**Автономная некоммерческая профессиональная образовательная организация**

**«УРАЛЬСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

**Комплект контрольно-оценочных средств**

**по МДК 01.04 «Техническое регулирование и контроль качества электрического и электромеханического оборудования»**

Программы подготовки специалистов среднего звена

по специальности

13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования»

(базовой подготовки)

2016

|  |
| --- |
| Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» (базовой подготовки) программы МДК 01.04 «Техническое регулирование и контроль качества электрического и электромеханического оборудования» |
| Одобрена цикловой комиссией электроэнергетикиПредседатель комиссии\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.А. ШуроваПротокол № 1от 25 августа 2016г. | *УТВЕРЖДАЮ*Заместитель директора поучебной работе АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Б. Чмель«29» августа 2016 г. |

Организация-разработчик: АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»

Разработчик: **Данилова Е.В.,**  преподаватель по МДК 01.04 «Техническое регулирование и контроль качества электрического и электромеханического оборудования» АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»

Техническая экспертиза комплекта контрольно-оценочных средств

МДК 01.04 «Техническое регулирование и контроль качества электрического и электромеханического оборудования»

Эксперт:

Методист АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.Ю. Иванова

1. **ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Комплект контрольно-оценочных средств предназначен для оценки результатов освоения\_\_ *структурной единицы междисциплинарного курса*

***МДК 01.04 «Техническое регулирование и контроль качества электрического и электромеханического оборудования»****, инвариантной части профессионального модуля* ***ПМ.01Организация технического обслуживанияи ремонта электрического и электромеханического оборудования***

**1.1 Формы контроля и оценки результатов освоения МДК.01.04**

Формами контроля и оценки результатов освоения ***МДК.01.04Техническое регулирование и контроль качества электрического и электромеханического оборудования*** являются:

ТК – текущий контроль. Проводится в следующих формах: защита лабораторных и практических работ (ЛР; ПР), проверка результатов выполнения самостоятельной работы, оценка выступления с докладом, сообщением. *Методы*: наблюдение за деятельностью обучающегося в процессе освоения модуля, фронтальный опрос, устный опрос, тесты, практическое мини-задание.

ПА – промежуточная аттестация. Проводится в форме: экзамен (Э). *Методы*: устные ответы на теоретические экзаменационные вопросы.

**Контроль и оценивание результатов освоения МДК.01.04**

В результате оценки осуществляется проверка следующих объектов. Таблица 1 – Контроль и оценивание результатов освоения МДК 01.04 «Техническое регулирование и контроль качества электрического и электромеханического оборудования»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **Форма** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **Тип** |  |  | **аттестации** |  |
| **(по РП** | **Объекты оценивания** |  | **Показатели и критерии** |  | **задания;** |  |  | **(в** |  |
| **ПМ.01)** |  |  | **№ задания** |  | **соответствии с** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **учебным** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **планом)** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  | 2 |  |  |  | 3 |  |  | 4 |  | 5 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | ***Иметь практический опыт*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПО2 | использования основных |  | Правильное подключение |  |  |  |  |  |  |
|  | измерительных приборов |  | измерительных приборов в |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | измерительную цепь |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Правильный |  | выбор |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | электроизмерительного |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | прибора | для | определения |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | электрической величины |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ПЗ1 |  |  | ЛР |  |
|  |  |  |  |  | Правильное | выставление |  |  |  | Э\* |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | пределов измерения |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Выполнение |  | требований |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | ТБпри |  | использовании |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | электроизмерительных |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | приборов | и |  |  | выполнении |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | измерений | электрических |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | величин |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | ***Уметь*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| У1 | определять |  |  | Правильное | определение |  | Лаборато |  |  |  |  |
|  | электроэнергетические |  | параметров ЭО |  |  |  | рно- |  |  |  |  |
|  | параметры |  | электрических |  |  |  |  |  |  | практичес |  |  |  |  |
|  | машин | и | аппаратов, | Точность, правильность и |  | кие |  |  | ЛР |  |
|  | электротехнических |  | скорость выполнения работ |  | работы |  |  |  |
|  |  |  |  |  | ПР |  |
|  | устройств и систем |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Обоснование |  | выбора |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | метода |  |  | определения |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | параметров ЭО |  |  |  |  |  |  |  |  |
| У3 | организовывать и выполнять | Перечисление |  |  | Лаборато |  |  |  |  |
|  | наладку, | регулировку | и | организационных |  | рно- |  |  |  |  |
|  | проверку | электрического | и | мероприятий | по наладке, |  | практичес |  |  |  |  |
|  | электромеханического |  | регулированию и проверке |  | кие |  |  |  |  |
|  | оборудования |  |  | ЭиЭмО |  |  |  |  |  | работы |  |  | ЛР |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ПР |  |
|  |  |  |  |  | Перечисление | типовой |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | номенклатуры |  | работ по |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | проверке, |  |  | измерениям, |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | испытаниям ЭиЭмО |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Выполнение | работ | в |  |  |
|  |  |  |  | соответствии |  |  | с |  |  |
|  |  |  |  | установленными |  |  |  |  |
|  |  |  |  | методиками |  |  |  |  |  |  |
| У4 | проводить |  | анализ | Выполнение диагностики | Лаборато | ЛР |
|  | неисправностей |  | в рекомендуемом | порядке | рно- | ПР |
|  | электрооборудования | (типовой, |  |  | наиболее | практичес |  |
|  |  |  |  | рациональный) |  |  |  | кие |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | работы |  |
|  |  |  |  | Формулировка | вида |  |  |
|  |  |  |  | отказа ЭО |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Определение | возможных |  |  |
|  |  |  |  | причин отказа |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Перечисление |  | методов |  |  |
|  |  |  |  | определения | отказавшего |  |  |
|  |  |  |  | узла |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Выполнение |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | сравнительного |  | анализа |  |  |
|  |  |  |  | отказов ЭО |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Точность, | правильность и |  |  |
|  |  |  |  | скорость выполнения работ |  |  |
| У6 | заполнять |  | маршрутно- | Точность, правильность и | Лаборато | ЛР |
|  | технологическую |  | грамотность |  | заполнения | рно- | ПР |
|  | документацию | на | маршрутно- |  |  |  |  | практичес |  |
|  | эксплуатацию |  | и | технологической |  | и | кие |  |
|  | обслуживание |  | отраслевого | отчетной документации |  | работы |  |
|  | электрического | и |  |  |  |  |  |  |  |
|  | электромеханического | Перечисление |  | видов |  |  |
|  | оборудования |  |  | документации | на | рабочем |  |  |
|  |  |  |  | месте |  | ремонтного, |  |  |
|  |  |  |  | оперативно-ремонтного |  |  |  |
|  |  |  |  | персонала |  |  |  |  |  |  |
| У7 | оценивать | эффективность | Перечисление |  |  | и | Лаборато | ЛР |
|  | работы электрического и | объяснение |  | показателей | рно- | ПР |
|  | электромеханического | эффективности |  | работы | практичес |  |
|  | оборудования |  |  | ЭиЭмО |  |  |  |  | кие |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | работы |  |
|  |  |  |  | Перечисление |  | методов |  |  |
|  |  |  |  | оценки | эффективности | ТЗ1 | Э |
|  |  |  |  | работы ЭиЭмО |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Выполнение диагностики |  |  |
|  |  |  |  | работы | ЭиЭмО | в |  |  |
|  |  |  |  | рекомендуемом |  | порядке |  |  |
|  |  |  |  | (типовой, |  |  | наиболее |  |  |
|  |  |  |  | рациональный) |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Точность, | правильность и |  |  |
|  |  |  |  | скорость выполнения работ |  |  |
| У8 | осуществлять | технический | Выполнение работ по ТК |  | Лаборато |  | ЛР |  |
|  | контроль при | эксплуатации | в | рекомендуемом | порядке |  | рно- |  | ПР |  |
|  | электрического |  | и | (типовой, |  |  | наиболее |  | практичес |  |  |  |
|  | электромеханического | рациональный) |  |  |  | кие |  |  |  |
|  | оборудования |  |  |  |  |  |  |  |  | работы |  |  |  |
|  |  |  |  | Точность, правильность и |  | ТЗ1 |  | Э |  |
|  |  |  |  | скорость выполнения работ |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| У9 | осуществлять |  |  | Правильный |  | выбор |  |  |  |  |  |
|  | метрологическую | поверку | электроизмерительного |  |  |  |  |  |
|  | изделий |  |  | прибора для | определения |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | электрической величины |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Правильное | выставление |  | Лаборато |  |  |  |
|  |  |  |  |  | рно- |  |  |  |
|  |  |  |  | пределов измерения |  |  | ЛР |  |
|  |  |  |  |  | практичес |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Выполнение | требований |  | кие |  |  |  |
|  |  |  |  |  | работы |  |  |  |
|  |  |  |  | ТБ | при | использовании |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | электроизмерительных |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | приборов | и | выполнении |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | измерений | электрических |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | величин |  |  |  |  |  |  |  |  |
| У10 | производить | диагностику | Выполнение | диагностики |  | Лаборато |  | ЛР |  |
|  | оборудования и определение | в | рекомендуемом | порядке |  | рно- |  | ПР |  |
|  | его ресурсов |  |  | (типовой, |  |  | наиболее |  | практичес |  |  |  |
|  |  |  |  | рациональный) |  |  |  | кие |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | работы |  |  |  |
|  |  |  |  | Выполнение |  | анализа |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | результатов |  | диагностики |  | ТЗ1 |  | Э\* |  |
|  |  |  |  | ЭО |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Точность, | правильность и |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | скорость выполнения работ |  |  |  |  |  |
| У11 | прогнозировать |  | отказы и | Выполнение | диагностики |  | Лаборато |  | ЛР |  |
|  | обнаруживать |  | дефекты | в | рекомендуемом | порядке |  | рно- |  | ПР |  |
|  | электрического |  | и | (типовой, |  |  | наиболее |  | практичес |  |  |  |
|  | электромеханического | рациональный) |  |  |  | кие |  |  |  |
|  | оборудования |  |  |  |  |  |  |  |  | работы |  |  |  |
|  |  |  |  | Формулировка |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | возможного вида отказа ЭО |  | ТЗ1 |  | Э |  |
|  |  |  |  | Определение | возможных |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | причин отказа |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Перечисление | основных |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | видов дефектов |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Анализ |  |  | причин |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | возникновения дефектов |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Точность, | правильность и |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | скорость выполнения работ |  |  |  |  |  |
|  |  |  | ***Знать*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| З9 | действующую | нормативно- | Перечисление | основной |  |  |
|  | техническую | документацию | нормативной документации | ТЗ1 | Э |
|  | по специальности | по специальности |  |  |  |
|  |  |  | Обзор основных положений |  |  |
|  |  |  | ПУЭ (6 изд.), ПУЭ (7 изд.), |  |  |
|  |  |  | ПТЭЭП, МОП ПТБ, ТР РФ |  |  |
|  |  |  | и ТР ТС |  |  |  |  |
|  |  |  | Формулировка | основных |  |  |
|  |  |  | определений из НД |  |  |  |
|  |  |  | Формулировка | основных |  |  |
|  |  |  | требований | безопасного |  |  |
|  |  |  | выполнения работ (МОП |  |  |
|  |  |  | ОТ(ТБ)) в ЭУ |  |  |  |  |
|  |  |  | Формулировка | основных |  |  |
|  |  |  | требований | безопасной |  |  |
|  |  |  | эксплуатации ЭУ |  |  |  |
| З10 | порядок | проведения | Перечисление | видов |  |  |
|  | стандартных | и | испытаний |  |  | ТЗ1 | Э |
|  | сертифицированных |  |  |  |  |  |  |
|  | испытаний |  | Формулировка | целей | и |  |  |
|  |  |  | задач | стандартных | и |  |  |
|  |  |  | сертифицированных |  |  |  |
|  |  |  | испытаний |  |  |  |  |
|  |  |  | Формулировка | требований |  |  |
|  |  |  | к проведению испытаний |  |  |  |
|  |  |  | Правильное | заполнение |  |  |
|  |  |  | актов испытаний |  |  |  |
|  |  |  | Характеристика целей | и |  |  |
|  |  |  | задач | электротехнической |  |  |
|  |  |  | лаборатории (ЭТЛ) |  |  |  |
|  |  |  | Перечисление и пояснение |  |  |
|  |  |  | требований к ЭТЛ |  |  |  |
| З11 | правила сдачи оборудования | Формулировка | основных |  |  |
|  | в ремонт и приѐма после | правил сдачи оборудования | ТЗ1 | Э |
|  | ремонта |  | в ремонт |  |  |  |  |
|  |  |  | Перечисление и пояснение |  |  |
|  |  |  | предремонтных | испытаний |  |  |
|  |  |  | ЭО |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Перечисление и пояснение |  |  |
|  |  |  | послеремонтных |  |  |  |
|  |  |  | испытаний ЭО |  |  |  |  |

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 1 (ТЗ1)**

**Раздел 4.1 Системы управления электроприводом**

# **Типовые задания для оценки освоения учебной дисциплины**

 **Самостоятельная работа №1**

***Ответить на вопросы***

1. Дать определение понятию «электропривод»
2. Описать функции электропривода
3. Написать два основных уравнения движения электропривода
4. Начертить кинематическую схему движения электропривода на примере подъемной лебедки

**Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Необходимый минимум %баллов** |
| 5 | 85 |
| 4 | 70 |
| 3 | 50 |

**Ориентировочное время выполнения работы –** 10 МИНУТ

**Самостоятельная работа №2**

***Ответить на вопросы***

1. Какие различают статические моменты сопротивления, чем характеризуется каждый из них?

2. Каков физический смысл составляющих уравнения движения?

3. Каково соотношение между моментом инерции и маховым моментом?

4. Каковы условия приведения к валу двигателя статических и динамических моментов?

5. Как определяется общий приведенный момент, если система электропривода с производственной машиной имеет и вращающиеся и поступательно движущиеся звенья?

6. Как определяется общее передаточное отношение передачи?

7. Как приближенно производится приведение маховых моментов к валу двигателя?

8. Как зависит приведенный момент от общего передаточного отношения передачи?

9. Какой знак имеет динамический момент при ускорении электропривода, при замедлении?

10.Как определяется общий КПД передачи, если известны КПД отдельных звеньев?

**Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Необходимый минимум %баллов** |
| 5 | 85 |
| 4 | 70 |
| 3 | 50 |

**Ориентировочное время выполнения работы –** 20 МИНУТ

**Самостоятельная работа №3**

***Ответить на вопросы***

1. Что называется механической характеристикой электродвигателя?

2. Какая механическая характеристика называется естественной и какая – искусственной?

3. Что такое перепад скорости?

4. Как определить скорость идеального холостого хода двигателя с параллельным или независимым возбуждением?

5. Начертить (принципиально, без расчета) механические характеристики двигателя с параллельным возбуждением в двигательном режиме:

а)при *U* *=* *const* *, Ф=* *const* *и R* *доп =* *var* *;*

б)при *U* *=* *var* *, Ф=* *const* *и R* *доп = 0* ;

в)при *U* *=* *const* *, Ф=* *var* *и R* *доп = 0.*

6. Начертить (без расчета) естественную характеристику двигателя с последовательным возбуждением, объяснить ее.

7. Как перевести двигатель с параллельным возбуждением в генераторный рекуперативный режим? Начертить характеристики этого режима, объяснить физическую сущность процесса торможения.

8. Какими способами можно перевести двигатель с параллельным возбуждением в режим противовключения? Начертить механические характеристики, объяснить физическую сторону процесса торможения.

9. Какими способами можно перевести двигатель с последовательным возбуждением в режим динамического торможения? Дать сравнительную оценку способам перевода.

10. Начертить (без расчета) характеристики двигателя параллельного возбуждения при шунтировании якоря. Объяснить сущность происходящего процесса и вид характеристик.

11. Почему двигатель с последовательным возбуждением нельзя перевести повышением скорости якоря в режим рекуперативного торможения?

**Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Необходимый минимум %баллов** |
| 5 | 85 |
| 4 | 70 |
| 3 | 50 |

**Ориентировочное время выполнения работы –** 30 МИНУТ

**Самостоятельная работа №4**

***Ответить на вопросы***

1. Что такое диапазон и плавность регулирования?

2. Какими способами можно регулировать скорость двигателей постоянного тока?

3. Каковы достоинства и недостатки каждого способа регулирования?

4. Почему при введении в цепь якоря добавочного сопротивления снижается скорость вращения?

5. В каких случаях применяется шунтирование якоря для изменения скорости двигателя?

6. Объяснить, почему двигатель постоянного тока независимого возбуждения, работающий в системе Г-Д, имеет более мягкую естественную характеристику, чем в том случае, когда он питается от источника неизменного напряжения.

7. Объяснить, как влияет жесткость механических характеристик двигателя постоянного тока на величину диапазона регулирования.

8. Какими способами можно регулировать скорость асинхронных двигателей? Каковы достоинства и недостатки каждого способа?

9. Какие системы синхронного вращения существуют? Когда они применяются?

10.Показать на механических характеристиках, как распределяется нагрузка между двигателями, работающими на один вал при различных жесткостях характеристик двигателей.

**Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Необходимый минимум %баллов** |
| 5 | 85 |
| 4 | 70 |
| 3 | 50 |

**Ориентировочное время выполнения работы –** 20 МИНУТ

**Самостоятельная работа №5**

***Ответить на вопросы***

1. Что называется переходным процессом электропривода?

2. Каковы условия возникновения переходного процесса?

3. Привести примеры производственных механизмов, где время переходных процессов составляет существенную долю в общем времени цикла.

4. Привести примеры производственных машин, у которых время переходных процессов несущественно и им можно пренебречь при выборе мощности двигателя для этих машин.

5. Что такое электромеханическая и электромагнитная постоянные, времени? Какие величины определяют ту и другую постоянные?

6. Как определить время пуска и торможения электропривода?

7. Написать уравнение изменения тока возбуждения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при включении обмотки возбуждения. Назвать входящие в него величины, нарисовать кривую изменения тока возбуждения во времени.

8. Что такое форсировка возбуждения? Каким показателем она характеризуется?

9. Начертить кривые изменения тока возбуждения при форсировке и без нее, объяснить их характер, показать на рисунке отрезок времени, на который сокращается время переходного процесса.

10. Объяснить физическую сторону пуска, торможения и реверсирования в системе Г-Д.

11. Какими способами может производиться форсировка возбуждения в системе Г-Д?

**Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Необходимый минимум %баллов** |
| 5 | 85 |
| 4 | 70 |
| 3 | 50 |

**Ориентировочное время выполнения работы –** 30 МИНУТ

**Самостоятельная работа №6**

***Ответить на вопросы***

1. Что представляет собой нагрузочная диаграмма двигателя?

2. Какие режимы работы двигателей установлены ГОСТом?

3. Чем характеризуется длительный режим работы двигателя?

4. Чем характеризуется повторно-кратковременный режим работы двигателя?

5. Чем характеризуется кратковременный режим работы двигателя?

6. Что такое относительная продолжительность включения?

7. Какие типы двигателей по способу защиты от воздействия окружающей среды существуют?

8. В чем заключается идея выбора двигателя способом средних потерь?

9. В чем заключается идея выбора двигателя способом эквивалентных величин?

10. Объяснить величины, входящие в уравнение нагревания электродвигателя.

11. Чем определяется перегрузочная способность двигателей переменного тока, постоянного тока?

12. Какую роль играет маховик в приводах с ударной нагрузкой?

13. Почему в приводах с ударной нагрузкой целесообразно применять двигатели с повышенным скольжением?

14. Что представляет собой жидкостный регулятор скольжения?

15. Какими способами можно увеличить допустимую частоту включений асинхронного короткозамкнутого двигателя?

16. Каковы особенности двигателей, предназначенных для повторно-кратковременного режима?

17. Как пересчитывается мощность двигателя, работающего в повторно-кратковременном режиме, с одной продолжительности включения на другую?

**Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Необходимый минимум %баллов** |
| 5 | 85 |
| 4 | 70 |
| 3 | 50 |

**Ориентировочное время выполнения работы –** 40 МИНУТ

**Самостоятельная работа №7**

***Ответить на вопросы***

1. Что такое замкнутая система управления электроприводом?

2. Что такое положительная обратная связь?

3. Что такое отрицательная обратная связь?

4. Что такое жесткая обратная связь?

5. Что такое гибкая обратная связь?

6. По каким параметрам осуществляются обратные связи?

7. Почему замкнутые системы позволяют получить широкий диапазон регулирования скорости?

8. В чем заключается принцип действия узла ограничения тока (отсечки)?

9. Объяснить действие узла отсечки напряжения.

10. Нарисовать графики выпрямленного напряжения. Как зависит величина выпрямленного напряжения от угла открывания тиристора?

11. Объяснить принцип действия статического фазорегулятора с конденсатором и резистором.

12. Объяснить принцип действия статического фазорегулятора с пиктрансформаторами.

**Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Необходимый минимум %баллов** |
| 5 | 85 |
| 4 | 70 |
| 3 | 50 |

**Ориентировочное время выполнения работы –** 40 МИНУТ

**Самостоятельная работа №8**

***Ответить на вопросы***

1. По каким признакам производится классификация электроприводов?

2. Что называется основным уравнением движения электропривода?

3. Что такое активный и пассивный моменты сопротивления производственных

механизмов?

4. Что называется механической и электромеханической характеристиками двигателя?

5. Что называется механической характеристикой производственного механизма?

6. Перечислите основные критерии оценки механических характеристик.

7. Перечислите и охарактеризуйте основные способы регулирования скоростей

двигателей постоянного тока независимого и последовательного возбуждения.

8. В чем особенности работы вентильного электропривода?

9. Как осуществляются основные способы пуска и торможения электроприводов постоянного тока?

-

10. В каких режимах может работать асинхронный двигатель?

11. В чем основные преимущества электроприводов переменного тока перед

постоянным?

12. В чем состоит различие между упрощенной и уточненной формулами Клосса?

13. В чем заключается особенность торможения асинхронных и синхронных

двигателей?

14. Перечислите основные способы регулирования скорости асинхронного

двигателя?

15. Что называется угловой характеристикой синхронного двигателя?

16. Нарисуйте упрощенную векторную диаграмму синхронного двигателя.

17. Как классифицируются режимы работы электропривода по условиям нагрева?

18. Что характеризуют постоянные временные нагревания и охлаждения двигателя?

19. Как производится выбор двигателя по мощности?

20. Какие существуют аппараты управления электроприводами?

21. Для чего применяются обратные связи в электроприводах?

22. По каким признакам можно классифицировать системы управления электроприводами?

23. Как производится расчет мощности двигателей крановых механизмов?

24. В чем особенность схем управления грузоподъемными механизмами?

25. В чем особенность выбора мощности приводов лифтов?

26. Перечислите основные требования к электроприводам механизмов

непрерывного транспорта.

**Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Необходимый минимум %баллов** |
| 5 | 85 |
| 4 | 70 |
| 3 | 50 |

**Ориентировочное время выполнения работы –** 40 МИНУТ

**Контрольная работа №1**

Целью контрольной работы является закрепление знаний, полученных при изучении курса, а также проработка вопросов, выделенных под самостоятельную работу студента.

Положительная оценка ставится при показанных студентом не менее 80% основных знаний и умений по данному предмету

Задача 1.Подъемное устройство табл.1 поднимает груз массой m, т. Двухступенчатый редуктор имеет передаточные числа ступеней: i1 =w/w1; i2 =w1 /w2 ; КПД ступеней h1 ;h2 . Диаметр барабана Dб ; а КПД в месте трение о трос hб . Угловая скорость двигателя Wдв. ; М1 – момент на валу 3 (рис.1); W1 – угловая скорость этого вала. Моменты инерции: якоря Jа ; первой и второй шестерен Jш1 ; Jш2 ; первой и второй муфт Jм1 ; Jм2 , входного вала Jвх ; первого и второго зубчатого колеса Jк1 ; Jк2 ; первого и второго вала Jв1 ; Jв2 ; барабана Jб .

Определить:

1) Линейную скорость *V* груза, мощность *Р* , момент *М* электродвигателя и общий момент инерции *Jоб* . электропривода.

2) Составить кинетическую схему электропривода подъемного устройства.

**Таблица 1.Исходные данные к задаче 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варианты | *m.* *[* кг] | *i1* [о.е] | *i2.* [о.е] | *h1 .* [о.е] | *h2* [о.е] | Об.[м] | *hб ,* [о.е] | *Wдв* [рад.с] | *Jа* [кг·м2 ] | *Jш1,* [кг·м2 ] |
| 1 | 100 | 5 | 6 | 0,96 | 0,95 | 0,4 | 0,97 | 105 | 0,4 | 0,1 |
| 2 | 200 | 3 | 4 | - | - | 0,3 | - | 103 | 0,3 | 0,2 |
| 3 | 300 | 6 | 7 | - | - | 0,4 | - | 98 | 0,5 | 0,05 |
| 4 | 400 | 4 | 5 | - | - | 0,4 | - | 100 | 0,4 | 0,15 |
| 5 | 500 | 7 | 8 | - | - | 0,5 | - | 115 | 0,6 | 0,3 |
| 6 | 600 | 5 | 6 | - | - | 0,3 | - | 105 | 0,2 | 005 |
| 7 | 700 | 6 | 7 | - | - | 0,4 | - | 115 | 0,5 | 0,2 |
| 8 | 800 | 5 | 6 | - | - | 0,6 | - | 128 | 0,7 | 0,15 |
| 9 | 900 | 2 | 3 | - | - | 0,4 | - | 100 | 0,3 | 0,09 |
| 10 | 1000 | 3 | 4 | - | - | 0,6 | - | 105 | 0,2 | 0,3 |

**Таблица 1.Исходные данные к задаче 1 (продолжение)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Jш2 ,* [кг·м2 ] | *Jм1,* [кг·м2 ] | *Jм2 ,* [кг·м2 ] | *Jвх ,* [кг·м2 ] | *Jк1 ,* [кг·м2 ] | *Jк2 ,* [кг·м2 ] | *Jв1* , [кг·м2 ] | *Jв2 ,* [кг·м2 ] | *Jб ,* [кг·м2 ] |
| 1 | 0,15 | 0,06 | 1,1 | 0,04 | 0,5 | 1,2 | 0,1 | 0,2 | 7,4 |
| 2 | 0,12 | 0,07 | 1,0 | 0,05 | 0,4 | 1,0 | 0,12 | 0,2 | 8,0 |
| 3 | 0,14 | 0,05 | 1,2 | 0,03 | 0,6 | 1,3 | 0,1 | 0,1 | 7,5 |
| 4 | 0,2 | 0,1 | 1,0 | 0,04 | 0,4 | 1,3 | 0,11 | 0,3 | 8,0 |
| 5 | 0,2 | 0,08 | 1,2 | 0,02 | 0,2 | 1,5 | 0,3 | 0,2 | 6,5 |
| 6 | 0,09 | 0,1 | 1,5 | 0,04 | 0,6 | 1,3 | 0,2 | 0,3 | 9,0 |
| 7 | 0,2 | 0,08 | 1,1 | 0,04 | 0,5 | 1,4 | 0,1 | 0,3 | 6,4 |
| 8 | 0,1 | 0,05 | 1,0 | 0,02 | 0,8 | 1,4 | 0,12 | 0,21 | 7,0 |
| 9 | 0,09 | 0,07 | 1,2 | 0,05 | 0,6 | 1,3 | 0,2 | 0,1 | 7,2 |
| 10 | 0,2 | 0,07 | 1,2 | 0,04 | 0,4 | 1,3 | 0,2 | 0,2 | 7,0 |

**Задача 2** . Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, данные которого приведены в таблице 2.

1) Написать уравнение естественной механической характеристики в общем виде (например: *W* =110-0,1 м).

2)

**Таблица 2. Исходные данные к задаче 2.**

|  |  |
| --- | --- |
| Технические данные двигателей серии ЧП; 220В | Данные для расчетов |
| Вар. | Тип, | hб , % | Рн , кВт | Nном. , об/мин | Iн , А | Рвозб. , Вт | Rя, *[* *Ом* *]*  | Rдоп. *[* *Ом* *]*  | Jдв. *[* *кг* *×* *м2 ]*  | Мс Мн  | М n Мн  | m | Cпособ торможения |
| 1 | ЧПФ 132М | 0,97 | 22 | 1600 | 59,3 | 482 | 0,269 | 0,22 | 0,046 | 0,9 | 2,2 | 3 | динам |
| 2 | ЧПФ112S | 0,93 | 7,5 | 2120 | 19,2 | 482 | 0,167 | 0,124 | 0,046 | 0,7 | 2,0 | 4 | динам. |
| 3 | ЧПФ132L | 0,875 | 11 | 3000 | 30,7 | 482 | 0,08 | 0,066 | 0,046 | 1,2 | 1,9 | 5 | динам. |
| 4 | ЧПФ112S | 0,88 | 4,25 | 975 | 12,6 | 690 | 0,516 | 0,407 | 0,084 | 1,1 | 2,0 | 4 | динам. |
| 5 | ЧПФ112L | 0,89 | 10,0 | 1320 | 26,3 | 448 | 0,326 | 0,208 | 0,084 | 0,7 | 2,3 | 2 | динам. |
| 6 | ЧПФ160М | 0,895 | 18,5 | 775 | 49,6 | 690 | 0,145 | 0,101 | 0,084 | 0,8 | 2,0 | 3 | Противовкл. |
| 7 | ЧПФ132S | 0,9 | 18,5 | 2180 | 47,8 | 690 | 0,081 | 0,056 | 0,084 | 0,8 | 2,2 | 2 | Противовкл. |
| 8 | ЧПФ160S | 0,91 | 15,0 | 730 | 42,5 | 690 | 0,037 | 0,024 | 0,084 | 0,9 | 2,3 | 3 | Противовкл. |
| 9 | ЧПФ112S | 0,92 | 5,5 | 1450 | 14,9 | 730 | 0,328 | 0,227 | 0,104 | 1,2 | 2,1 | 5 | Противовкл. |
| 10 | ЧПФ160L | 0,93 | 22,0 | 775 | 58,7 | 730 | 0,216 | 0,175 | 0,104 | 1,0 | 2,2 | 4 | Противовкл. |

2) Построить на одном графике естественную и две искусственные механические характеристики при добавочном сопротивлении в цепи якоря, равном 0,4 *Rдв. (* *Rдв* . –сопротивление двигателя), и при пониженном напряжении на якоре двигателя, равном *0,6 Uн.*

3) Построить диаграмму пуска двигателя *W* *=* *f(М* ), считая, что наибольший пусковой момент не превышает значения *М* *n ,* число ступеней пускового реостата – *m* (кратности пускового и статического моментов, число ступеней см. в табл. 2.

4) Определить время пуска двигателя от *W1 =0* до *W2 = Wс . Wс –* скорость, соответствующая статическому моменту *Мс* на естественной характеристике), принимая средний пусковой момент *Мп.ср* . по диаграмме пуска, построенной в п.3, а момент инерции механизма *Jмех. = 2* *Jдв* .

5) Составить автоматическую схему реверсивного управления заданным двигателем с числом пусковых ступеней и способом торможения, соответствующими заданному варианту и описать ее.

**Примечание:** Для вариантов 1-5 предусмотреть торможение противовключением, для вариантов 6-10 – торможение динамическое (источник постоянного тока – двухполупериодный однофазный выпрямитель).

**Задача 3** . Для асинхронного короткозамкнутого двигателя, данные которого приведены в таблице 3.

1) Рассчитать и построить естественную механическую характеристику, указать на ней характерные точки.

2) определить пригодного заданного двигателя для привода механизма, работающего в длительном режиме по графику *М =* *f(* *t),* указанном в таблице 3 (считать, что скорость двигателя соответствует скорости вала механизма); построить нагрузочную диаграмму *М =* *f(* *t)* в масштабе;

проверить двигатель по перегрузочной способности;

**Таблица 3. Исходные данные к решению задачи 3.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| В | Тип | *Рн* , кВт | При номинальной нагрузке |
| *Iн* , А при *Uн* , В | *Nно* м. об/мин | *h* , % | *Cos j* [о.е] |
| 220/380 | 380/660 |  |  |  |
| 1 | 5А160S2УЗ | 49,2/28,5 | 28,5/16,4 | 2925 | 90.5 | 0.89 | 0.89 |
| 2 | 5А160S2УЗ | 59,6/34,5 | 34,5/19,7 | 2925 | 91.0 | 0.90 | 0.90 |
| 3 | 5А160М2УЗ | 50,6/29,3 | 29,3/16,9 | 1450 | 89.0 | 0.86 | 0.86 |
| 4 | 5А160S4УЗ | 61,8/35,7 | 35,7/20,6 | 1455 | 90 | 0.86 | 0.86 |
| 5 | 5А160М4УЗ  | 39,2/22,6 | 22,6/13,0 | 970 | 88.5 | 0.83 | 0.83 |
| 6 | 5А160S6УЗ | 51,8/30,0 | 30,0/17,3 | 970 | 88.5 | 0.84 | 0.84 |
| 7 | 5А160М6УЗ  | 30,5/17,7 | 17,7/10,1 | 725 | 87.0 | 0.75 | 0.75 |
| 8 | 5А160S8У4 | 44,2/25,6 | 25,6/14,7 | 725 | 87.5 | 0.75 | 0.75 |
| 9 | 5А160М8УЗ  | 36,3/21,0 | 21,0/12,1 | 690 | 81.5 | 0.8 | 0.8 |
| 10 | 5АС160S8УЗ | 50,5/29,2 | 29,2/16,8 | 680 | 82.5 | 0.79 | 0.79 |

**Таблица 3. Исходные данные к решению задачи 3.(продолжение)**

|  |
| --- |
| Данные для расчета |
| В | *М m* *Мн*  | *М n* *Мн*  | *In* *Iн*  | *Jр,* кг×м2  | *М1* [н.м] | *М2* [н.м] | *М3* [н.м] | *t1 .* c | *t2 .* c | *t3* . c |
| 1 | 2.2 | 1.4 | 7.5 | 0.0048 | 30 | 55 | 110 | 60 | 25 | 75 |
| 2 | 2.2 | 1.4 | 7.5 | 0.0054 | 50 | 90 | 30 | 65 | 40 | 15 |
| 3 | 2.2 | 1.4 | 7.0 | 0.0104 | 40 | 200 | 80 | 50 | 20 | 30 |
| 4 | 2.2 | 1.4 | 7.0 | 0.0128 | 60 | 280 | 30 | 60 | 70 | 10 |
| 5 | 2.0 | 1.2 | 6.0 | 0.014 | 50 | 200 | 160 | 30 | 80 | 20 |
| 6 | 2.0 | 1.2 | 6.0 | 0.0184 | 90 | 220 | 300 | 40 | 30 | 20 |
| 7 | 2.2 | 1.4 | 6.0 | 0.0138 | 70 | 200 | 230 | 30 | 10 | 50 |
| 8 | 2.2 | 1.4 | 6.0 | 0.0182 | 50 | 200 | 320 | 60 | 30 | 20 |
| 9 | 2.0 | 1.8 | 6.0 | 0.0149 | 30 | 160 | 120 | 40 | 20 | 30 |
| 10 | 2.0 | 1.8 | 6.0 | 0.0197 | 60 | 200 | 240 | 40 | 70 | 50 |

3) Составить схему автоматического управления заданным двигателем, в которой предусмотреть:

а) управление кнопочное;

б) возможность реверсирования;

в) защиту от коротких замыканий;

г) защиту от перегрузок;

д) нулевую защиту;

е) световую сигнализацию состояния электродвигателя (вращается или нет).

**Задача 4** .Для катушки контактора при напряжении *U* [В] имеем сечение стержня магнитопровода *Q* с [см2 ] и площадок магнитопровода *l* *о х hо* [мм2 ]. Данные в таблице 4.

Определить: число витков и диаметр обмоточного провода катушки контактора.

**Таблица 4** . Исходные данные для задачи 4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *U* [В] | 80 | 90 | 100 | 100 | 112 | 118 | 120 | 122 | 124 | 134 |
| *Q* *с [* см2 ] | 2,34 | 2,08 | 2,18 | 2,44 | 2,55 | 2,66 | 2,76 | 2,86 | 2,91 | 3,0 |
| *l* *о х hо* [мм2 ]. | 12х14 | 13х15 | 14х16 | 15х17 | 16х18 | 17х19 | 18х20 | 19х22 | 20х24 | 21х25 |

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ.**

**К задаче 1** .

1.1.Угловая скорость барабана

*W2 = [рад/с* *] (1.1)*

1.2.Линейная скорость груза

*V=* *W2 Rб [м/с* *] (1.2)*

1.3.Статический момент на валу барабана

*М* *a = или М* *a = [н/м* *] (1.3)*

1.4.Статический момент, приведенный к валу двигателя

*М = [н/м* *] (1.4)*

1.5.Мощность на валу двигателя

*Р = Wдв. ×М [Вт* *] (1.5)*

1.6.Общий момент инерции тел, вращающихся со скоростью двигателя *W* *дв* .

*Jдв. = Jа + Jш1 +Jм1 + Jвх. [кг/м2 ] (1.6)*

1.7.Приведенный момент инерции тел, вращающихся со скоростью *W1*

*J* *¢1 =* *[кг/м2 ] (1.7)*

1.8.Приведенный момент инерции тел, вращающихся со скоростью *W* *2 ;*

*J* *¢* *2 =* *[кг/м2 ] (1.8)*

1.9.Приведенный момент инерции поступательно движущегося груза

*J* *¢пст =* *[кг/м2 ] (1.9)*

1.10.Общий момент инерции электропривода

*Jоб =* *Jдв +* *J1 ¢ +* *J2 ¢ +* *J* *¢п.ст [кг/м2 ] (1.10)*

**К задаче 2** .

При решении задачи необходимо учесть следующее:

1.Построение механической характеристики двигателя постоянного тока апараллельного возбуждения изложено в [1] § 2.2; 2.3 или [3] § 2.3; 4.2.

2.Способ расчета пусковых сопротивлений и построения диаграммы пуска изложен в [1] § 6.1 или [3] § 7.2.

3.Время разгона привода определяется по формуле:

*t=J* *×* **

где *J = Jдв. + Jмех )*

*М п. ср = ,*

где: *W1 ; W2 и Мс* - см. в условии задачи; *М1 и М2* – см. на диаграмме пуска в пункте 3.

4.Для того, чтобы составить схему к задаче, необходимо разобрать работу ряда схем управления и на основе этого составить схему, удовлетворяющую всем требованиям в условии задачи.

В случае механического перечерчивания из учебника схемы, наиболее подходящее к условиям задачи, задача будет считаться выполненной неудовлетворительно.

5.Схему необходимо вычертить согласно действующим ГОСТам.

Решение:

2.1.Уравнение естественной механической характеристики в общем виде, когда *М=Мном; Ф=кФном. ; ФА =Ф/Фном. ; К* =0,75 – коэффициент уменьшения магнитного потока. *Uс =* *Uном* . Двигателя и *Rвш. =* 0 имеет вид: *Rдв.*

*Wе = - (рад/сек); (2.1)*

(например: *Wе =* 110-0,1 м)

2.2. Номинальная эдс якоря, (В)

*Еном. =* *Uном. -* *Iном. Rя . (2.2)*

2.3.Сопротивление двигателя независимого возбуждения, (Ом)

*Rдв. = (2.3)*

2.4.Угловая скорость идеального холостого хода при номинальном напряжении, [рад/с]

*Wое =* *Wном. Uном. /Еном. (2.4)*

2.5. Скорость на реостатной характеристике при *Iя =* *Iном и Rвш =4* *R* *ном* . , [рад/с]

*Wном.R = Wном х* *(2.5)*

2.6.Скорость идеального холостого хода на искусственной характеристике при напряжении на якоре *0,6* *Uном.* (коэффициент уменьшения напряжения *a=0,6* ).[рад/с]

*Wон = a Wое (2.6)*

2.7*.* Скорость при номинальном моменте и *U=0,6 Uном* ., [рад/с]

*Wи ном. = a Wном (2.7)*

где номинальная угловая скорость, [рад/с]

*W ном. = 2* *p nном /60* *(2.7.1)*

2.8. Номинальный момент двигателя, *[Н.м* *]*

*Мном = (2.8)*

2.9. Момент статической нагрузки, *[Н.м* *]*

*Мст =* *lМном. (2.9)*

2.10.Номинальное сопротивление двигателя,*[Ом* *]*

*Rном = (2.10)*

2.11.Относительное сопротивление двигателя, *[О.е.* *]*

*Rк.двиг. =* *(2.11)*

2.12.Максимальный пусковой ток, А

*I1 = 2,2 Iном . ; I\*1 =2.2 (2.12)*

2.13.Отношение пускового тока *I1* к току переключения *I2*

*l=, (2.13)*

где *m* – число ступеней

2.14.Сопротивление секций пускового реостата, *[* *Ом* *]*

*Rвш m = (2.14)*

*Rвш(m ¸ 1) =Rвшm ×* *l*

*Rвш(m ¸ 2) = Rвш(m ¸ 1) ×* *l*

2.15.Сопротивление пускового реостата,*[* *Ом* *]*

*Rп.р = å* *Rвш (1* *¸* *m) (2.15)*

2.16. Момент инерции электропривода, *[* *кг.м2 ]*

*J = Jдв. + Jм (2.16)*

2.17.Ток переключения ступеней, *[* *О.е* *]*

*I\*2 = (2.17)*

*2.18.* Среднее значение тока двигателя при разгоне электропривода, *[* *О.е* *]*

*I\* ср . =0,5(I\*1 + I\*2 ) (2.18)*

2.19.Среднее значение тока отвечает среднему моменту двигателя, *[* *Н.м* *]*

*М ср=* *Iср. \* ×Мном. (2.19)*

2.21.Время разгона электропривода по номинальной угловой скорости, *[* *с* *]*

*tр = J (2.20)*

**К задаче 3**

При решении задачи необходимо учесть следующее:

1.Построение механических характеристик асинхронного двигателя изложено в [1] § 3.2; 3.3 или [3] § 3.2.

2.Для выполнения пункта 2 необходимо изучить [1] § 8.5 или [3] § 6.4; 6.5.

3.Для выполнения пункта 3 необходимо изучить [1] § 10.6.

*Решение :*

3.1.Номинальное скольжение, о.е.

*S =( W* *– W* *)/ W (3.1)*

где

*W = 2πf / Р; (рад/сек) (3.1.1)*

*W = π n / 30;(рад/сек) (3.1.2)*

3.2.Критическое скольжение,о.е.

*S = S ( λ* *+* *); (3.2)*

*λ = М / М; (3.2.1)*

3.3.Номинальное сопротивление роторной цепи , Ом

*R= U* */ I (3.3)*

3.4.Активное сопротивление обмотки фазы ротора ,Ом

*R* = *R* *S* *(3.4)*

3.5.Номинальный момент асинхронного двигателя, Н·м

*М* = *Р* *10³* / *W ( 3.5)*

3.6.Критический момент асинхронного двигателя, Н·м

*М* = *λ* *М (3.6)*

*λ* = *М* / *М (3.6.1)*

3.7.Коэффициент трансформации ЭДС, о.е.

= *0,95 U* / *U (3.7)*

3.8.Сопротивление реостата в цепи ротора,о.е.

*R* *= 0,1 R (3.8)*

3.9.Суммарное активное сопротивление обмотки роторной цепи, Ом

*R= R* *+* *R (3.9)*

3.10. Приведенное активное сопротивление обмотки ротора, ОМ

*R=* *R К (3.10)*

3.11.Построим естественную механическую характеристику, подставляя значения по формуле Клосса, Н·м

*М* *= 2М* */ (S / S + S / S) (3.11)*

3.12.Для построение регулировочной характеристики определим скольжение на искусственной характеристики при выбранных значениях S

*S = S* *R/ R = 3S (3.12)*

3.13.Критическое скольжение на искусственной характеристике ,о.е.

*S= SR / R* *= 3S (3.13)*

3.14.Угловые скорости, отвечающие скольжениям *Sе и Su, о.е.*

*W= W ( 1- S) (3.14)*

*W= W( 1 – S) (3.14.1)*

**К задаче 4**

Способ расчета числа витков и диаметр обмоточного провода изложен в [6] гл. IV, стр.44.

*Решение:*

4.1.Общее число витков:

*V (4.1)*

4.2.Площадь сечения обмотки:

*Q* =*lhk;(* *мм* *) (4.2)*

4.3.Число витков, приходящихся на 1 мм площади сечения обмотки:

*w=w/ Q* ; *(4.3)*

4.4.Выбирают обмоточный провод и определяют его диаметр.

# **Контрольно-оценочные** **средства для итоговой аттестации по разделу МДК**

Предметом оценки являются умения и знания. Контроль и оценка осуществляются с использованием следующих форм и методов:

- устный опрос, тестирование, практическое занятие, самостоятельная работа (текущий контроль);

- контрольная работа (рубежный контроль)

- экзамен (промежуточная аттестация)

Оценка освоения дисциплины предусматривает:

- проведение экзамена в устной форме

**Критерии оценки**

**«Отлично»** - студент глубоко изучил учебный материал; последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; свободно применяет полученные знания на практике; практические, лабораторные и курсовые работы выполняет правильно, без ошибок, в установленные нормативом время.

**«Хорошо»** - студент твердо знает учебный материал; отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; умеет применять полученные знания на практике; практические, лабораторные и курсовые работы выполняет правильно, без ошибок.

**«Удовлетворительно»** - студент знает лишь основной материал; на заданные вопросы отвечает недостаточно четко и полно, что требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; практические, лабораторные и курсовые работы выполняет с ошибками, не отражающимися на качестве выполненной работы.

**«Неудовлетворительно»** - студент имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки; практические, лабораторные и курсовые работы не выполнены или выполнены с ошибками, влияющими на качество выполненной работы.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СДАЧЕ ЭКЗАМЕНА

1.Понятие об электроприводе. Исторический обзор развития электропривода.

2. Типы электропривода.

3.Значение электропривода и его автоматизации для повышения производительности труда.

4.Механические звенья электропривода. Статические моменты сопротивления. Момент инерции.

5.Уравнения движения электропривода и его виды. Динамический момент.

6.Механические характеристики двигателей и рабочих машин.

7.Схемы включения и режимы работы электродвигателей постоянного тока.

8.Основые соотношения для электродвигателей постоянного тока.

9.Относительные величины в электроприводе.

10.Электромеханические и механические характеристики двигателей независимого возбуждения в двигательном режиме.

11.Перегрузочная способность двигателей. Ограничение пускового тока.

12.Электрическая и механическая характеристика двигателя независимого возбуждения в рекуперативном торможении.

13.Электрическая и механическая характеристика двигателя независимого возбуждения в торможении противовключением.

14.Электрическая и механическая характеристика двигателя независимого возбуждения в динамическом торможении.

15.Электрическая и механическая характеристика двигателя последовательного возбуждения в рекуперативном торможении.

16.Электрическая и механическая характеристика двигателя последовательного возбуждения в торможении противовключением.

17.Электрическая и механическая характеристика двигателя последовательного возбуждения в динамическом режиме.

18.Электромеханическая и механическая характеристика двигателя смешанного возбуждения.

19.Схема включения и режимы работы двигателей переменного тока.

20.Механическая характеристика асинхронного двигателя (АД) в двигательном режиме при введении в цепь ротора и статора сопротивления.

21.Механическая характеристика асинхронного двигателя при питании пониженным напряжением.

22.Механическая характеристика асинхронного двигателя в двигательном режиме при изменении частоты тока.

23.Перегрузочная способность двигателей переменного тока. Ограничение пусковых токов.

24.Механическая характеристика асинхронного двигателя в рекуперативном торможении.

25.Механическая характеристика асинхронного двигателя в режиме противовключения.

26.Механическая характеристика асинхронного двигателя в динамическом режиме.

27.Механическая и угловая характеристика синхронного двигателя (СД).

28.Общие понятия о регулировании скорости электропривода.

29.Допустимая нагрузка на электродвигатель при работе на регулируемой характеристике.

30.Регулирование скорости электропривода постоянного тока изменением сопротивления в цепи якоря.

31Регулирование скорости электропривода постоянного тока изменением магнитного потока.

32.Регулирование скорости электропривода постоянного тока изменением напряжения подводимого к якорю двигателя.

33.Регулирование скорости электропривода постоянного тока с помощью системы «генератор- двигатель».

34.Регулирование скорости электропривода постоянного тока с помощью «управления выпрямителем-Д».

35.Регулирование скорости электропривода постоянного тока с помощью «магнитного усилителя-Д».

36.Схема шунтирования якоря двигателя.

37.Схема импульсного изменения напряжения двигателя на якорь.

38.Регулирование угловой скорости электропривода переменного тока изменением числа пар полюсов.

39.Регулирование угловой скорости электропривода переменного тока изменением частоты питающего напряжения.

40.Регулирование угловой скорости электропривода переменного тока изменением значения активного сопротивления роторной цепи двигателя с фазным ротором.

41.Синхронное вращение электропривода.

42.Расчет сопротивления для двигателей постоянного тока графо-аналитическим методом.

43.Расчет сопротивления для двигателей постоянного тока аналитическим методом.

44.Расчет сопротивления в роторной цепи АД.

45.Расчет сопротивления в цепи статора АД.

46.переходные процессы при линейных характеристиках.

47.Определение времени переходных процессов при пуске и торможении электропривода.

48. Энергетика электропривода.

49.Потери при переходных процессах.

50.Нагревание и охлаждение двигателей.

51.Нагрузочные диаграммы и режимы работы двигателей.

52.Нагрузочные диаграммы режиме *S1 .*

53.Нагрузочные диаграммы режиме *S2.*

54.Нагрузочные диаграммы режиме *S3.*

55.Расчет и выбор мощности двигателей при различных режимах работы методом средних потерь.

56.Расчет и выбор мощности двигателей при различных режимах работы методом эквивалентного тока

57.Расчет и выбор мощности двигателей при различных режимах работы методом эквивалентного момента.

58.Расчет и выбор мощности двигателей при повторно-кратковременном режиме.

59.Допустимая частота работы циклов АД с короткозамкнутым ротором.

60.Особенности выбора двигателя для регулируемого электропривода.

61.Выбор системы электропривода по технико- экономическим показателям.

62.Электрические аппараты и устройства управления электроприводами (автоматические выключатели и предохранители)

63.Электрические аппараты и устройства управления электроприводами (контакторы и реле постоянного и переменного тока)

64. Электрические аппараты и устройства управления электроприводами (командоаппараты, кнопки и кнопочные посты, универсальные переключатели, путевые и конечные выключатели).

65.Электрические аппараты и устройства управления электроприводами (реостаты тормозные электромагнитные)

66.Схема управления АД с к.з.ротором с динамическим торможением.

67.Схема управления АД с фазным ротором в функции тока.

68.Схема прямого пуска СД.

69.Реверсивная схема управления двигателем постоянного тока последовательного возбуждения с торможением противовключением.

70. Надежность электроприводов.

71.Бесконтактные аппараты и устройства управления эл.приводами.

72.Принципы бесконтактного управления.

73.Отличие схем на логических элементах от релейно- контакторных.

74. Узлы схем и схемы управления электроприводами на логических элементах.

75.Схема с применением бесконтактного пускателя.

76.Узлы схем и схемы управления электроприводами с использованием тиристорных переключателей и КТУ.

77.Принцип построения замкнутых систем управления электроприводами.

78.Элементы и устройства АУЭП в замкнутых системах.

79.Системы автоматического регулирования угловой скорости и моментов с обратными связями по скорости.

80. Дискретные электроприводы с шаговыми двигателями.

# **Литература**

1. Васин В.М. Электрический привод. М: Высшая школа, 1984г.

2. Кацман М.М. «Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу. М: Высшая школа, 1983г.

3. Хализев Г.П. «Электрический привод». М., Высшая школа, 1977 г.

4. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М: Энергоиздат, 1981 г.

5.Справочник по автоматизированному электроприводу (под редакцией В.А.Елисеева и А.В.Шинянского), М: Энергоиздат 1983г.

6. В.И.Дьяков Типовые расчеты по электрооборудованию. М., «Высшая школа», 1991г.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 1 (ТЗ1)**

**Раздел 4.2 Технический контроль электрического и электромеханического оборудования**

**Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Сформулируйте и объясните преимущества станков с числовым программным управлением перед станками с ручным управлением.
2. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: Управляющая про-грамма (УП)», «Позиционное ЧПУ (позиционное управление)» и «Контурное ЧПУ станком (контурное управление)», «Ручная подготовка УП», «Автоматизированная подготовка УП».
3. Задача. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: «Нулевая точка станка», «Плавающий нуль», «Нулевая точка детали» и «Точка начала обработки».
4. Охарактеризуйте термины: «Коррекция инструмента», «Коррекция скорости подачи», «Коррекция скорости главного движения».
5. Объясните понятия «Значение коррекции положения инструмента», «Значение коррекции длины инструмента» и «Значение коррекции диаметра фрезы (коррекция на фрезу)».
6. Что такое эквидистанта движения инструмента, как и кто ее разрабатывает?
7. Что такое опорные точки эквидистанты, как их выбирают? В какой системе коор-динат программируют опорные точки эквидистанты?
8. Укажите положительные направления осей координат для токарного фрезерного станка с ЧПУ и обрабатывающего центра.
9. Что такое нуль детали, нуль программы, как и кто его выбирает? Что представляет собой сдвиг нуля станка, кто, как его сдвигает и зачем?
10. Для чего и как устанавливается связь систем координат станка, детали и инструмента?
11. Из каких элементов состоит слово и кадр (блок) управляющей программы. Что представляет собой формат кадра, для чего он нужен и как используется при со-ставлении программы?
12. Опишите структуру управляющей программы. Какова последовательность ее со-ставления? Для чего пишут комментарии в УП и как реагирует на комментарии си-стема числового программного управления?
13. Объясните суть модальных и немодальных адресов, абсолютных и инкременталь-ных размеров. Как их программируют? Как программируется функция подачи и скорости главного движения?
14. Как программируют подготовительные функции (G - функции), назовите основные команды с их использованием и объясните их смысловое содержание.
15. Охарактеризуйте вспомогательные функции (М - функции). Раскройте содержание основных команд с их использованием и объясните их смысловое содержание.
16. Как программируют функцию инструмента, его перемещения в направлении осей X, Y и Z?
17. Раскройте понятия линейной и круговой интерполяции, изложите методику их программирования.
18. Что такое коррекция режущего инструмента, для чего она применяется и как реализуется при обработке на станках с ЧПУ?
19. Изложите сущность коррекции инструмента по длине и радиусу.

**Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Охарактеризуйте базовые точки M, W и N в рабочей зоне токарного и фрезерного станка с ЧПУ. В какой системе координат высвечиваются координаты режущего инструмента при отработке управляющей программы?
2. При помощи каких команды осуществляется смещение нуля станка в нуль про-граммы? Выполните эту процедуру на конкретном примере.
3. Изложите методику программирования абсолютных и инкрементальных размеров на токарном, фрезерном станке с ЧПУ и обрабатывающем центре.
4. Как выполняется определение данных режущего инструмента с помощью оптиче-ского устройства?
5. Как выполняется коррекция режущего инструмента по оси X и Z методом царапа-ния?
6. Каким образом вводятся программы и подпрограммы обработки детали?
7. Охарактеризуйте программирование фаски и закругления на примере обработки конкретной детали.
8. Изложите методику программирования линейной интерполяции.
9. Изложите методику программирования круговой интерполяции
10. Составьте фрагмент управляющей программы для обработки на токарном многофункциональном станке TURN 155 шестигранника на цилиндрической поверхности детали.
11. Устройство и принцип функционирования токарного многофункционального стан-ка с ЧПУ мод. TURN-155.
12. Понятия «Главный шпиндель» и «Приводной инструмент» применительно к токарному станку с ЧПУ мод. TURN-155, опишите их технологические возможности.
13. Запрограммируйте цикл продольного точения вала в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK на токарном станке с ЧПУ мод. TURN-155.
14. Запрограммируйте цикл осевого сверления с использованием главного шпинделя станка с ЧПУ мод. TURN-155.
15. Запрограммируйте цикл осевого сверления с использованием приводного инструмента на станке с ЧПУ мод. TURN-155.
16. Запрограммируйте цикл сверления радиального отверстия на станке с ЧПУ мод.

TURN-155.

1. Запрограммируйте цикл осевого сверления глубокого отверстия с использованием главного шпинделя.
2. Запрограммируйте цикл осевого сверления глубокого отверстия с использованием приводного инструмента на станке с ЧПУ.
3. Запрограммируйте цикл нарезания цилиндрической резьбы в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK.

**Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Запрограммируйте цикл нарезания конической резьбы в программном обеспечении

WIN NC SINUMERIK.

1. Как программируют цикл контурного точения в программном обеспечении WIN

NC FANUC 21TB.

1. Приведите фрагмент программы для цикла контурного точения в программном обеспечении Win NC FANUC 21TB и объясните его.
2. Приведите фрагмент программы для цикла торцового точения и объясните его.
3. Как программируют цикл «Повторение профиля»? Приведите фрагмент программы и объясните его.
4. Устройство и принцип функционирования фрезерного станка с ЧПУ модели HAAS.
5. Устройство и принцип функционирования обрабатывающего центра QWAZER.
6. Применение главных осей X, Y, Z и дополнительных осей А и С обрабатывающего центра QWAZER при обработке деталей.
7. Приведите фрагмент программы для цикла «Глубокое сверление» , выполняемого на фрезерном станке с ЧПУ модели HAAS и объясните его.
8. Программирование цикла сверления с возвратом в плоскость отвода.
9. Программирование цикла глубокого сверления и нарезания резьбы метчиком?
10. Программирование цикла развертывания с возвратом в плоскость отвода? Приве-дите фрагмент программы и объясните его.
11. В каком формате кадра программируют ограничение скорости шпинделя? Составь-те фрагмент управляющей программы и объясните его.
12. Изложите методику программирования скорости подачи в мм/мин постоянной скорости резания при обработке торца.
13. Как выполнить вызов подпрограммы? Приведите фрагмент управляющей про-граммы.
14. Программирование цикла глубокого поперечного сверления с приводным инстру-ментом в программном обеспечении Win NC FANUC 21T.
15. Программирование простых видов обработки на обрабатывающем центре

QWAZER.

1. Программирование обработки отверстий на обрабатывающем центре QWAZER.
2. Методика сквозного проектирования и программирования обработки деталей с ис-пользованием программного продукта WILDFIRE-3. Задача.

**Вопросы к зачету**

1. Сформулируйте и объясните преимущества станков с числовым программным управлением перед станками с ручным управлением.
2. Охарактеризуйте базовые точки M, W и N в рабочей зоне токарного и фрезерного станка с ЧПУ.
3. Задача. Запрограммируйте цикл нарезания резьбы в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK.
4. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: Управляющая программа (УП)», «Позиционное ЧПУ (позиционное управление)» и «Контурное ЧПУ станком (контурное управление)», «Ручная подготовка УП», «Автоматизированная подготовка УП».
5. При помощи каких команды осуществляется смещение нуля станка в нуль про-граммы? Выполните эту процедуру на конкретном примере.
6. Задача. Запрограммируйте цикл контурного точения в программном обеспечении

WIN NC FANUC 21TB.

1. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: «Нулевая точка станка», «Плавающий нуль», «Нулевая точка детали» и «Точка начала обработки».
2. Изложите методику программирования абсолютных и инкрементальных размеров на токарном, фрезерном станке с ЧПУ и обрабатывающем центре.
3. Задача. Разработайте фрагмент программы для цикла контурного точения в программном обеспечении Win NC FANUC 21TB и объясните его.
4. Охарактеризуйте термины: «Коррекция инструмента», «Коррекция скорости подачи», «Коррекция скорости главного движения».
5. Как выполняется определение данных режущего инструмента с помощью оптического устройства?
6. Задача. Разработайте фрагмент программы для цикла торцового точения и объясните его.
7. Что такое эквидистанта движения инструмента, как ее разрабатывают? Как выбирают базовые точки эквидистанты?
8. Раскройте устройство и принцип функционирования фрезерного станка с ЧПУ мо-

дели HAAS.

1. Задача. Введите в управляющую программу подпрограмму обработки детали?
2. Что такое опорные точки эквидистанты, как их выбирают? В какой системе координат программируют механическую обработку деталей?
3. Устройство и принцип функционирования обрабатывающего центра QWAZER.
4. Задача. Разработайте фрагмент управляющей программы обработки фаски и закругления на примере конкретной детали.
5. Укажите положительные направления осей координат для токарного фрезерного станка с ЧПУ и обрабатывающего центра.
6. Укажите и охарактеризуйте применение главных осей X, Y, Z и дополнительных осей А и С обрабатывающего центра QWAZER при обработке деталей.
7. Задача. Разработайте фрагмент управляющей программы, обеспечивающей обработку детали по линейной интерполяции.
8. Что такое нуль детали, нуль программы, как и кто его выбирает? Что представляет собой сдвиг нуля станка, кто, как его сдвигает и зачем?
9. Изложите методику программирования круговой интерполяции
10. Задача. Запрограммируйте цикл «Глубокое сверление», выполняемый на токарном станке с ЧПУ и объясните его.
11. Для чего и как устанавливается связь систем координат станка, детали и инструмента?
12. Составьте фрагмент управляющей программы для обработки на токарном многофункциональном станке TURN 155 шестигранника на цилиндрической поверхности вала.
13. Задача. Запрограммируйте цикл сверления с возвратом в плоскость отвода.
14. Из каких элементов состоит слово и кадр управляющей программы. Что представ-ляет собой формат кадра, для чего он нужен и как он используется при составлении управляющей программы?
15. Устройство и принцип функционирования токарного многофункционального стан-ка с ЧПУ мод. TURN-155.
16. Задача. Составьте фрагмент управляющей программы для реализации цикла наре-зания резьбы метчиком.
17. Опишите структуру управляющей программы. Какова последовательность ее со-ставления? Для чего пишут комментарии к УП и как реагирует на комментарии си-стема числового программного управления?
18. Понятия «Главный шпиндель» и «Приводной инструмент» применительно к то-карному станку с ЧПУ мод. TURN-155, опишите их технологические возможности. Задача. Разработайте фрагмент управляющей программы реализации цикла развер-тывания с возвратом в плоскость отвода?
19. Объясните суть модальных и немодальных адресов, абсолютных и инкременталь-ных размеров. Как их программируют? Как программируют функции подачи и скорости главного движения?
20. Запрограммируйте цикл продольного точения конкретной детали в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK на токарном станке с ЧПУ мод. TURN-155.
21. Задача. Составьте фрагмент управляющей программы для обработки с постоянной скоростью резания и объясните его.
22. Как программируют подготовительные функции (G - функции), назовите основные команды с их использованием и объясните их смысловое содержание.
23. Изложите методику программирования скорости подачи в мм/мин, постоянной скорости резания при обработке торца.
24. Задача. Запрограммируйте цикл осевого сверления с использованием главного шпинделя станка с ЧПУ мод. TURN-155.
25. Охарактеризуйте вспомогательные функции (М - функции). Раскройте содержание основных команд с их использованием и объясните их смысловое содержание.
26. Как выполнить вызов подпрограммы? Приведите фрагмент управляющей про-граммы.
27. Задача. Запрограммируйте цикл осевого сверления с использованием приводного инструмента на станке с ЧПУ мод. TURN-155.
28. Как программируют функцию инструмента, его перемещения в направлении осей

X, Y, Z, U, V и W?

1. Опишите правила записи информации в блоках управляющей программы.
2. Задача. Запрограммируйте цикл глубокого сверления приводным инструментом.
3. Раскройте понятия линейной и круговой интерполяции, изложите методику их программирования.
4. Программирование простых видов обработки на обрабатывающем центре

QWAZER.

1. Задача. Запрограммируйте цикл осевого сверления глубокого отверстия с использованием главного шпинделя.
2. Что такое коррекция режущего инструмента, для чего она применяется и как реализуется при обработке на станках с ЧПУ?
3. Программирование обработки отверстий на обрабатывающем центре QWAZER.
4. Задача. Запрограммируйте цикл осевого сверления глубокого отверстия с использованием приводного инструмента на токарном станке с ЧПУ.
5. Изложите сущность коррекции инструмента по длине и радиусу.
6. Методика сквозного проектирования и программирования обработки деталей с использованием программного продукта WILDFIRE-3. Задача.
7. Задача. Запрограммируйте цикл нарезания цилиндрической резьбы в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK.

**Раздел 4.3 Наладка электрического и электромеханического оборудования**

*Наладка - проверка и испытание электрооборудования.
     Проверка производится осмотром, измерительными приборами, испытания - измерительными приборами, специальными установками, подачей испытательного напряжения и другими методами.
     Испытательно - наладочные работы производятся в период изготовления электрооборудования - заводские типовые и контрольные испытания, в процессе монтажа - приемосдаточные испытания и наладка, в процессе эксплуатации - профилактические измерения и испытания, испытания и измерения после капитальных ремонтов.
     Объем и нормы приемосдаточных испытаний электрооборудования определяются Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и другими отраслевыми правилами и инструкциями.
кроме того, все оборудование должно пройти проверку работы механической части в соответствии с заводскими и монтажными инструкциями.
     Заключение о пригодности электрооборудования к эксплуатации делается на основании рассмотрения результатов всех проверок и испытаний, относящихся к данной единице оборудования.
все измерения, испытания и опробирования в соответствии с действующими документами, инструкциями заводов - изготовителей, ПУЭ, произведенные монтажным персоналом в процессе монтажа, наладочным персоналом перед вводом электрооборудования в эксплуатацию, должны быть оформлены актами и протоколами по соответствующей форме.
     Наладка электрооборудования невозможно без применения различных электроизмерительных приборов.*

      При изучении данной дисциплины будут рассмотрены следующие вопросы:
      -  Организационные мероприятия, меры безопасности при проведении пусконаладочных работ;
     - Общие сведения о средствах измерения;
     - Электрические измерения при наладке электроустановок и электрооборудования;
     - Испытание электроустановок;
     - Наладка электрических аппаратов и цепей напряжением до 1000 В;

      -  Пусконаладочные работы заземляющих устройств;

      -  Пусконаладочные работы электродвигателей;
     - Пусконаладочные работы синхронных генераторов;
     - Пусконаладочные работы трансформаторов.

     По окончании изучения данной дисциплины проводится комплексный экзамен.

      Вопросы для подготовки к экзамену:
        1.      Виды испытательно – наладочных работ
        2.      Принцип работы приборов магнитоэлектрической системы
        3.      Измеритель сопротивления заземления, назначение, принцип работы
        4.      Мегаомметры, назначение, принцип работы
        5.      Приборы электромагнитной системы, принцип работы, достоинства, недостатки
        6.     Схема измерения переменного тока с помощью трансформатора тока
        7.   Схема измерения переменного напряжения с помощью трансформатора напряжения
        8.     Приборы электродинамической системы, принцип работы, достоинства, недостатки
        9.      Схема присоединения ваттметра, определение величины измеряемой мощности
        10.  Схема присоединения фазометра
        11.    Схемы присоединения к сети однофазного и трехфазного счетчиков
        12. Схема присоединения счетчиков для включения с трансформаторами тока и напряжения в 3-ех фазную сеть
        13. Схема присоединения прибора при измерении сопротивления заземляющего устройства принцип работы
        14. Схема присоединения прибора при измерении сопротивления грунта, принцип работы
        15.    Схема измерения напряжения с помощью добавочного сопротивления, определение величины напряжения с применением добавочного сопротивления, измерительного трансформатора
        16.    Схема измерения тока с помощью миллвольтметра и шунта, определение величины тока
         17.    Схема измерения активной мощности тремя ваттметрами в четырехпроводной сети, определение активной мощности трехфазной системы
         18.    Схема измерения активной мощности одним ваттметром при соединении приемника звездой
         19.    Схема измерения активной мощности одним ваттметром при соединении приемника треугольником
         20.    Схема измерения активной мощности одним ваттметром при недоступной нулевой точке и создании искусственной нулевой точки
         21. Косвенный метод определения коэффициента мощности для однофазной, трехфазной сети
         22.    Косвенный метод измерения сопротивления
         23.    Измерение сопротивления с помощью одинарного моста
         24.    Измерение сопротивления с помощью двойного моста
         25.    Схема для определения взаимной индукции
         26.  Прозвонка электрических цепей, схема проверки щупом целости электрической цепи
         27.    Схема прозвонки кабеля с помощью телефонных трубок, принцип работы
         28.    Измерение сопротивления изоляции синхронного генератора
         29. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты синхронного генератора
         30.    Проверка изоляции подшипников при работе генератора
         31.    Измерение сопротивления обмоток постоянному току трансформатора
         32.    Измерение диэлектрических параметров изоляции трансформатора
         33.  Схема измерения угла диэлектрических потерь tgδ и емкости изоляции обмоток трансформатора
         34.    Фазировка трансформатора
         35.    Испытание трансформаторного масла
         36.    Измерение сопротивления изоляции до 1000 В
         37.    Внешний осмотр аппаратов до 1000 В
         38.    Проверка аппаратов до 1000 В
         39.    Проверка тепловых реле
         40.    Требования к заземляющим устройствам
         41.    Проверка элементов заземляющего устройства
         42.    Проверка цепи между заземлителями и заземляющими элементами
         43.    Проверка сосотояния пробивных предохранителей до 1000 В
         44.    Проверка цепи фаза – нуль до 1000 В с глухим заземлением нейтрали
         45.    Схема измерения сопротивления цепи фаза – нуль
         46.    Схема измерения сопротивления заземляющего устройства
         47.    Наряд, распоряжение, текущая эксплуатация
         48.    Порядок выдачи и оформления наряда
         49. Организация мероприятий обеспечивающие безопасность работ на воздушных линиях электропередачи
         50.    Работа с паяльной лампой
         51.   Чистка изоляции в РУ без снятия напряжения