, особенности конструкции.
3. Режимы синхронного двигателя.
4. Принцип действия и особенности конструкции.
5. Пуск синхронного двигателя.
6. Регулирование активной и реактивной мощностей синхронных машин.
7. Зависимость режима генератора от напряжения на его выводах.
8. Схема включения двигателя

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №13 Изучение работы трехфазного синхронного двигателя.

Схема включения двигателя.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.5.1** Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Принцип действия генератора постоянного тока.
2. Принцип действия двигателя постоянного тока
3. Устройство коллекторной машины постоянного тока.
4. Конструкция электрических машин постоянного тока.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическая работа № 13 Изучение конструкции электрических машин постоянного тока

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

**Тема 1.5.2** Обмотки якоря коллекторных машин постоянного тока

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Принцип выполнения обмотки якоря.
2. Виды обмоток:
3. Простые петлевые обмотки.
4. Волновые, обмотки.
5. Комбинированные обмотки.
6. Уравнительные соединения обмоток.
7. Область применения обмоток различного типа.



8. ЭДС обмотки якоря.
  9. Электромагнитный момент машины постоянного тока.
- Критерии оценки: См. приложение 1

Практическая работа №14 Расчет параметров обмотки якоря. Выполнение развернутой схемы обмотки якоря машины постоянного тока.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

### **Тема 1.5.3** Магнитное поле машин постоянного тока

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Конструкция магнитопровода машины постоянного тока.
2. Магнитодвижущая сила обмотки возбуждения.
3. Магнитная характеристика машины постоянного тока.
4. Реакция якоря, учет размагничивающего действия реакции якоря.
5. Назначение компенсационной обмотки.
6. Конструкция и область применения машин постоянного тока.
7. Способы возбуждения машин постоянного тока.
8. Независимое возбуждение машин постоянного тока.
9. Параллельное возбуждение машин постоянного тока.
10. Последовательное возбуждение машин постоянного тока.

Критерии оценки: См. приложение 1

### **Тема 1.5.4** Коммутация в машинах постоянного тока

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Причины, вызывающие искрение на коллекторе.
2. Шкала искрения по ГОСТу.
3. Прямолинейная коммутация.
4. Виды коммутации и способы ее улучшения.
5. Назначение компенсационной обмотки.
6. Конструкция и область применения машин постоянного тока.
7. Способы возбуждения машин постоянного тока.
8. Независимое возбуждение машин постоянного тока.

Критерии оценки: См. приложение 1

### **Тема 1.5.5** Коллекторные генераторы

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Уравнения ЭДС и моментов для генератора.
2. Классификация генераторов по способу возбуждения:
3. Генераторы постоянного тока независимого возбуждения.
4. Схемы включения генераторов постоянного тока.
5. Характеристики генераторов постоянного тока.
6. Генераторы параллельного и смешанного возбуждения.
7. Измерительные приборы в схемах электрических машин.
8. Принцип работы генераторов постоянного тока.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №14 Изучение схем включения и принципа работы генератора постоянного тока.

Лабораторная работа №3 Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения.

Лабораторная работа № 4 Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

#### **Тема 1.5.6** Коллекторные двигатели

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Уравнения электродвижущих сил двигателей постоянного тока.
2. Уравнения моментов для двигателей постоянного тока.
3. Коллекторные двигатели постоянного тока независимого, параллельного возбуждения.
4. Пуск двигателя постоянного тока.
5. Схемы включения, принцип работы, основные характеристики, область применения.
6. Регулировочные свойства коллекторных двигателей.
7. Двигатели последовательного и смешанного возбуждения.
8. Двигатели постоянного тока в тормозных режимах.
9. Потери мощности коллекторных двигателей постоянного тока.
10. КПД коллекторных двигателей постоянного тока.

Критерии оценки: См. приложение 1

#### **Тема 1.5.7** Универсальные коллекторные двигатели.

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Серии машин постоянного тока.
2. Универсальные коллекторные однофазные двигатели.
3. Универсальные коллекторные трехфазные двигатели.
4. Пуск двигателя постоянного тока.
5. Схемы включения коллекторных однофазных двигателей.
6. Регулировочные свойства коллекторных двигателей.
7. Двигатели последовательного и смешанного возбуждения.
8. Пуск двигателя постоянного тока.
9. Потери мощности коллекторных двигателей постоянного тока.
10. Независимое возбуждение машин постоянного тока.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие Изучение схем включения и принципа работы двигателя постоянного тока.

Лабораторная работа № 5 Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

#### **Тема 1.6.1** Асинхронные машины специального назначения

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Индукционные регуляторы напряжения и фазорегуляторы.
2. Асинхронный преобразователь частоты и исполнительный двигатель.
3. Электрические машины синхронной связи.
4. Линейный асинхронный двигатель.
5. Микродвигатели серии ДАО, АДЕ.
6. Универсальные двигатели серии УАД.
7. Однофазные конденсаторные двигатели серии 5АЕУ.
8. Назначение и область применения.

Критерии оценки: См. приложение 1

### **Тема 1.6.2** Машины постоянного тока специального назначения

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Электромашинный усилитель.
2. Бесконтактные двигатели постоянного тока.
3. Универсальные коллекторные двигатели.
4. Машины постоянного тока малой мощности.
5. Тахогенераторы.
6. Асинхронный преобразователь частоты и исполнительный двигатель.
7. Электрические машины синхронной связи.
8. Линейный асинхронный двигатель.

Критерии оценки: См. приложение 1

Практическое занятие №15 Изучение работы машины постоянного тока специального назначения

Контрольные вопросы к защите работы:

См. Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ

Критерии оценки: См. приложение 2

### **Тема 1.6.3** Синхронные машины специального назначения

Вопросы для проведения фронтального опроса

1. Синхронные машины с постоянными магнитами.
2. Синхронные реактивные двигатели.
3. Гистерезисные и шаговые двигатели.
4. Синхронный генератор с когтеобразными полюсами и электромагнитным возбуждением.
5. Индукторные синхронные машины: униполярные, гетерополярные.
6. Бесконтактные двигатели постоянного тока.
7. Универсальные коллекторные двигатели.
8. Назначение и область применения.

Критерии оценки: См. приложение 1

## **2.2. Задания для проведения текущего контроля Электропривод**

### **Тема 1.1.** Структурная схема и классификация электропривода

*Вопросы для устной проверки:*

1. Понятие системы электропривода.
2. Перечислите основные функции системы электропривода.
3. Назовите элементы, входящие в структуру электропривода.
4. В чем назначение системы управления электропривода?
5. Функция передаточного устройства.
6. Какие виды передаточных устройств вы знаете?
7. Понятия исполнительного органа и рабочей машины. Примеры.
8. Классификация электропривода по способу управления.
9. Индивидуальный и групповой электропривод.
10. Приведите примеры механизмов с индивидуальным электроприводом.
11. Приведите примеры механизмов с групповым электроприводом.
12. Понятие взаимосвязанного электропривода. Примеры.
13. В чем состоит функция силового преобразователя?
14. Перечислите основные виды силовых преобразователей, используемых в электроприводе?

15. Классификация электропривода по характеру движения.
16. Приведите примеры исполнительных органов вращательного и поступательного движения.
17. Приведите примеры исполнительных органов возвратно-поступательного движения.
18. Понятие непрерывного и дискретного движений в электроприводе.
19. Перечислите элементы, входящие в механическую часть электропривода.
20. Назовите параметры, характеризующие механическое движение и их единицы измерения.
21. Что такое статический нагрузочный и динамический моменты?
22. Уравнение движения электропривода.

Критерии оценивания устных ответов приведены в приложении 1

### **Тема 1.2** Устойчивость механического движения в электроприводе

*Вопросы для устной проверки:*

1. Перечислите элементы, входящие в механическую часть электропривода.
2. Назовите параметры, характеризующие механическое движение и их единицы измерения.
2. Что такое статический нагрузочный и динамический моменты?
3. Уравнение движения электропривода.
4. Понятие активного и реактивного нагрузочного момента.
6. Когда в системе электропривода наступает неустановившийся режим?
7. Установившийся режим работы электропривода.
8. Назовите параметры, характеризующие установившееся движение электропривода.
9. Что такое механическая характеристика? Для чего она используется?
10. Понятие естественной и искусственной характеристик электродвигателя.
11. Назовите условие устойчивости механического движения электропривода
12. Понятие жесткости механической характеристики.

*Практическая проверка.*

#### **Практическая работа №1**

**Тема:** «Проверка устойчивости механического движения электропривода».

**Цель работы:** для заданной системы электропривода с помощью механических характеристик определить устойчивость движения *графическим способом*.

Исходные данные: для выполнения практического задания используются графики механических характеристик, построенные в соответствующем масштабе по вариантам. Типовые задания приведены на рисунке 1.

Обучающиеся решают индивидуальное расчетно-графическое задание.

Варианты типовых заданий для выполнения практических работ №№1-2 приведены на рисунке 1.

Критерии оценивания практических работ приведены в приложении 2.

#### **Практическая работа №2**

**Тема:** «Расчет жесткости механических характеристик и аналитическая проверка устойчивости движения электропривода»

**Цель работы:** для заданной системы электропривода с помощью механических характеристик определить устойчивость движения *аналитическим способом*.

Исходные данные: для выполнения комплексного практического задания используются графики механических характеристик (рис. 1) из практической работы №1.

В результате выполнения комплексного практического задания ( ПР№1 и ПР№2) учащийся анализирует результаты *графической* и *аналитической* проверки и делает вывод об устойчивости механического движения данной системы электропривода.

Критерии оценивания практических работ приведены в приложении 2.

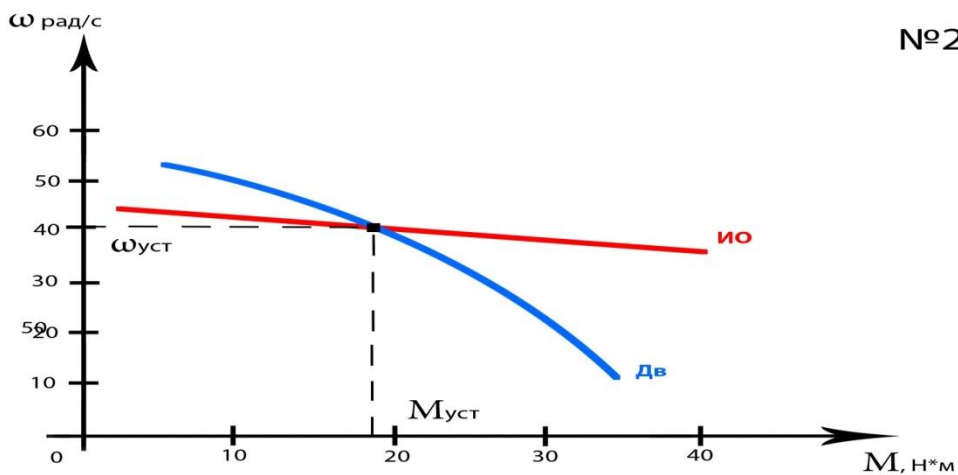
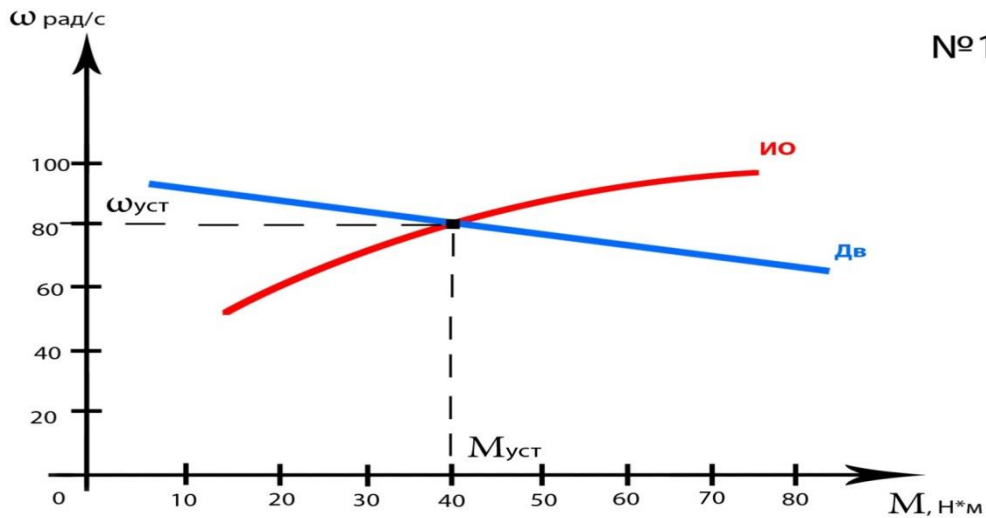


Рисунок 1 Типовое задание для выполнения практической работы №1

### Тема 1.3 Регулирование координат электропривода

Вопросы для письменной проверки:

#### ВАРИАНТ 1

1. Понятие установившегося движения в электроприводе. Параметры установившегося движения.
2. Что такое направление регулирования скорости? Приведите примеры.

#### ВАРИАНТ 2

1. Понятие механической характеристики двигателя. Примеры.
2. Что такое «жесткость» механической характеристики, её определение.

#### ВАРИАНТ 3

1. Понятие механической характеристики исполнительного органа. Приведите примеры.
2. Способы регулирования скорости в электроприводе.

#### ВАРИАНТ 4

1. С какой целью в электроприводе регулируется ток и момент? Приведите примеры.
2. Диапазон регулирования скорости.

#### ВАРИАНТ 5

1. Понятие момента нагрузки в электроприводе. Активный момент нагрузки, приведите примеры.
2. Плавность регулирования скорости и как она обеспечивается?

#### ВАРИАНТ 6

1. Понятие момента нагрузки в электроприводе. Реактивный момент нагрузки, приведите примеры.
2. Что такое направление регулирования скорости?

#### ВАРИАНТ 7

1. Понятие механической характеристики двигателя, примеры.
2. Регулирование положения в электроприводе. Приведите примеры.

#### ВАРИАНТ 8

1. Понятие механической характеристики исполнительного органа, приведите примеры.
2. Что такое стабильность скорости, что она характеризует в ЭП?

#### ВАРИАНТ 9

1. Что такое позиционирование ИО? Приведите примеры.
2. Понятие экономичности регулирования скорости в ЭП.

#### ВАРИАНТ 10

1. Понятие координат в электроприводе.
2. Как влияет на регулирование скорости ЭП перегрузочная способность двигателя?

#### ВАРИАНТ 11

1. Понятие установившегося движения в электроприводе, его параметры.
2. Диапазон регулирования скорости.

#### ВАРИАНТ 12

1. Способы регулирования скорости в электроприводе.
2. Понятие естественной и искусственной механических характеристик двигателя.

## ВАРИАНТ 13

1. Понятие естественной механической характеристики двигателя.
2. Стабильность скорости, её определение.

## ВАРИАНТ 14

1. Понятие регулировочной характеристики двигателя.
2. Регулирование тока и момента в электроприводе.

Критерии оценок для письменных ответов приведены в приложении 1.

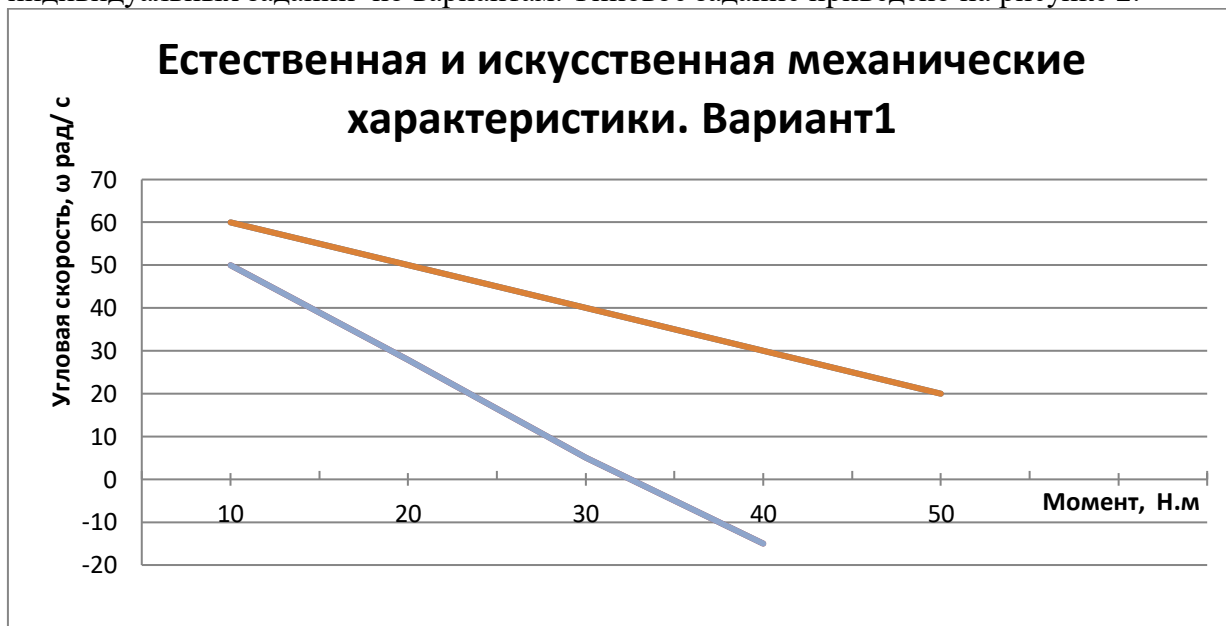
*Практическая проверка*

### Практическая работа №3

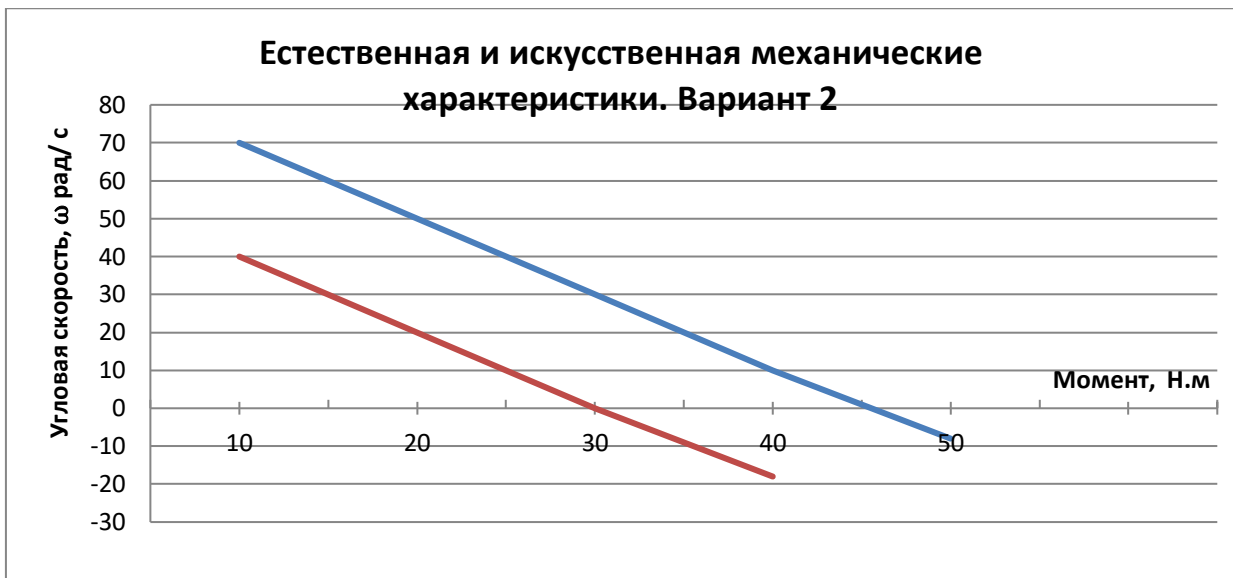
**Тема:** «Определение показателей качества регулирования скорости электропривода».

**Цель работы:** с помощью механических характеристик определить диапазон, стабильность и направление регулирования скорости.

**Исходные данные:** для выполнения практического задания используются карточки индивидуальных заданий по вариантам. Типовое задание приведено на рисунке 2.



**Определить показатели качества регулирования скорости: диапазон, стабильность и направление регулирования. Номинальный момент двигателя равен 25 Н.м**



**Определить показатели качества регулирования скорости: диапазон, стабильность и направление регулирования. Номинальный момент двигателя равен 20 Н.м**

Рисунок 2 Типовые задания для выполнения практической работы №3

## Раздел 2. Электропривод с двигателями постоянного тока

**Тема 2.1** Схема включения и статические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ).

*Вопросы для устной проверки:*

1. Назовите основные элементы конструкции коллекторных двигателей.
2. Классификация двигателей постоянного тока по способу возбуждения.
3. Перечислите основные типы двигателей постоянного тока, применяемые в электроприводе.
4. Начертите основную схему включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
5. Что такое статические характеристики ДПТНВ?
6. Запишите уравнение механической и электромеханической характеристик.
7. Какой вид имеет график естественной механической характеристики ДПТНВ и почему?

*Практическая проверка*

### Практическая работа №4

**Тема:** «Расчет и построение естественных характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)».

**Цель работы:** используя паспортные данные, рассчитать и построить естественные механическую и электромеханическую характеристики ДПТНВ.

Исходные данные для выполнения практической работы №4 приведены в таблице 1 (по вариантам).

### Паспортные данные двигателей постоянного тока серии 2ПА

Таблица 1

№ варианта	$P_{ном}$ , кВт	$U_{ном}$ , В	$n_{ном}$ , об/мин	$\eta_{ном}$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_{дп}$ , Ом
1	1,6	220	750	68,5	1,88	1,88
2	2,5	220	1000	73,5	1,08	1,39
3	4,0	220	1500	79	0,564	0,336



4	7,0	220	2240	83	0,226	0,166
5	10,5	220	3000	84	0,14	0,094
6	3,0	220	750	76,5	0,732	0,485
7	4,5	220	950	78,5	0,11	0,078
8	7,5	220	1500	83	0,183	0,135
9	13,0	220	2120	85,5	0,081	0,056
10	18,0	220	3150	87	0,037	0,024
11	5,6	440	750	79,5	1,5	0,825
12	8,0	440	1000	82	0,902	0,54
13	15,0	440	1500	86	0,338	0,221
14	26,0	440	2240	89	0,15	0,092
15	37,0	440	3150	79,5	0,084	0,056
16	8,5	220	800	82	0,188	0,116
17	13,0	220	1120	85	0,106	0,061
18	22,0	440	1000	84,5	0,485	0,303
19	36,0	440	1500	87,5	0,246	0,13
20	60,0	440	3150	90,5	0,047	0,029
21	15,0	220	530	80	0,142	0,078
22	18,0	220	630	80,5	0,11	0,054
23	22,0	220	750	81	0,074	0,039
24	50,0	440	1500	87	0,11	0,054
25	55,0	440	1700	87	0,059	0,026
26	30,0	440	600	84,5	0,185	0,0817
27	45,0	440	750	86,5	0,137	0,0618
28	75,0	440	1180	88,5	0,046	0,0022
29	90,0	440	1500	88,5	0,046	0,022
30	110,0	440	1500	89,5	0,034	0,0154

## **Тема 2.2** Режимы работы двигателей постоянного тока независимого возбуждения

*Вопросы для устной проверки:*

1. Поясните принцип обратимости электрических машин.
2. В чем суть двигательного режима работы электрической машины?
3. Генераторный режим работы электрической машины и его графическая интерпретация.
4. Почему торможение электродвигателя является генераторным режимом?
5. Какие генераторные режимы двигателей постоянного тока вы знаете?
6. Как на практике реализуется рекуперативное торможение ДПТНВ?
7. Начертите схему включения ДПТНВ при динамическом торможении.
8. Поясните процесс торможения противовключением ДПТ НВ.
9. Критерии оценки устных ответов см. приложение 1.

*Практическая проверка*

### **Лабораторная работа №1**

«Изучение схемы лабораторной установки и экспериментальное получение зависимости коэффициента  $C_f$  от тока возбуждения»

Критерии оценки лабораторных работ приводятся в приложении 2.

## **Тема 2.3** Регулирование скорости ДПТНВ с помощью резисторов в цепи якоря.

*Вопросы для устной проверки:*

1. В чем заключается принцип регулирования скорости ДПТ НВ с помощью резисторов?
2. Начертите схему включения резисторов при трехступенчатом регулировании скорости.
3. Назовите область применения резисторного регулирования скорости
4. Начертите график механической характеристики при введении резисторов в цепь якоря ДПТ НВ.
5. С помощью уравнения механической характеристики объясните, почему жесткость характеристик ДПТНВ при работе на искусственных характеристиках с введением резисторов в цепь якоря снижается?

Критерии оценки устных ответов см. приложение 1.

#### *Практическая проверка*

#### **Практическая работа №5**

«Расчет сопротивления добавочных резисторов и построение регулировочной характеристики ДПТНВ»

**Цель работы:** используя паспортные данные, рассчитать сопротивление добавочного резистора и построить регулировочную характеристику ДПТНВ.

Исходные данные для выполнения практической работы №5 приведены в таблице 1 (по вариантам).

#### **Лабораторная работа №2**

«Исследование регулировочных свойств электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения при введении резисторов в цепь якоря и экспериментальное получение искусственных характеристик»

Критерии оценивания выполненных лабораторных и практических работ см. в приложении 2.

#### **Тема 2.4** Пуск и торможение двигателей

*Вопросы для устной проверки:*

1. Начертите схему включения ДПТНВ при ступенчатом пуске.
2. Поясните назначение пускового реостата.
3. Какова величина допустимого пускового тока для коллекторных двигателей?
4. Перечислите способы торможения ДПТНВ.
5. Как на практике используются различные режимы торможения?

Критерии оценки устных ответов см. в приложении 1.

#### *Практическая проверка*

**Практическая работа №6** «Расчет резисторов и построение механических характеристик ДПТНВ в режимах динамического торможения и торможения противовключением»

Обучающиеся выполняют задания в виде решения комплексных расчетно-графических заданий по вариантам. Исходными данными для выполнения практической работы №6 являются результаты расчетов и характеристики двигателя, полученные при выполнении практических работ №№4-5.

Критерии оценивания выполненных лабораторных и практических работ см. в приложении 2.

#### **Тема 2.5** Регулирование скорости ДПТНВ изменением магнитного потока

*Письменная проверка:*

1. Назначение и область применения регулирования скорости ДПТ НВ изменением магнитного потока.
2. Объясните процесс насыщения магнитной системы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
3. Кривая намагничивания (зависимость магнитного потока от тока возбуждения).
4. Почему регулирование потока возбуждения ДПТНВ производится только путем уменьшения тока возбуждения ниже номинального значения?
5. Начертите и поясните схемы включения ДПТНВ при изменении потока возбуждения.
6. Изобразите и поясните с помощью уравнений искусственную механическую характеристику ДПТНВ при регулировании магнитного потока возбуждения.
7. Изобразите и поясните с помощью уравнений искусственную электромеханическую характеристику ДПТНВ при изменении магнитного потока.
8. Дайте оценку показателей регулирования скорости ДПТНВ при изменении потока возбуждения.
9. Объясните, почему при регулировании магнитного потока пусковой ток двигателя не изменяется?
10. Как изменяется скорость холостого хода ДПТНВ при регулировании магнитного потока и почему?

Критерии оценки письменных ответов см. в приложении 1.

**Лабораторная работа №3** «Исследование регулировочных свойств электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения при изменении магнитного потока и экспериментальное получение искусственных характеристик»

Критерии оценки лабораторных работ см. в приложении 2.

**Тема 2.6** Регулирование координат электропривода с ДПТНВ с изменением подводимого к якору напряжения. Система «Преобразователь – двигатель»

*Вопросы для устной проверки:*

1. Объясните назначение силового преобразователя в системе электропривода «Преобразователь – двигатель».
2. Как регулируется напряжение на якоре в управляемом выпрямителе?
3. Напишите уравнение механической характеристики ДПТ НВ при регулировании подводимого к якору напряжения
4. Какой вид имеют графики регулировочных характеристик?
5. В чем достоинства данного способа регулирования координат?

Критерии оценки письменных ответов см. в приложении 1.

*Практическая проверка*

**Лабораторная работа №4** «Исследование регулировочных свойств электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения при изменении питающего напряжения и экспериментальное получение искусственных характеристик»

Критерии оценки лабораторных работ см. в приложении 2.

**Тема 2.7** Основные свойства и характеристики электропривода с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ)

*Вопросы для устной проверки:*

1. Запишите уравнение статических характеристик ДПТПВ.
2. Почему двигатель постоянного тока последовательного возбуждения нельзя включать в сеть без нагрузки на валу?
3. Начертите основную схему включения ДПТ ПВ.
4. Перечислите способы регулирования частоты вращения для ДПТПВ.
5. Изобразите механические характеристики ДПТПВ при регулировании скорости с помощью добавочных резисторов, изменением магнитного потока, напряжения.

6. В чем состоят достоинства и недостатки данных способов регулирования координат ДПТПВ.

*Практическая проверка*

**Практическая работа №7**

«Расчет и построение статических характеристик ДПТПВ по паспортным данным»

**Цель работы:** используя паспортные данные и универсальные механические характеристики рассчитать и построить графики естественных характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения .

Исходные данные для выполнения практической работы по вариантам представлены в таблице 2.

Таблица 2

Технические данные двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением серии Д

Вариант	Тип двигателя	$P_{ном}$ , кВт	$n_{ном}$ , об/мин	$I_{а ном}$ , А	Вариант	Тип двигателя	$P_{ном}$ , кВт	$n_{ном}$ , об/мин	$I_{а ном}$ , А
Номинальное напряжение $U_{ном} = 220$ В									
1	Д12	2,5	1100	16,0	16	Д21	5,0	1200	33,0
2	Д21	4,5	900	28,0	17	Д22	8,0	1200	46,0
3	Д22	6,0	850	36,5	18	Д31	12,0	1100	67,0
4	Д31	8,0	800	46,5	19	Д32	18,0	960	98,0
5	Д32	12,0	675	69,0	20	Д41	24,0	970	130,0
6	Д41	16,0	650	89,0	21	Д806	22,0	575	120,0
7	Д810	22,0	500	290,0	22	Д808	37	525	200,0
8	Д812	75,0	475	390,0	23	Д818	185,0	410	935,0
9	Д814	110,0	460	565,0	24	Д808	47,0	720	250,0
10	Д816	150,0	450	760,0	25	Д806	32,0	900	170,0
Номинальное напряжение $U_{ном} = 440$ В									
11	Д21	4,0	1050	13,0	26	Д812	70,0	500	180,0
12	Д31	6,7	800	19,5	27	Д814	110,0	460	280,0
13	Д41	15,0	660	43,0	28	Д22	7,0	1180	20,5
14	Д808	36,0	525	100,0	29	Д32	17,0	970	47,0
15	Д810	55,0	510	145,0	30	Д806	32,0	900	85,0

Для расчета используются универсальные характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения (см. рисунок 3). Критерии оценки практических работ см. в приложении 2.

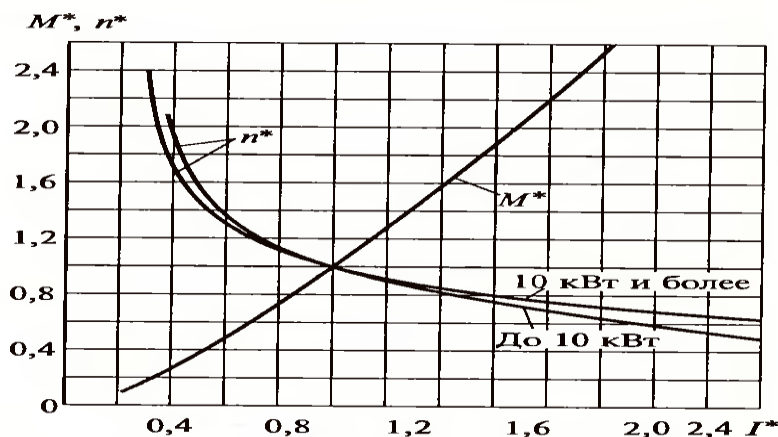


Рисунок 3 Универсальные естественные характеристики

двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

### Контрольная работа №1

Проводится для рубежного контроля знаний обучающихся по разделам 1 и 2.

*Варианты заданий для выполнения контрольной работы №1*

#### **Вариант 1**

1) СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА – ЭТО:

- а) механическая система;
- б) электромагнитная система;
- в) электромеханическая система;
- г) преобразовательная система.

2) КЛАССИФИКАЦИЯ ЭП ПО ЧИСЛУ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ:

- а) индивидуальный ЭП – обеспечивает движение одного ИО рабочей машины;
- б) групповой ЭП – приводит в движение несколько ИО одной рабочей машины;
- в) групповой ЭП – приводит в движение несколько рабочих машин и ИО;
- г) взаимосвязанный ЭП – несколько связанных между собой электрически или механически индивидуальных ЭП, работающих совместно;
- д) взаимосвязанный ЭП – работающий на общий вал многодвигательный ЭП;
- е) взаимосвязанный ЭП - имеющий совместное управление ЭП.

3) ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭП. РЕЖИМ ХОЛОСТОГО ХОДА НАСТУПАЕТ:

- а)  $M = 0, I = 0, \omega = \omega_0$
- б)  $\omega = 0, E = 0, M \neq 0$
- в)  $M \neq 0, \omega = \omega_0, I \neq 0$
- г)  $\omega = 0, E = 0, M > 0$
- д)  $M < 0, I = 0, \omega = \omega_0$

4) ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ ТОКА И МОМЕНТА ЭЛ.ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПУСКЕ И ТОРМОЖЕНИИ

ПРИМЕНЯЮТ:

- а) регулирование тока возбуждения;
- б) переключение полярности якоря;
- в) введение компенсационной обмотки;
- г) включение в якорную цепь добавочных сопротивлений;

5) КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОКАЗЫВАЕТ:

- а) эффективность работы ЭП,  $\eta = P_{ЭЛ} / P_{МЕХ}$
- б) эффективность электромеханического преобразования энергии,  $\eta = P_{МЕХ} / P_{ЭЛ}$
- в) относительную величину потерь мощности в ЭП,  $\eta = P_{МЕХ} + \Delta P$
- г) соотношение механической и электрической мощности двигателя,  $\eta = P_{МЕХ} \times P_{ЭЛ}$

6) РЕЖИМ ДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ В ЭП ВОЗНИКАЕТ:

- а) при отключении эл.двигателя от источника питания и замыкания его якоря на тормозной резистор;
- б) при изменении полярности напряжения питания;
- в) при включении двигателя в режиме работы параллельно с сетью;
- г) при отключении эл.двигателя от источника питания.

*Изобразите механическую характеристику ДПТНВ в режиме динамического торможения.*

## Вариант 2

### 1) ОСНОВНАЯ ФУНКЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА:

- а) приведение в движение ИО механизмов;
- б) приведение в движение ИО рабочих машин и управление этим движением;
- в) создание вращательного момента на рабочем валу;
- г) преобразование электрической энергии в механическую;
- д) обеспечение механической энергией технологических процессов.

### 2) КЛАССИФИКАЦИЯ ЭП ПО ХАРАКТЕРУ ДВИЖЕНИЯ:

- а) вращательного и поступательного движения;
- б) замкнутый и разомкнутый ЭП;
- в) непрерывного и дискретного движения;
- г) однонаправленный и двунаправленный;
- д) реверсивный и нереверсивный.

### 3) УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ ВРАЩАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ:

- а)  $\Sigma F = 0$  при  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \frac{d\underline{\omega}}{dt} = 0$
- б)  $\Sigma M = 0$  при  $\frac{d\underline{\omega}}{dt} = 0$
- в)  $\Sigma F = m \cdot a$  при  $m = \text{const}$
- г)  $\Sigma M = J \cdot \frac{d\underline{\omega}}{dt} = J \cdot \varepsilon$  при  $m = \text{const}$

### 4) МЕХАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЯ – ЭТО:

- а) зависимость его скорости  $\omega$  от развиваемого момента  $M$ ;
- б) зависимость его линейной скорости  $V$  от развиваемого усилия  $F$ ;
- в) зависимость скорости  $\omega$  от тока  $I$ ;
- г) зависимость момента  $M$  от скорости  $\omega$ ,  $M = f(\omega)$

### 5) ИЗОБРАЗИТЕ ГРАФИКИ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДПТНВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ МАГНИТНОГО ПОТОКА ПРИ УСЛОВИИ $\Phi_{\text{НОМ}} > \Phi_1 > \Phi_2$

### 6) РЕЖИМУ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СООТВЕТСТВУЮТ ПАРАМЕТРЫ:

- а)  $E = 0$ ;  $\omega = 0$ ;  $I = I_{\text{кз}}$
- б)  $E = 0$ ;  $\omega \neq 0$ ;  $M = M_{\text{кз}}$
- в)  $E \neq 0$ ;  $\omega = 0$ ;  $I = \frac{U}{R}$
- г)  $E = U$ ;  $\omega = \omega_0$ ;  $I = 0$

## Вариант 3

### 1) В СОСТАВ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВХОДЯТ:

- а) эл.механический и электрический преобразователи;
- б) эл.машины, редуктор, исполнительный орган, источники питания;
- в) эл.двигатель, силовой преобразователь, блок управления, передаточное устройство;
- г) рабочая машина, исполнительный орган, электродвигатель.

### 2) ОПРЕДЕЛИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ «РАБОЧАЯ МАШИНА (РМ) – 1

- а) РМ лифт – ИО кабина лифта;
- б) РМ экскаватор – ИО ковш;
- в) РМ вентилятор – ИО .....

- г) РМ поршневой компрессор - ИО .....
- д) РМ транспортер – ИО .....
- е) РМ токарный станок – ИО .....

3) ДАЙТЕ ПРАВИЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА:

- а) это зависимость угловой скорости его движения от момента на нем  $\omega_{uo} = f(M_{cm})$ ;
- б) это зависимость скорости его движения от тока двигателя;
- в) это зависимость линейной скорости ИО от усилия на нем  $v_{uo} = f(F_{uo})$ ;
- г) это зависимость скорости ИО от приведенного момента инерции  $j$ .

4) ИЗОБРАЗИТЕ ГРАФИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДПТНВ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ СКОРОСТИ ВВЕДЕНИЕМ РЕЗИСТОРОВ В ЦЕПЬ ЯКОРЯ,  $\omega = f(M)$  если  $R_{д1} < R_{д2} < R_{д3}$

5) ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДПТНВ:

- а)  $U = E + I \cdot R$
- б)  $\omega = (U - I \cdot R) / k\Phi$
- в)  $E = k\Phi \cdot \omega$
- г)  $\omega = U / k\Phi - M \cdot R_{д} / (k\Phi)^2$
- д)  $\omega = (U - IR) \cdot k\Phi$

6) ЖЕСТКОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ – ЭТО:

- а) способность системы ЭП поддерживать движение со скоростью  $\omega_{уст}$ ,  $\beta = M / \omega_{уст}$
- б) способность ЭП сохранять заданную скорость при изменениях момента нагрузки,  $\beta = \Delta M / \Delta \omega$
- в) стабильность скорости ЭП,  $\beta = \Delta M / \Delta \omega$
- г) диапазон изменения механических характеристик,  $\beta = \partial = \omega_{уст} / \omega$
- д) постоянство заданной скорости эл.двигателя,  $\omega = \omega_{уст} = const$

#### Вариант 4

1) СИЛОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В СИСТЕМЕ ЭП СЛУЖИТ:

- а) для получения эл.энергии с требуемыми для двигателя параметрами;
- б) для получения управляющего сигнала;
- в) для получения электроэнергии с требуемыми для электродвигателя параметрами и управления потоком этой энергии;
- г) для преобразования переменного тока в постоянный;
- д) для выработки электрических сигналов.

2) УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ:

- а)  $F = 0$  при  $\frac{dv}{dt} = \frac{d\omega}{dt} = 0$
- б)  $\Sigma M = 0$  при  $\frac{d\omega}{dt} = 0$
- в)  $\Sigma F = m \cdot a$  при  $m = const$
- г)  $\Sigma M = J \cdot \frac{d\omega}{dt} = J \cdot \varepsilon$  при  $m = const$

3) ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭП: ГЕНЕРАТОРНОМУ РЕЖИМУ РАБОТЫ СООТВЕТСТВУЮТ:

- а) одинаковые направления  $\omega$ ,  $M$ , ЭДС и тока;
- б) одинаковые направления  $\omega$  и  $M$ , противоположные направления ЭДС и тока;
- в) противоположные направления  $\omega$  и  $M$  при одинаковых направлениях ЭДС и тока;
- г) одинаковые направления всех механических и электрических величин.

- 4) РЕЖИМ ТОРМОЖЕНИЯ ПРОТИВОВКЛЮЧЕНИЕМ ВОЗНИКАЕТ:
- при отключении электродвигателя от сети;
  - при присоединении к электродвигателю нагрузки с реактивным моментом;
  - при отключении якорной цепи от сети и присоединении тормозного резистора;
  - при изменении полярности напряжения на якоре;
  - при изменении полярности напряжения на обмотке возбуждения
- 5) ИЗОБРАЗИТЕ ГРАФИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ  $\omega = f(M)$  ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПОДВОДИМОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ  $U_n > U_1 > U_2$
- 6) НИЗКИЙ КПД СИСТЕМЫ ЭП «ГЕНЕРАТОР – ДВИГАТЕЛЬ» ОБУСЛОВЛЕН:
- утроенной установленной мощностью системы;
  - снижением эффективности электромеханического преобразования энергии в ЭП;
  - низким КПД генератора постоянного тока;
  - утроенной установленной мощностью ЭП и большими механическими потерями;
  - увеличением потребляемой из сети электрической мощности.

### Вариант 5

- 1) К МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ОТНОСЯТСЯ:
- электродвигатель, передаточное устройство и исполнительный орган;
  - источник питания, силовой преобразователь, блок управления;
  - ротор (якорь) электродвигателя, передаточное устройство, исполнительный орган;
  - коллектор эл. двигателя, блок управления, исполнительный орган.
- 2) ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО РЕДУКТОРА – ЭТО:
- отношение числа зубьев первичного колеса редуктора к числу зубьев вторичного;
  - отношение радиусов передач редуктора;
  - отношение числа зубьев вторичного колеса к числу зубьев вторичного;
  - отношение угловых скоростей двигателя  $\omega$  и исполнительного органа  $\omega_{ио}$ .

*Ответ обоснуйте формулой.*

- 3) УСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ЭП НАСТУПАЕТ ПРИ УСЛОВИИ:
- $\Sigma F = 0$  при  $\frac{dv}{dt} = 0$
  - $M + (-M_c) = 0$

- $\Sigma M = 0$  при  $\frac{d\omega}{dt} = 0$
- $\Sigma F < 0$   $\Sigma M > 0$

- 4) МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА НАЗЫВАЕТСЯ:
- зависимость скорости движения ИО от усилия или момента на нем  $\omega_{ио} = f(M_{ио})$ ;
  - график зависимости скорости вращения двигателя от его момента  $\omega = f(M)$ ;
  - зависимость скорости ИО от тока якоря.

*Изобразите примеры механических характеристик различных ИО.*

- 5) ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДПТНВ :

- $U = E + I \cdot R$
- $\omega = (U - I \cdot R) / k\Phi$
- $E = k\Phi \cdot \omega$
- $\omega = U / k\Phi - M \cdot R_d / (k\Phi)^2$
- $\omega = (U - IR) \cdot k\Phi$

- 6) КАКОЙ ИЗ НИЖЕПЕРЕЧИСЛЕННЫХ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЯВЛЯЕТСЯ НАИБОЛЕЕ ЭКОНОМИЧНЫМ?

- резисторное регулирование скорости;
- регулирование скорости изменением потока возбуждения;
- регулирование скорости изменением напряжения на якоре;
- изменением напряжения в системе «Тиристорный преобразователь – Двигатель».

*Ответ обоснуйте.*



### Вариант 6

1) МОМЕНТ НАГРУЗКИ, СОЗДАВАЕМЫЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОРГАНОМ, ЯВЛЯЕТСЯ АКТИВНЫМ, ЕСЛИ:

- а) имеет постоянное, не зависящее от скорости направление своего действия;
- б) его действие создается потенциальными силами (силой тяжести, силой упругости);
- в) его действие обусловлено силами трения, возникающими при движении ЭП;

*Приведите примеры механизмов, обладающих активными моментами нагрузки.*

2) МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДВИЖЕТСЯ С УСКОРЕНИЕМ, ЕСЛИ :

- а)  $\Sigma M = 0, \Sigma F = 0$
- б)  $\Sigma F < 0$  при  $dv/dt < 0$
- в)  $\Sigma M > 0, \Sigma F > 0$
- г)  $\Sigma M < 0$  при  $d\omega/dt > 0$
- д)  $d\omega/dt > 0, dv/dt > 0$

3) КООРДИНАТАМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАЗЫВАЮТСЯ :

- а) координаты точек механических характеристик двигателя и ИО;
- б) переменные величины, характеризующие работу ЭП;
- в) параметры ЭП, подлежащие регулированию;
- г) положение ИО в пространстве.

*Перечислите координаты электропривода.*

4) ЧТО НАЗЫВАЕТСЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ?

- а) это механическая характеристика двигателя, соответствующая основной (паспортной) схеме его включения;
- б) это рабочая характеристика двигателя при номинальном напряжении;
- в) это механическая характеристика исполнительного органа при номинальной нагрузке;
- г) это механическая характеристика, полученная при работе двигателя по основной схеме с номинальными параметрами питающего напряжения.

*Изобразите на одном графике естественные механические характеристики различных электродвигателей.*

5) ДИАПАЗОН РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ФОРМУЛЕ:

- а)  $D = \omega_{\min} / \omega_{\max}$
- б)  $D = d\omega/dt$
- в)  $da = \Delta\omega / \Delta M$
- г)  $D = \omega_{\max} / \omega_{\min}$

6) УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ В СИСТЕМЕ «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ – ДВИГАТЕЛЬ» СЛУЖИТ:

- а) в качестве источника постоянного напряжения для питания электродвигателя;
- б) в качестве источника постоянного оперативного тока двигателя;
- в) для формирования выпрямленного напряжения и регулирования его величины на якоре;
- г) для регулирования напряжения и тока якоря электродвигателя.

Эталоны ответов и критерии оценок контрольной работы №1 приведены в приложении 3.

**Тема 3.1** Схема включения, статические характеристики и режимы работы асинхронного двигателя (АД).

*Вопросы для письменной проверки:*

1. В чем состоят особенности конструкции асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором?
2. Асинхронные двигатели с фазным ротором, схема включения.
3. Основное уравнение механической характеристики АД.
4. Что такое скольжение асинхронного двигателя, как его определить?
5. Механическая естественная характеристика АД.
6. Синхронная скорость (частота) вращения АД и её определение.
7. Номинальные (паспортные) параметры асинхронного двигателя.
8. Двигательный режим работы АД и его характеристика.
9. Генераторный режим рекуперативного торможения и его характеристика.
10. Тормозной режим противовключением АД и его характеристика.

Критерии оценки устных и письменных ответов см. приложение 1.

### Практическая работа №8

«Расчет и построение характеристик асинхронного двигателя по паспортным данным».

**Цель работы:** используя паспортные данные (по вариантам), рассчитать и построить график естественной механической характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Исходные данные для выполнения практической работы приведены в таблице 3.

Таблица 3

#### Паспортные данные асинхронных двигателей серии 4А с короткозамкнутым ротором

№ варианта	$P_{\text{ном}}$ , кВт	$U_{\text{ном}}$ , В	$n_{\text{ном}}$ , об/мин	$\eta_{\text{ном}}$ , %	$\cos\varphi$	$\lambda_{\text{м}}=M_{\text{к}}/M_{\text{ном}}$	$\lambda_{\text{п}}=M_{\text{п}}/M_{\text{ном}}$	$\lambda=I_{\text{п}}/I_{\text{ном}}$
<i>Синхронная частота вращения 3000 об/мин, <math>p=2</math></i>								
1	1,5	220	2850	81	0,85	2.2	2	6,5
2	2,2	220	2850	83	0,87	2.2	2	6.5
3	3.0	220	2840	84,5	0,88	2.2	2	6.5
4	4.0	220	2880	86,5	0,89	2.2	2	7.5
5	5.5	220	2880	87,5	0,91	2.2	2	7.5
6	7.5	220	2990	87,5	0,88	2.2	2	7.5
7	11	380	2900	88	0,9	2.2	1.6	7.5
8	15	380	2940	88	0,91	2.2	1.4	7.5
9	18,5	380	2940	88,5	0,92	2.2	1.4	7.5
10	22	380	2940	88,5	0,91	2.2	1.4	7.5
<i>Синхронная частота вращения 1500 об/мин, <math>p=4</math></i>								
11	7.5	220	1455	87,5	0,86	3	2,2	7,5
12	11	380	1460	87,5	0,87	3	2.2	7,5
13	15	380	1465	88,5	0,88	2,3	1,4	7
14	18,5	380	1465	89,5	0,88	2,3	1,4	7
15	22	380	1470	90,0	0,9	2,3	1,4	6,5
16	30	380	1470	91,0	0,9	2,3	1,4	6,5
17	37	380	1475	91,0	0,9	2.5	1,4	7
18	45	380	1475	92,0	0,9	2.5	1,4	7
19	55	660	1480	92,5	0,9	2.5	1,3	7
20	75	660	1480	93,0	0,9	2,3	1,2	7
<i>Синхронная частота вращения 1000 об/мин, <math>p=6</math></i>								
21	15,0	380	975	87,5	0,87	2	1,2	6
22	18,5	380	975	88,0	0,87	2	1,2	5
23	22,0	380	975	90,0	0,9	2,4	1,3	6,5
24	30,0	380	980	90,5	0,9	2,4	1,3	6,5
25	45.0	380	985	91,5	0,89	2,1	1,2	6,5
26	55,0	660	985	91,5	0,89	2,1	1,2	6,5
27	75,0	660	985	92,0	0,89	2,2	1,4	5,5

28	90,0	660	985	92,5	0,89	2,2	1,4	6,5
29	110,0	660	985	93,5	0,9	2,2	1,4	6,5
30	160,0	660	985	93,5	0,9	2,2	1,4	6,5

**Лабораторное занятие №5** «Изучение схемы лабораторной установки и экспериментальное определение момента холостого хода асинхронного электродвигателя»

Критерии оценивания выполненных лабораторных и практических работ см. в приложении 2.

### Тема 3.2 Регулирование скорости АД с помощью резисторов

1. Вопросы для устной проверки:
2. Объясните, как увеличение сопротивления цепи асинхронного электродвигателя влияет на его момент и скорость.
3. Для каких целей включают резисторы в цепь статора АД с короткозамкнутым ротором?
4. Начертите схему и регулировочные характеристики при введении резисторов в цепь ротора АД с фазным ротором.
5. В чем недостатки резисторного способа регулирования скорости АД?

**Практическая работа №9** Расчет добавочных резисторов для получения заданной искусственной характеристики АД.

**Цель работы:** рассчитать сопротивление добавочного резистора, включение которого в цепь АД с кз ротором позволит обеспечить снижение пускового тока.

Расчет выполняется для АД серии 4А (см. таблицу 3). Кратность снижения пускового тока  $\alpha$  (по вариантам) принять по таблице 4.

Таблица 4

ВАРИАНТЫ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кратность снижения начального пускового тока $\alpha$									
0,5	0,6	0,7	0,55	0,65	0,75	0,5	0,6	0,7	0,8

### Практическая работа №10

Расчет и построение пусковой диаграммы асинхронного двигателя.

**Цель работы:** используя паспортные данные АД с фазным ротором, построить пусковую диаграмму и рассчитать сопротивление пусковых резисторов, обеспечивающих пуск двигателя в две ступени ( $m = 2$ ) при  $M_c = M_{ном}$ .

Исходные данные для выполнения практической работы представлены в таблице 5.

Технические данные металлургических двигателей серии МТН с фазным ротором (380/220 В, 50 Гц)

Таблица 5

Типоразмер	Мощность на валу, кВт, при						$n_{ном}$ , об/мин	$I_{ном}$ при 380 В, А	$\cos \varphi_{ном}$	$\eta_{ном}$ , %	$I_{2ном}$ , А	$E_{20}$ , В	$M_{пик}$ , Н·м
	ПВ = = 25 %	ПВ = = 40 %	ПВ = = 60 %	ПВ = = 100 %	30 мин	60 мин							
МТН111-6	3,5	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	865	11,6	0,72	64,0	16,5	176	83
							890	10,5	0,67	65,0	13,2		
							920	9,8	0,60	65,0	10,8		
							940	9,2	0,52	63,0	8,5		
МТН112-6	5,3	4,5	3,6	3,0	4,5	3,6	885	15,3	0,76	69,0	19,0	203	118
							900	13,9	0,71	69,0	15,6		
							930	12,6	0,64	68,0	12,2		
							945	12,1	0,58	65,0	10,0		
МТН211-6	8,2	7,0	5,6	4,2	7,0	5,6	900	24,6	0,70	72,0	23,0	236	196
							920	22,5	0,64	73,0	19,5		
							940	21,0	0,56	72,0	14,7		
							955	19,5	0,47	69,0	10,7		
МТН311-6	13	11	9	7	11	9	925	35,0	0,74	76,0	51,0	172	314
							940	31,0	0,69	78,0	42,0		
							955	28,5	0,63	76,0	34,0		
							965	26,5	0,55	73,0	25,5		
МТН312-6	17,5	15	12	9	15	12	950	43,5	0,74	82,0	54,0	219	471
							955	40,0	0,70	81,0	46,0		
							960	36,0	0,63	81,0	36,0		
							965	31,5	0,55	78,0	26,5		
МТН411-6	27	22	18	14	22	18	950	65,0	0,77	82,0	77,0	230	638
							960	55,5	0,73	82,5	60,0		
							965	50,0	0,67	82,0	49,0		
							975	46,0	0,57	80,5	38,0		
МТН412-6	36	30	25	18	30	25	955	87,0	0,75	83,5	88,0	255	932
							965	76,0	0,71	84,5	73,0		
							970	69,5	0,65	84,0	61,0		
							980	60,5	0,55	82,0	42,0		

### Лабораторная работа №6

«Исследование регулировочных свойств электропривода с асинхронным электродвигателем при введении резисторов и экспериментальное получение регулировочных характеристик».

Критерии оценивания выполненных лабораторных и практических работ см. в приложении 2.

**Тема 3.3** Регулирование координат электропривода с АД изменением напряжения и частоты, изменением числа пар полюсов.

*Вопросы для письменной проверки:*

1. Схема регулирования координат ЭП с асинхронным двигателем изменением напряжения.
2. Механические характеристики АД при регулировании изменением напряжения.
3. Объясните, почему при регулировании скорости АД изменением напряжения диапазон регулирования получается узким?
4. Повышение экономичности работы АД с помощью регулятора напряжения.
5. Схема и принцип работы тиристорного регулятора напряжения (ТРН).
6. Как с помощью ТРН осуществляется реверс асинхронного двигателя?
7. Схема включения и характеристики АД при изменении частоты.
8. Достоинства и недостатки частотного регулирования скорости АД.
9. Почему при изменении частоты тока в питающей сети необходимо одновременно менять величину напряжения.
10. Схема и принцип действия электромашиного преобразователя частоты (ПЧ).

11. Достоинства и недостатки электромашинных ПЧ.
12. Принципиальная схема регулирования скорости АД с помощью статических ПЧ.
13. Объясните, как изменяется скорость АД при увеличении (уменьшении) числа пар полюсов обмотки статора.
14. Регулирование скорости АД при переключении обмоток статора в схеме «Треугольник – двойная звезда» (схема и характеристики).
15. Регулирование скорости АД при переключении обмоток статора в схеме «Звезда – двойная звезда» (схема и характеристики).
16. Достоинства и недостатки регулирования скорости АД при изменении числа пар полюсов.

Студенты письменно отвечают на вопросы (по вариантам).

Критерии оценки устных и письменных ответов см. приложение 1.

### **Лабораторная работа №7**

«Исследование регулировочных свойств электропривода с АД при изменении напряжения и экспериментальное получение характеристик»

### **Лабораторное занятие №8**

Экспериментальное получение механических характеристик АД с короткозамкнутым ротором при изменении числа пар полюсов.

Критерии оценивания выполненных лабораторных и практических работ см. в приложении 2.

### **Тема 3.4 Электропривод с синхронными двигателями (СД).**

*Вопросы для устной проверки:*

1. Какие достоинства присущи синхронным двигателям?
2. Что такое угловая характеристика СД?
3. В чем состоят особенности пуска СД?
4. Как включается обмотка возбуждения припуске СД?
5. Как ограничиваются токи при пуске СД?
6. Как с помощью СД можно компенсировать реактивную мощность в питающей сети?
7. Каким образом происходит регулирование тока возбуждения СД?

*Тематика рефератов по разделу 3:*

1. Регулирование скорости АД в каскадных схемах его включения.
2. Импульсный способ регулирования координат электропривода с АД.
3. Способы торможения асинхронных двигателей: схемы и характеристики.
4. Применение электропривода с однофазным асинхронным двигателем.
5. Электропривод с линейным асинхронным двигателем.

### **Контрольная работа №2**

Контрольная работа №2 проводится для рубежного контроля знаний по разделу 3 «Электропривод с двигателями переменного тока».

#### **Вариант №1**

1. Регулирование скорости изменением числа пар полюсов обмотки статора возможно:
  - а) для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором;
  - б) для синхронных электродвигателей;
  - в) для асинхронных двигателей с фазным ротором;
  - г) для всех электродвигателей переменного тока.
  
2. Динамическое торможение асинхронного двигателя может осуществляться:
  - а) противовключением, работой параллельно с сетью, самовозбуждением;
  - б) постоянным током и с самовозбуждением;

- в) отключением от сети;
- г) включением в цепь ротора тормозных резисторов.

3. Синхронная частота вращения асинхронного двигателя  $n_1 = 1000$  об/мин, номинальное скольжение  $S_{ном} = 0,03$ . Чему равна номинальная частота вращения АД  $n_{ном}$  ?:

- а) 1500 об/мин; б) 800 об/мин; в) 950 об/мин; г) 970 об/мин.

4. Используя паспортные данные трехфазного асинхронного двигателя серии 4А, который включен в сеть с линейным напряжением  $U_L = 380$  В при соединении обмотки статора «треугольником», определить :

- вращающие моменты двигателя - номинальный, пусковой, максимальный;
- потребляемая мощность и ток статора при номинальной нагрузке;
- пусковой ток электродвигателя.

Тип двигателя	$P_{ном},$ кВт	$n_{ном},$ об/мин	$\eta_{ном},$ %	$\cos\varphi_{ном}$	$\lambda_I = I_{п} /$ $I_{ном}$	$\lambda_M = M_{max} /$ $M_{ном}$	$\lambda_{п} = M_{п} /$ $M_{ном}$
4АН 160S4	18,5	1450	88,5	0,87	6,5	2.1	1.3

5. Дайте полную расшифровку типоразмера электродвигателя – АИР180М8/6

### Вариант №2

1. Асинхронный электродвигатель - это двигатель переменного тока, у которого...

- а)  $n_2 > n_1$     б)  $n_2 \rightarrow \infty$     в)  $n_2 = n_1$     г)  $n_2 < n_1$

2. Основным способом возбуждения синхронных машин является:

- а) электромагнитное возбуждение;
- б) электрическое возбуждение;
- в) электрическое на переменном токе;
- г) магнитное возбуждение.

3. Каким способом осуществляется пуск асинхронного двигателя с фазным ротором?

- а) включением в сеть напрямую;
- б) пуск при пониженном напряжении;
- в) пуск с введением в роторную цепь пускового реостата;
- г) при переключении обмотки статора со «звезды» на «треугольник».

4. Используя паспортные данные трехфазного асинхронного двигателя серии 4А, который включен в сеть с линейным напряжением  $U_L = 380$  В при соединении обмотки статора «треугольником», определить :

- вращающие моменты двигателя - номинальный, пусковой, максимальный;
- потребляемая мощность и ток статора при номинальной нагрузке;
- пусковой ток электродвигателя.

Тип двигателя	$P_{ном},$ кВт	$n_{ном},$ об/мин	$\eta_{ном},$ %	$\cos\varphi_{ном}$	$\lambda_I = I_{п} /$ $I_{ном}$	$\lambda_M = M_{max} /$ $M_{ном}$	$\lambda_{п} = M_{п} /$ $M_{ном}$
4АН 200М4	45	1475	91	0,89	6,5	2.5	1.3

5. Изобразите естественную механическую характеристику АД и обозначьте на ней характерные точки.

### Вариант №3

1. Синхронная машина, это машина переменного тока, у которой:

- а)  $n_2 > n_1$    б)  $n_2 \rightarrow \infty$    в)  $n_2 = n_1$    г)  $n_2 < n_1$

2. Как изменится скорость асинхронного двигателя, если число пар полюсов увеличится в 2 раза? Ответ аргументируйте.

- а) не изменится;  
 б) увеличится в 2 раза;  
 в) уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз;  
 г) уменьшится в 2 раза

3. Почему невозможен пуск синхронного двигателя прямым включением в сеть?

- а) из-за резкой посадки напряжения в сети;  
 б) из-за большой инерционности ротор не может сразу быть увлечен вращающимся полем статора;  
 в) из-за конструкции статора синхронного двигателя;  
 г) из-за отсутствия синхронизирующего момента.

4. Используя паспортные данные трехфазного асинхронного двигателя серии 4А, который включен в сеть с линейным напряжением  $U_L = 380$  В при соединении обмотки статора «треугольником», определить :

- вращающие моменты двигателя - номинальный, пусковой, максимальный;
- потребляемые мощность и ток статора при номинальной нагрузке;
- пусковой ток электродвигателя.

Тип двигателя	$P_{ном}$ , кВт	$n_{ном}$ , об/мин	$\eta_{ном}$ , %	$\cos\varphi_{ном}$	$\lambda_I = I_{п} / I_{ном}$	$\lambda_M = M_{max} / M_{ном}$	$\lambda_{п} = M_{п} / M_{ном}$
4АН 200М6	30	975	90	0,88	6	2.1	1.3

5. Дайте расшифровку типоразмера указанного в п.4 электродвигателя.

#### Вариант №4

1. Скольжение асинхронной машины – это:

- а) относительная разность частот вращения ротора и вращающегося поля статора;  
 б) разность частот вращения ротора и статора;  
 в) отношение скорости вращения ротора к частоте сети;  
 г) величина, характеризующая инерционность ротора асинхронной машины.

2. Асинхронный двигатель может работать в следующих режимах:

- а) в режиме холостого хода и под нагрузкой;  
 б) в генераторных режимах;  
 в) только в режиме двигателя;  
 г) в режиме двигателя, генератора и тормоза.

3. Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором может быть осуществлен:

- а) включением в сеть напрямую;  
 б) введением резисторов и дросселей в цепь статора;  
 в) пуск с введением в роторную цепь пускового реостата;  
 г) при переключении обмотки статора со «звезды» на «треугольник».

4. Используя паспортные данные трехфазного асинхронного двигателя серии 4А, который включен в сеть с линейным напряжением  $U_L = 380$  В при соединении обмотки статора «треугольником», определить:

- вращающие моменты двигателя - номинальный, пусковой, максимальный;
- потребляемые мощность и ток статора при номинальной нагрузке.

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ , кВт	$n_{\text{ном}}$ , об/мин	$\eta_{\text{ном}}$ , %	$\cos\varphi_{\text{ном}}$	$\lambda_I = I_{\text{п}} / I_{\text{ном}}$	$\lambda_M = M_{\text{max}} / M_{\text{ном}}$	$\lambda_{\text{п}} = M_{\text{п}} / M_{\text{ном}}$
4АН 280М6	110	980	92	0,89	6	2,0	1.2

5. Изобразите естественную механическую характеристику асинхронного двигателя и обозначьте на ней характерные точки.

### Вариант №5

1. Как изменится скорость асинхронного двигателя, если число пар полюсов уменьшится в 2 раза? Ответ аргументируйте.

- а) не изменится;
- б) увеличится в 2 раза;
- в) уменьшится в  $\sqrt{2}$  раз;
- г) уменьшится в 2 раза.

2. Синхронная машина, это машина переменного тока, у которой:

- а)  $n_2 > n_1$    б)  $n_2 \rightarrow \infty$    в)  $n_2 = n_1$    г)  $n_2 < n_1$

3. Угловая скорость вращения синхронного двигателя промышленной частоты  $f_1=50\text{Гц}$  при числе пар полюсов  $p=6$  равна:

- а)  $\omega = 100 \text{ рад/с}$    б)  $\omega = 52,3 \text{ рад/с}$    в)  $\omega = 152,3 \text{ рад/с}$    г)  $\omega = 300 \text{ рад/с}$

4. Используя паспортные данные трехфазного асинхронного двигателя серии 4А, который включен в сеть с линейным напряжением  $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$  при соединении обмотки статора «треугольником», определить :

- вращающие моменты двигателя - номинальный, пусковой, максимальный;
- потребляемые мощность и ток статора при номинальной нагрузке;
- пусковой ток электродвигателя.

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ , кВт	$n_{\text{ном}}$ , об/мин	$\eta_{\text{ном}}$ , %	$\cos\varphi_{\text{ном}}$	$\lambda_I = I_{\text{п}} / I_{\text{ном}}$	$\lambda_M = M_{\text{max}} / M_{\text{ном}}$	$\lambda_{\text{п}} = M_{\text{п}} / M_{\text{ном}}$
4АН 280М8	90	735	92	0,86	5,5	2	1.9

5. Изобразите график механической характеристики синхронного двигателя.

### Вариант №6

1. Регулирование скорости изменением числа пар полюсов обмотки статора возможно:

- а) для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором;
- б) для синхронных электродвигателей;
- в) для асинхронных двигателей с фазным ротором;
- г) для всех электродвигателей переменного тока.

2. Коэффициент полезного электродвигателя - это:

- а) отношение полезной мощности на валу к мощности, потребляемой из сети;
- б) разность между потребляемой и полезной мощностью электродвигателя;
- в) относительная мощность двигателя в процентах;



г) отношение мощности на входе к полезной мощности.

3. Перегрузочная способность асинхронного электродвигателя определяется:

- кратностью пускового тока  $\lambda_i = I_{\text{п}} / I_{\text{ном}}$  ;
- кратностью пускового момента;
- кратностью максимального (критического) момента  $\lambda_k = M_{\text{max}} / M_{\text{ном}}$  ;
- жесткостью механической характеристики.

4. Используя паспортные данные трехфазного асинхронного двигателя серии 4А, который включен в сеть с линейным напряжением  $U_{\text{л}} = 380$  В при соединении обмотки статора «треугольником», определить:

- вращающие моменты двигателя - номинальный, пусковой, максимальный;
- потребляемые мощность и ток статора при номинальной нагрузке.

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ , кВт	$n_{\text{ном}}$ , об/мин	$\eta_{\text{ном}}$ , %	$\cos\phi_{\text{ном}}$	$\lambda_i = I_{\text{п}} / I_{\text{ном}}$	$\lambda_k = M_{\text{max}} / M_{\text{ном}}$	$\lambda_{\text{п}} = M_{\text{п}} / M_{\text{ном}}$
4АН 280М4	160	1470	93	0,9	6	2,0	1.2

5. Изобразите графики механических характеристик асинхронного двигателя при регулировании напряжения.

Эталоны и критерии ответов на контрольную работу приведены в приложении 4.

#### Тема 4.1 Энергетические показатели работы электропривода

*Вопросы для устной проверки:*

- Перечислите основные энергетические показатели работы электропривода.
- Запишите выражение для определения потерь мощности электродвигателя в номинальном режиме работы.
- Что входит в состав постоянных и переменных потерь мощности?
- Запишите уравнение для определения КПД электропривода.
- Способы повышения КПД электропривода.
- Что такое коэффициент мощности электропривода и какими способами его можно повысить?
- Назовите технические мероприятия по энергосбережению при эксплуатации и модернизации электропривода.

Критерии оценивания устных ответов приведены в приложении 1

#### Тема 4.2 Расчет мощности и выбор электродвигателей

*Вопросы для устной проверки:*

- В чем заключается задача выбора электродвигателя?
- Что такое нагрузочная диаграмма двигателя?
- В чем сущность проверки двигателя по нагреву?
- В каких основных режимах может работать двигатель и чем они характеризуются?

#### Практическая работа №11

«Расчет и выбор мощности электродвигателя по нагрузочной диаграмме механизма».

**Цель работы:** Для механизма подъема крана по нагрузочной диаграмме рассчитать мощность трехфазного асинхронного электродвигателя и выбрать по каталогу тип электродвигателя.

Исходные данные для расчета принять из таблицы 6.

Таблица 6

Вариант	Момент нагрузки, Н *м				Время включения, с				Время отключения, с	Скорость двигателя $\omega$ , рад/ с
	$M_{c1}$	$M_{c2}$	$M_{c3}$	$M_{c4}$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$		
1	350	25	280	42	20	35	30	15	70	90
2	120	7	100	10	10	20	15	10	200	100
3	300	18	210	30	20	35	25	15	250	75
4	400	40	360	45	20	30	25	20	400	80
5	100	10	150	24	15	40	30	15	280	100
6	200	34	160	20	30	25	20	15	200	85

### Практическая работа №12

«Выбор и проверка электродвигателя по нагреву»

**Цель работы:** проверить выбранный электродвигатель по нагреву при пуске, при работе с максимальной нагрузкой на валу.

Исходными данными для выполнения практической работы являются результаты расчетов практической работы №12.

Критерии оценивания выполненных практических работ см. в приложении 2.

### 2.3 Задания для проведения промежуточной аттестации

Экзамен - вид промежуточной аттестации, в результате которого обучающийся получает оценку в четырех бальной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Проводится по графику учебного процесса. Вопросы к экзамену (и форму его проведения) обучающиеся получают в течение первой недели начала изучения дисциплины. Экзамен может проводиться в устной или письменной форме. На подготовку ответа студенту дается 40-60 минут в зависимости от объема билета.

#### 2.3.1 Задания для проведения промежуточной аттестации

На выполнение работы отводится 60 минут. Работа состоит из трех заданий, содержащих два теоретических вопроса и одно практическое задание (задачу).

Задание первое содержит вопрос по разделу Электрические машины, выполнение которого предполагает письменный ответ на вопрос с дальнейшим устным его пояснением.

Задание второе содержит вопрос по разделу Электропривод, выполнение которого предполагает письменный ответ на вопрос с дальнейшим устным его пояснением.

Задание третье содержит задачу, выполнение которого предполагает правильно оформленную и решенную задачу.

Ответы на задания записываются на отдельном листе.

При выполнении работы можно воспользоваться ручкой, карандашом, калькулятором, справочником.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 1.1

1. Роль электрических машин и трансформаторов в электрификации народного хозяйства.
2. Принцип действия трансформатора.
3. Устройство трансформатора.

4. Классификация трансформаторов.
5. Номинальные (паспортные) параметры трансформаторов, условные обозначения в электрических схемах.
6. Конструкция трансформаторов, конструкция обмоток, магнитопровода.
7. Измерительные трансформаторы тока: назначение, устройство, схема включения.
8. Измерительные трансформаторы напряжения: назначение, устройство, схема включения.
9. Уравнения напряжений трансформатора.
10. Уравнения МДС и токов трансформаторов.
11. Приведение параметров вторичной обмотки и схема замещения приведенного трансформатора.
12. Опыт холостого хода трансформатора.
13. Опыт короткого замыкания трансформатора.
14. Потери и КПД трансформаторов.
15. Внешняя характеристика трансформатора.
16. Трехфазный трансформатор.
17. Схемы включения обмоток трансформаторов.
18. Группы соединения обмоток трансформаторов.
19. Основные и неосновные группы соединения обмоток трансформаторов и способы их получения.
20. Перенапряжения и переходные процессы в трансформаторах.
21. Параллельная работа трансформаторов: назначение, схема включения.
22. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
23. Автотрансформатор: назначение, устройство, схема включения.
24. Характеристики автотрансформатора.
25. Регулирование напряжения трансформаторов.
26. Трехобмоточный трансформатор.
27. Трансформаторы для дуговой сварки.
28. Трансформаторы для выпрямительных установок.
29. Трансформаторы специального назначения.

Критерии оценки: См. приложение 1.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 1.2

1. Принцип действия и устройство асинхронного двигателя.
2. Принципы выполнения обмотки статора, понятие о секции, полюсном делении, шаге обмотки по пазам.
3. ЭДС катушки (секции). Катушечная группа.
4. Трехфазные обмотки статора, их конструктивные особенности и типы.
5. Режимы работы асинхронной машины: двигательный, генераторный и тормозной.
6. Принцип обратимости асинхронной машины.
7. Понятие о скольжении асинхронной машины.
8. Устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
9. Устройство трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.
10. Маркировка выводов обмоток статора асинхронного двигателя.
11. Магнитная цепь асинхронной машины. МДС обмотки статора, основной магнитный поток.
12. Уравнение напряжений асинхронного двигателя.
13. Уравнение МДС и токов асинхронного двигателя.
14. Потери и КПД асинхронного двигателя.

15. Электромагнитный момент асинхронного двигателя, его зависимость от скольжения. Максимальный момент и критическое скольжение АД.
16. Принцип действия и устройство синхронного генератора.
17. Влияние напряжения сети и активного сопротивления обмотки ротора на механическую характеристику АД.
18. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
19. Опыт холостого хода асинхронного двигателя.
20. Опыт короткого замыкания асинхронного двигателя.
21. Пусковые свойства АД с короткозамкнутым ротором. Способы пуска АД с короткозамкнутым ротором напрямую, переключением обмотки статора.
22. Принцип действия однофазного асинхронного двигателя.
23. Конденсаторные асинхронные двигатели.
24. Принцип работы трехфазного асинхронного двигателя в однофазном и конденсаторном режимах.
25. Асинхронные машины специального назначения.
26. Основные типы серийных асинхронных двигателей, их характеристики и области применения.
27. Способы возбуждения и устройство синхронных машин.
28. Особенности турбогенераторов и гидрогенераторов.
29. Магнитная цепь и магнитное поле синхронной машины.
30. Реакция якоря в синхронном генераторе при различном характере нагрузки.
31. МДС статора, уравнение ЭДС синхронного генератора.
32. Характеристики синхронных генераторов.
33. Условия и порядок включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.
34. Электромагнитная мощность синхронной машины.
35. Принцип действия и особенности конструкции синхронного двигателя.
36. Режимы работы синхронного двигателя. Пуск синхронного двигателя.
37. Работа синхронного двигателя: момент входа в синхронизм и выхода из него.
38. Синхронный компенсатор – назначение, схема включения, конструкция.
39. Принцип действия и устройство коллекторной машины постоянного тока.
40. Конструкция основных элементов коллекторных машин: статора, якоря, коллектора.
41. Принцип выполнения обмоток якоря коллекторных машин и их виды.
42. ЭДС обмоток якоря и электромагнитный момент машины постоянного тока.
43. Магнитное поле МПТ, МДС обмотки возбуждения.
44. Реакция якоря, учет размагничивающего действия реакции якоря.
45. Компенсационная обмотка - назначение, конструкция, применение.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 2.1

1. Понятие электрического привода, его значение и роль в экономике.
2. Краткий исторический обзор развития электрического привода.
3. Структурная схема электропривода.
4. Классификация электропривода.
5. Структура механической части электропривода, понятие момента нагрузки.
6. Активный и реактивный моменты нагрузки. Примеры.
7. Уравнение движения электропривода и его состояния.
8. Понятие установившегося движения электропривода.
9. Механическая характеристика двигателя, понятие естественной и искусственной механических характеристик. Примеры.
10. Понятие механической характеристики исполнительного органа. Примеры.
11. Понятие жесткости механической характеристики.

12. Определение устойчивости механического движения ЭП с помощью механических характеристик (графически).
13. Аналитический способ проверки устойчивости механического движения ЭП.
14. Понятие о неустановившемся движении электропривода.
15. Функции электропривода по управлению движением исполнительных органов рабочих машин.
16. Понятие о координатах электропривода.
17. Регулирование скорости.
18. Регулирование момента и тока.
19. Регулирование положения.
20. Показатели качества регулирования.
21. Основные типы электродвигателей постоянного тока, применяемые в электроприводе.
22. Схема включения и статические характеристики ЭП с двигателями постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ).
23. Расчет и построение естественных характеристик ДПТНВ.
24. Энергетические режимы работы ДПТНВ. Двигательный режим работы.
25. Тормозные (генераторные) режимы работы ДПТНВ, способы их получения.
26. Графическая интерпретация двигательных и генераторных режимов ДПТНВ.
27. Схема включения и регулировочные характеристики ЭП с ДПТНВ при введении резисторов в цепь якоря.
28. Расчет сопротивления добавочных резисторов методом пропорций.
29. Расчет сопротивления добавочных резисторов методом отрезков.
30. Показатели качества регулирования скорости ДПТНВ с помощью резисторов.
31. Пуск двигателей постоянного тока независимого возбуждения, ограничение тока и момента при пуске.
32. Расчет пусковых резисторов и построение пусковой диаграммы ДПТНВ.
33. Ограничение тока и момента при реверсе и торможении, расчет тормозных резисторов.
34. Схема включения и характеристики ДПТНВ при изменении потока возбуждения.
35. Показатели качества регулирования при изменении магнитного потока ДПТНВ.
36. Схема включения и характеристики ЭП с ДПТНВ при изменении напряжения на якоре.
37. Регулирование координат ДПТНВ в системе «Генератор – двигатель».
38. Регулирование координат ДПТНВ в системе «Тиристорный преобразователь – двигатель».
39. Переходные процессы в системе «Тиристорный преобразователь – двигатель».
40. Регулирование координат ЭП с ДПТНВ в схеме с источником тока.
41. Схема и регулировочные характеристики ДПТНВ при шунтировании якоря.
42. Понятие импульсного регулирования координат ДПТНВ.
43. Схема и характеристики ЭП с ДПТНВ при импульсном регулировании сопротивления добавочного резистора, магнитного потока и напряжения на якоре.
44. Схема включения и статические характеристики ЭП с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ).
45. Регулирование координат ДПТПВ.
46. Торможение электропривода с ДПТПВ.
47. Основные свойства и характеристики ЭП с двигателем постоянного тока смешанного возбуждения (ДПТСВ).
48. Основные типы трехфазных асинхронных двигателей (АД) и области их применения.
49. Схема АД с короткозамкнутым и фазным ротором.
50. Статические характеристики и режимы работы АД.
51. Расчет и построение характеристик АД по паспортным данным.
52. Торможение электропривода с АД.
53. Регулирование координат АД с помощью резисторов в цепях ротора и статора.

54. Расчет пусковых и регулировочных резисторов ЭП с асинхронным двигателем.
55. Регулирование координат ЭП с АД изменением напряжения.
56. Схема включения и характеристики АД при регулировании скорости изменением частоты питающего напряжения.
57. Схема и принцип действия электромашинного преобразователя частоты.
58. Регулирование скорости АД с помощью тиристорного преобразователя частоты.
59. Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов.
60. Импульсный способ регулирования скорости АД.
61. Схема включения, статические характеристики и характеристики и энергетические режимы работы синхронного двигателя (СД).
62. Пуск, регулирование скорости и торможение СД,
63. Синхронный двигатель, как компенсатор реактивной мощности.
64. Понятие об электроприводе с вентильным и шаговым двигателем.
65. Энергетические показатели работы электропривода: потери мощности.
66. Потери энергии в электроприводе.
67. Способы снижения потерь электроэнергии в переходных процессах.
68. Коэффициент полезного действия электропривода.
69. Основные методы энергосбережения в электроприводе.
70. Общие положения по выбору электродвигателей. Понятие нагрузочных диаграмм.
71. Методика расчета и выбора мощности электродвигателей.
72. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Проверка двигателей по нагреву прямым методом.
73. Проверка электродвигателей по нагреву косвенными методами. Метод средних потерь.
74. Проверка электродвигателей по нагреву методом эквивалентного тока.
75. Проверка электродвигателей по нагреву методом эквивалентного момента.
76. Особенности проверки двигателей по нагреву в различных режимах работы. Выбор электродвигателей в длительном режиме работы.
77. Проверка электродвигателей при кратковременном режиме работы.
78. Проверка электродвигателей в повторно-кратковременном режиме работы.
79. Выбор и проверка резисторов в силовых цепях двигателей.

Критерии оценки: См. приложение 1.

Условия выполнения заданий

Место выполнения задания: учебная аудитория

Максимальное время выполнения задания: 45 минут.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 3

1. Первичная обмотка автотрансформатора имеет  $W_1=600$  витков, коэффициент трансформации  $k=20$ . Определить число витков вторичной обмотки  $W_2$ .
2. Определить число витков  $W_2$  вторичной обмотки трансформатора напряжения, если первичная обмотка рассчитана на напряжение  $U_1 = 6000$  В и имеет  $W_1=12000$  витков, а вторичная – на  $U_2 = 100$  В.
3. Определить число витков вторичной обмотки трансформатора тока  $W_2$ , если первичная обмотка рассчитана на ток  $I_1 = 1000$  А и имеет  $W_1 = 1$  виток, а вторичная на –  $I_2 = 5$  А.

4. Однофазный двухобмоточный трансформатор имеет номинальные напряжения: первичное 6,3 кВ, вторичное 0,4 кВ; число витков во вторичной обмотке 62. Определить число витков в первичной обмотке и коэффициент трансформации.
5. Трёхфазный масляный трансформатор серии ТМ-1000/35, имеет число витков в обмотках  $W_1=1600$ ,  $W_2=288$ ; коэффициент трансформации 5,56. Частота тока в сети 50 Гц. Определить максимальное значение основного магнитного потока.
6. Однофазный трансформатор включён в сеть с частотой тока 50 Гц. Номинальное вторичное напряжение  $U_{2ном.} = 230$  В, а коэффициент трансформации  $k=15$ , площадь поперечного сечения стержня магнитопровода  $Q_{ст.} = 0,049$ , максимальное значение магнитной индукции  $B_{max.} = 1,3$ . Коэффициент заполнения стержня сталью  $k_c = 0,95$ . Определить число витков в обмотках  $W_1$  и  $W_2$ .
7. Трёхфазный масляный трансформатор серии ТМ-1000/35, имеет число витков в обмотках  $W_1=1400$ ; коэффициент трансформации 5,2. Частота тока в сети 50 Гц. Определить напряжение на выводах обмотки, число витков во вторичной обмотке.
8. Однофазный трансформатор включён в сеть с частотой тока 50 Гц. Площадь поперечного сечения стержня магнитопровода  $Q_{ст.} = 0,08$ , максимальное значение магнитной индукции  $B_{max.} = 1,6$ . Коэффициент заполнения стержня сталью  $k_c = 0,95$ . Определить максимальное значение основного магнитного потока.
9. Однофазный трансформатор при номинальном вторичном напряжении  $U_{2ном.} = 680$  В имеет коэффициент трансформации  $k=12$ ; площадь поперечного сечения стержня магнитопровода  $Q_{ст.} = 0,12$ , максимальное значение магнитной индукции  $B_{max.} = 1,8$ , частотой тока 50 Гц. Коэффициент заполнения стержня сталью  $k_c = 0,95$ . Определить число витков в обмотках  $W_1$  и  $W_2$ .
10. Трёхфазный масляный трансформатор номинальной мощностью  $S_{ном.} = 25$  кВ А; номинальное первичное напряжение  $U_{1ном.} = 10$  кВ; ток холостого хода  $i_0 = 3,2$ . Требуется определить номинальный ток в первичной обмотке, ток холостого хода.
11. Трёхфазный масляный трансформатор номинальной мощностью  $S_{ном.} = 63$  кВ А; номинальное первичное напряжение  $U_{1ном.} = 10$  кВ; ток холостого хода  $i_0 = 4,5$ . Требуется определить номинальный ток в первичной обмотке, ток холостого хода.
12. Трёхфазный масляный трансформатор с номинальным первичным напряжением  $U_{1ном.} = 10$  кВ; номинальный ток первичной стороны  $I_{1ном.} = 1,44$  А, ток холостого хода  $i_0 = 3,2$ ; мощность холостого хода  $P_0 = 0,13$  кВт. Требуется определить ток холостого хода, коэффициент мощности холостого хода.
13. Трёхфазный масляный трансформатор с номинальным первичным напряжением  $U_{1ном.} = 6$  кВ; номинальный ток первичной стороны  $I_{1ном.} = 3,87$  А, ток холостого хода  $i_0 = 5,5$ ; мощность холостого хода  $P_0 = 0,17$  кВт. Требуется определить ток холостого хода, коэффициент мощности холостого хода.
14. Трёхфазный масляный трансформатор с номинальным первичным напряжением  $U_{1ном.} = 10$  кВ; номинальный ток первичной стороны  $I_{1ном.} = 1,44$  А, напряжение короткого замыкания  $u_k = 4,5$ ; мощность короткого замыкания  $P_k = 0,17$  кВт. Требуется определить напряжение короткого замыкания, коэффициент мощности короткого замыкания.

15. Трёхфазный трансформатор серии ТМ-6300 /10 с номинальным первичным напряжением  $U_{1ном.}=10$  кВ; номинальная мощность  $S_{ном} =6300$  кВА; напряжение короткого замыкания  $ик =5,5$ . Требуется определить напряжение короткого замыкания, ток короткого замыкания.

16. Трёхфазный трансформатор серии ТМ-2500 /10 с номинальным первичным напряжением  $U_{1ном.}=10$  кВ; номинальная мощность  $S_{ном} =2500$  кВА; напряжение короткого замыкания  $ик =5,5$ . Требуется определить напряжение короткого замыкания, ток короткого замыкания.

17. Асинхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 1$ , критическим скольжением  $S_k = 0,2$  работает от промышленной сети переменного тока с нагрузкой на валу со скольжением  $S_1 = 0,1$ . Определить частоту вращения ротора  $n_2$ , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

18. Определить КПД  $\eta$  трехфазного асинхронного двигателя в номинальном режиме, если постоянные потери  $P_0=15$  мВт, переменные  $P_{са}=35$  мВт, а потребляемая из сети мощность  $P_1=250$  мВт.

19. Исполнительный асинхронный двигатель, питающийся от промышленной сети переменного тока, с числом пар полюсов  $p = 1$  с моментом на валу  $M_1$  работает со скольжением  $S_1 = 0,8$ . Определить частоту вращения двигателя  $n_2$ , если при постоянном сигнале управления момент на валу уменьшился в два раза.

20. Асинхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 3$ , критическим скольжением  $S_k = 0,2$  работает от промышленной сети переменного тока с нагрузкой на валу со скольжением  $S_k = 0,1$ . Определить частоту вращения ротора  $n_2$ , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

21. Синхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 1$  работает в синхронном режиме от промышленной сети переменного тока. Определить частоту вращения ротора данного двигателя  $n_2$ , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

22. Синхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 8$  работает в синхронном режиме от сети переменного тока с частотой  $f = 400$  Гц. Определить частоту вращения ротора данного двигателя  $n_2$ .

23. Статор трёхфазной бесколлекторной машины переменного тока имеет число пазов  $Z_1=36$ , число полюсов  $2p=4$ , число витков в катушке  $w_k=4$ , число фазных обмоток  $m_1=3$ . Определить число последовательно соединённых витков в фазной обмотке статора, число пазов на полюс и фазу.

24. Статор трёхфазной бесколлекторной машины переменного тока имеет число пазов  $Z_1=48$ , число полюсов  $2p=4$ , число витков в катушке  $w_k=3$ , число фазных обмоток  $m_1=3$ . Определить число последовательно соединённых витков в фазной обмотке статора, число пазов на полюс и фазу.

25. Статор трёхфазной бесколлекторной машины переменного тока имеет число пазов  $Z_1=54$ , число полюсов  $2p=6$ , число витков в катушке  $w_k=2$ . Определить число последовательно соединённых витков в фазной обмотке статора, число пазов на полюс и фазу.



26. Статор трёхфазной бесколлекторной машины переменного тока имеет число пазов  $Z_1=36$ , число витков в катушке  $w_k=4$ , обмоточный коэффициент  $k_{об1}=0,960$ ; основной магнитный поток  $\Phi=0,015$  Вб, а частота тока в питающей сети  $f_1=50$  Гц. Определить ЭДС фазной обмотки статора.

27. Статор трёхфазной бесколлекторной машины переменного тока имеет число пазов  $Z_1=30$ , число витков в катушке  $w_k=4$ , обмоточный коэффициент  $k_{об1}=0,960$ ; основной магнитный поток  $\Phi=0,048$  Вб, а частота тока в питающей сети  $f_1=50$  Гц. Определить ЭДС фазной обмотки статора.

28. Трёхфазный синхронный генератор при частоте тока 50 Гц, имеет полезную мощность на выходе генератора  $P_{ном}=206$  кВт, КПД генератора при номинальной нагрузке  $\eta_{ном}=92\%$ . Требуется определить суммарные потери в режиме номинальной нагрузки.

29. Трёхфазный синхронный генератор при частоте тока 50 Гц, имеет полезную мощность на выходе генератора  $P_{ном}=667,4$  кВт, КПД генератора при номинальной нагрузке  $\eta_{ном}=91\%$ . Требуется определить суммарные потери генератора в режиме номинальной нагрузки.

30. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие данные: номинальная мощность  $P_{ном}=15$  кВт, напряжение питания  $U_{ном}=220$  В, КПД в номинальном режиме  $\eta_{ном}=84\%$ . Требуется определить потребляемый двигателем ток в режиме номинальной нагрузки  $I_{ном}$ .

31. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие данные: номинальная мощность  $P_{ном}=45$  кВт, напряжение питания  $U_{ном}=440$  В, КПД в номинальном режиме  $\eta_{ном}=88\%$ . Требуется определить потребляемый двигателем ток в режиме номинальной нагрузки  $I_{ном}$ .

32. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие данные: номинальная мощность  $P_{ном}=4,2$  кВт, напряжение питания  $U_{ном}=220$  В, КПД в номинальном режиме  $\eta_{ном}=78\%$ . Требуется определить потребляемый двигателем ток в режиме номинальной нагрузки  $I_{ном}$ .

33. Трёхфазный трансформатор серии ТМ-6300 /10 с номинальным первичным напряжением  $U_{1ном}=10$  кВ; номинальная мощность  $S_{ном}=6300$  кВА; напряжение короткого замыкания  $u_{кз}=5,5$ . Требуется определить напряжение короткого замыкания, ток короткого замыкания.

Пакет экзаменатора

<b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ:</b>		
Задание №1. Ответить на теоретический вопрос по разделу Электрические машины		
Задание №2. Ответить на теоретический вопрос по разделу Электропривод		
Задание №3. Решение задачи		
<b>Результаты освоения</b> (объекты оценки)	<b>Критерии оценки результата</b> (в соответствии с разделом 1 «Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств	<b>Отметка о выполнении</b>
ПК 1.1 Выполнять операции по	- Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося по результатам оценки (У, З)	

<p>техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования</p>	<p>У4 - экспертная оценка осуществления электрические измерения на различных этапах эксплуатации электроустановок), критерии оценки см. Приложение 2</p> <p>У5 - экспертная оценка проведения контроля режимов работы ЭУ, критерии оценки см..Прил. 2</p> <p>31 - демонстрация знаний классификации кабельных изделий и область их применения, критерии оценки см. Приложение 1</p> <p>32 - демонстрация знания устройства, принципа действия и основных технических характеристик электроустановок, критерии оценки см. Приложение 1</p> <p>33 - демонстрация знания правил технической эксплуатации электродвигателей, критерии оценки см. Приложение 1</p> <p>37 - демонстрация знаний устройства, принципа действия и схемы включения измерительных приборов, критерии оценки см. Приложение 1</p>	
<p>ПК 1.2. Проводить диагностику и испытания электрического и электромеханического оборудования</p>	<p>- Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося по результатам оценки (У, З)</p> <p>У2 - экспертная оценка осуществления коммутации в электроустановках по принципиальным схемам (по условию ЗАДАНИЯ 3), критерии оценки см. Приложение 2</p> <p>У3 - экспертная оценка чтения и выполнения рабочих чертежей электроустановок (по условию ЗАДАНИЯ 3,2,1), критерии оценки см. Приложение 1,2</p> <p>У4 - экспертная оценка осуществления электрические измерения на различных этапах эксплуатации электроустановок), критерии оценки см. Приложение 2</p> <p>32 - демонстрация знания устройства, принципа действия и основных технических характеристик электроустановок, критерии</p>	

37	оценки см. Приложение 1 - демонстрация знаний устройства, принципа действия и схемы включения измерительных приборов, критерии оценки см. Приложение 1	
ПК 1.3. Осуществлять оценку производственно-технических показателей работы электрического и электромеханического оборудования  У2  У3  У4  37	Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося по результатам оценки (У, З)  - экспертная оценка осуществления коммутации в электроустановках по принципиальным схемам (по условию ЗАДАНИЯ 3), критерии оценки см. Приложение 2  - экспертная оценка чтения и выполнения рабочих чертежей электроустановок (по условию ЗАДАНИЯ 3,2,1), критерии оценки см. Приложение 1,2  - экспертная оценка осуществления электрические измерения на различных этапах эксплуатации электроустановок), критерии оценки см. Приложение 2  - демонстрация знаний устройства, принципа действия и схемы включения измерительных приборов, критерии оценки см. Приложение 1	
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.	Распознавать сложные проблемы в знакомых ситуациях. Выделять сложные составные части проблемы и описывать её причины и ресурсы, необходимые для её решения в целом. Определять потребность в информации и предпринимать усилия для её поиска. Выделять главные и альтернативные источники нужных ресурсов. Разрабатывать детальный план действий и придерживаться его. Качество результата, в целом, соответствует требованиям. Оценивать результат своей работы, выделять в нём сильные и слабые стороны.	
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и Интерпретации информации и информационные технологии для	Планировать информационный поиск из широкого набора источников, необходимого для выполнения профессиональных задач. Проводить анализ полученной информации, выделять в ней главные аспекты. Структурировать отобранную информацию в соответствии с параметрами поиска. Интерпретировать полученную информацию в	

выполнения задач профессиональной деятельности	контексте профессиональной деятельности.	
ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Участвовать в деловом общении для эффективного решения деловых задач. Планировать профессиональную деятельность.	
ОК05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.	Грамотно устно и письменно излагать свои мысли по профессиональной тематике на государственном языке Российской Федерации. Проявлять толерантность в рабочем коллективе.	
ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей применять стандарты антикоррупционного поведения	Понимать значимость своей профессии (специальности). Демонстрировать поведение на основе общечеловеческих ценностей.	

Условия выполнения заданий №1, №2, №3

Время выполнения заданий:

Теоретические задания 1,2 - 45 минут.

Практическое задание 3 - 15 минут.

Литература для экзаменуемых - справочная

Дополнительная литература для экзаменатора (учебная, нормативная и т.п.) – нет

### 3 Система оценивания

#### Приложение 1 Критерии оценки устных ответов

Оценка «5» ставится в том случае, если обучающийся:

1. Обнаруживает полное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, знание законов и теорий, умеет подтвердить их конкретными примерами, применить в новой ситуации и при выполнении практических заданий.
2. Дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения.
3. Технически грамотно выполняет чертежи, схемы и графики, сопутствующие ответу, правильно записывает формулы, пользуясь принятой системой условных обозначений.
4. При ответе не повторяет дословно текст учебника, а умеет отобрать главное, обнаруживает самостоятельность и аргументированность суждений, умеет установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом, а также с материалом, усвоенным при изучении других смежных предметов.
5. Умеет делать анализ, обобщения и собственные выводы по отвечаемому вопросу.
6. Умеет самостоятельно и рационально работать с учебником, дополнительной литературой и справочниками.

Оценка «4» ставится в том случае, если ответ удовлетворяет названным выше требованиям, но обучающийся:

1. Допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно, или при небольшой помощи преподавателя.
2. Не обладает достаточным навыком работы со справочной литературой.

Оценка «3» ставится в том случае, если обучающийся правильно понимает физическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но при ответе:

1. Обнаруживает отдельные пробелы в усвоении существенных вопросов.
2. Испытывает затруднения в применении знаний, необходимых для решения задач различных типов, при объяснении конкретных явлений на основе теорий и законов, или в подтверждении конкретных примеров практического применения теорий.
3. Отвечает на поставленные вопросы неполно, или воспроизводит содержание текста учебника, но недостаточно понимает отдельные положения, имеющие важное значение.
4. Обнаруживает недостаточное понимание отдельных положений при воспроизведении текста учебника, или отвечает неполно на поставленные вопросы, допуская одну-две грубые ошибки.

Оценка «2» ставится в том случае, если обучающийся:

1. Демонстрирует разрозненные знания учебного материала без понимания физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей в пределах поставленных вопросов.
2. Имеет слабо сформированные и неполные знания и не умеет применять их к решению конкретных вопросов и задач по образцу.
3. При ответе (на один вопрос) допускает более двух грубых ошибок, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.

## Приложение 2 Критерии оценки практических и лабораторных работ

1. Перед выполнением практической работы обучающемуся необходимо ознакомиться с инструкцией к ней.
2. Практическая работа выполняется каждым обучающимся самостоятельно.
3. Каждый обучающийся составляет отчет по практической работе, содержание которого указано в инструкции к работе. Оформление отчета производится в соответствии с требованиями ГОСТ (рисунки в масштабе, единицы измерения в системе СИ).
4. Методом контроля выполнения практической работы является защита работы. Осуществляется при сдаче оформленного отчета о работе и заключается в устном ответе на контрольные вопросы к сдаваемой работе.
5. Итоговая оценка за практическую работу выставляется по совокупности оценок за выполнение работы, оформление отчета и устный ответ при защите работы. Критерии оценки устных ответов при защите работ представлены в Приложении 1.

Оценка «5» ставится в том случае, если обучающийся:

1. Выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.
2. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы.
3. Правильно выполнил требуемые вычисления, если они были предусмотрены работой.
4. Соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке «5», но:

1. Было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится в том случае, если:

1. В отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записи единиц измерения, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, и т.д.), не принципиального для этой работы характера, но повлиявших на результат выполнения.
2. Работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

1. Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

### Приложение 3 Эталоны ответов контрольной работы №1

	Вопрос 1	Вопрос 2	Вопрос 3	Вопрос 4	Вопрос 5	Вопрос 6
<b>Вариант 1</b>	в	а, б, в, г	а	г	б	а, график
<b>Вариант 2</b>	б	а, в, г, д	г	а, б	график	а
<b>Вариант 3</b>	в	-	а, в	график	г	б, в
<b>Вариант 4</b>	в	в	в	г, д	график	г
<b>Вариант 5</b>	в	а	б, в	а, график	б	в
<b>Вариант 6</b>	в	а, б	б	б, график	а	в

#### Критерии оценок контрольной работы

За каждый правильный ответ студент получает **1 балл**, если ответ на вопрос предполагает построение графиков характеристик ЭП, то за него ставится **2 балла**.

Кроме того, в необходимых случаях студент должен обосновать ответ, привести необходимые примеры и пояснения – при этом за каждый **обоснованный ответ** студент получает **дополнительно 1 балл**.

Максимальная оценка за контрольную работу – **10 баллов**.

«5» (отлично) – **8-10 баллов**

«4» (хорошо) – **6-7 баллов**

«3» (удовлетворительно) – **4-5 баллов**

«2» (неудовлетворительно) – **3 и менее балла**.

### Приложение 4 Эталоны ответов контрольной работы №2

	Вопрос 1	Вопрос 2	Вопрос 3	Вопрос 4	Вопрос 5
<b>Вариант 1</b>	а	б	г	задача	задание
<b>Вариант 2</b>	г	а	а, в		график
<b>Вариант 3</b>	в	г	б		задание
<b>Вариант 4</b>	а	г	а, б, г		график
<b>Вариант 5</b>	б	в	б		график
<b>Вариант 6</b>	а	а	в		график

#### Критерии оценок контрольной работы

За каждый правильный ответ теста студент получает **1 балл**.

За выполнение задания 5 – **2 балла**;

За решение задания 4 – **3 балла**.

ответ на вопрос предполагает построение графиков характеристик ЭП, то за него ставится **2 балла**.

Максимальная оценка за контрольную работу – **8 баллов**.

«5» (отлично) – **8 баллов**

«4» (хорошо) – **6-7 баллов**

«3» (удовлетворительно) – **4-5 баллов**

«2» (неудовлетворительно) – **3 и менее балла.**