

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)  
Калужский филиал ПГУПС**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной  
работе

Калужского филиала ПГУПС

\_\_\_\_\_ А.В. Полевой

« 27 » июня 2022г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

**ПМ.01 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУ-  
ДОВАНИЯ ПО ОТРАСЛЯМ**

*для специальности*

**13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)**

Квалификация – **Техник**  
вид подготовки - базовая

Форма обучения - очная

Калуга  
2022

Рассмотрено на заседании ЦК  
протокол № 11 от «27»июня2022г.

Председатель \_\_\_\_\_/А.В. Сосков/

Фонд оценочных средств разработан на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) (базовая подготовка), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 1216 от 14.12.2017 г и рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 Организация электроснабжения электрооборудования по отраслям

**Разработчик ФОС:**

Заведующий отделениями специальностей: 27.02.03. Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте), 13.02.07. Электроснабжение (по отраслям), 08.02.10. Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство - Калужского филиала ПГУПС - Тасенкова Ю.В.

**Рецензенты:**

преподаватель Калужского филиала ПГУПС Беликова Ю.В., \_\_\_\_\_

Зам. начальника Внуковской дистанции электроснабжения Московской дирекции по энергообеспечению – структурного подразделения Трансэнерго–филиала ОАО «РЖД»

Гусаков А.А. \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ КУРС МДК.01.01 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ КУРС МДК.01.02 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>ФОРМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ МДК 01.01 .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ МДК 01.02.....</b>	<b>47</b>
<b>3.4</b>	<b>ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ.....</b>	<b>62</b>
<b>3.5</b>	<b>ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ.....</b>	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ЭКЗАМЕНА (КВАЛИФИКАЦИОННОГО) .....</b>	<b>66</b>

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (далее ФОС) является неотъемлемой частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы подготовки специалистов среднего звена и обеспечивает повышение качества образовательного процесса.

ФОС является частью учебно-методического обеспечения профессионального модуля. ФОС по профессиональному модулю представляет собой совокупность контролирующих материалов, позволяющих оценить знания, умения и приобретенные компетенции.

Целью создания ФОС является установление соответствия уровня подготовки обучающихся на конкретном этапе обучения требованиями Федерального государственного стандарта среднего профессионального образования, основной профессиональной образовательной программе. ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

В результате освоения профессионального модуля ПМ.01 Организация электроснабжения электрооборудования по отраслям обучающийся должен обладать следующими умениями, знаниями, общими и профессиональными компетенциями, предусмотренными ФГОС СПО по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) для базового вида подготовки специалистов среднего звена среднего профессионального образования.

Объектами контроля и оценки являются сформированность практического опыта, умений, знаний, общих и профессиональных компетенций:

<b>Объекты контроля и оценки</b>	<b>Объекты контроля и оценки</b>
<b>ПО 1</b>	<i>составлении электрических схем электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования по отраслям</i>
<b>ПО 2</b>	<i>заполнении необходимой технической документации</i>
<b>ПО 3</b>	<i>выполнении работ по чертежам, эскизам с применением соответствующего такелажа, необходимых приспособлений, специальных инструментов и аппаратуры</i>
<b>ПО 4</b>	<i>внесении на действующие планы изменений и дополнений, произошедших в электрических сетях</i>
<b>ПО 5</b>	<i>разработке должностных и производственных инструкций, технологических карт, положений и регламентов деятельности в области эксплуатационно-технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи</i>
<b>ПО 6</b>	<i>разработке технических условий проектирования</i>

	<i>строительства, реконструкции и модернизации кабельных линий электропередачи</i>
<b>ПО 7</b>	<i>организации разработки и согласование технических условий, технических заданий в части обеспечения технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи</i>
<b>ПО 8</b>	<i>изучении схем питания и секционирования контактной сети и линий напряжением выше 1000 В</i>
<b>ПО 9</b>	<i>изучении схем питания и секционирования контактной сети и воздушных линий электропередачи в пределах дистанции электроснабжения</i>
<b>ПО 10</b>	<i>изучении принципиальных схем защит электрооборудования, электронных устройств, автоматики и телемеханики</i>
<b>ПО 11</b>	<i>изучении устройства и характеристик, отличительных особенностей оборудования нового типа, принципа работы сложных устройств автоматики оборудования нового типа</i>
<b>У1</b>	<i>разрабатывать электрические схемы электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования по отраслям</i>
<b>У2</b>	<i>заполнять дефектные ведомости, ведомости объема работ с перечнем необходимых запасных частей и материалов, маршрутную карту, другую техническую документацию</i>
<b>У3</b>	<i>читать схемы распределительных сетей 35 кВ, находящихся в зоне эксплуатационной ответственности</i>
<b>У4</b>	<i>читать простые эскизы и схемы на несложные детали и узлы</i>
<b>У5</b>	<i>пользоваться навыками чтения схем первичных соединений электрооборудования электрических станций и подстанций</i>
<b>У6</b>	<i>читать схемы первичных соединений электрооборудования электрических станций и подстанций</i>
<b>У7</b>	<i>осваивать новые устройства (по мере их внедрения)</i>
<b>У8</b>	<i>организация разработки и пересмотра должностных инструкций подчиненных работников более высокой квалификации</i>
<b>У9</b>	<i>читать схемы питания и секционирования контактной сети и воздушных линий электропередачи в объеме, необходимом для выполнения простых работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту контактной сети, воздушных линий электропередачи под напряжением и вблизи частей, находящихся под напряжением</i>
<b>У10</b>	<i>читать схемы питания и секционирования контактной сети в объеме, необходимом для выполнения работы в опасных местах</i>

	<i>на участках с высокоскоростным движением</i>
<b>У11</b>	<i>читать принципиальные схемы устройств и оборудования электроснабжения в объеме, необходимом для контроля выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения</i>
<b>31</b>	<i>устройство электротехнического и электротехнологического оборудования по отраслям</i>
<b>32</b>	<i>устройство и принцип действия трансформатора</i>
<b>33</b>	<i>Правила устройства электроустановок</i>
<b>34</b>	<i>устройство и назначение неактивных (вспомогательных) частей трансформатора</i>
<b>35</b>	<i>принцип работы основного и вспомогательного оборудования распределительных устройств средней сложности напряжением до 35 кВ</i>
<b>36</b>	<i>конструктивное выполнение распределительных устройств</i>
<b>37</b>	<i>конструкция и принцип работы сухих, масляных, двухобмоточных силовых трансформаторов мощностью до 10 000 кВА напряжением до 35 кВ</i>
<b>38</b>	<i>устройство, назначение различных типов оборудования (подвесной, натяжной изоляции, шинопроводов, молниезащиты, контуров заземляющих устройств), области их применения</i>
<b>39</b>	<i>элементы конструкции закрытых и открытых распределительных устройств напряжением до 110 кВ, минимальные допускаемые расстояния между оборудованием</i>
<b>310</b>	<i>устройство проводок для прогрева кабеля</i>
<b>311</b>	<i>устройство освещения рабочего места</i>
<b>312</b>	<i>назначение и устройство отдельных элементов контактной сети и трансформаторных подстанций</i>
<b>313</b>	<i>назначение устройств контактной сети, воздушных линий электропередачи</i>
<b>314</b>	<i>назначение и расположение основного и вспомогательного оборудования на тяговых подстанциях и линейных устройствах тягового электроснабжения</i>
<b>315</b>	<i>контроль соответствия проверяемого устройства проектной документации и взаимодействия элементов проверяемого устройства между собой и с другими устройствами защит</i>
<b>316</b>	<i>устройство и способы регулировки вакуумных выключателей и</i>

	<i>элегазового оборудования</i>
<b>317</b>	<i>порядок изучения устройства и характеристик, отличительных особенностей оборудования нового типа, принципа работы сложных устройств автоматики оборудования нового типа интеллектуальной основе</i>
<b>318</b>	<i>однолинейные схемы тяговых подстанций</i>
<b>ОК 01</b>	<i>Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</i>
<b>ОК 02</b>	<i>Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.</i>
<b>ОК 03</b>	<i>Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.</i>
<b>ОК 04</b>	<i>Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.</i>
<b>ОК 05</b>	<i>Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.</i>
<b>ОК 06</b>	<i>Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.</i>
<b>ОК 07</b>	<i>Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.</i>
<b>ОК 08</b>	<i>Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.</i>
<b>ОК 09</b>	<i>Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.</i>
<b>ОК 10</b>	<i>Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.</i>
<b>ОК 11</b>	<i>Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.</i>
<b>ПК 1.1</b>	<i>Выполнять основные виды работ по проектированию электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования.</i>
<b>ПК 1.2</b>	<i>Читать и составлять электрические схемы электроснабжения</i>

	<i>электротехнического и электротехнологического оборудования.</i>
--	--

## **2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

### **2.1. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ КУРС МДК.01.01 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Проверка и оценка усвоения обучающимися учебного материала, сформированности умений и навыков являются необходимым компонентом процесса обучения. Это не только **контроль** результатов обучения, но и **руководство** познавательной деятельностью обучающихся на разных стадиях учебного процесса.

Проверка и оценка знаний должны удовлетворять определенным дидактическим требованиям: систематичность, регулярность проверки и контроля обязательны.

Оценка знаний носит индивидуальный характер. Каждый обучающийся должен знать, что оцениваются его знания, его умения и навыки.

Знания, умения и навыки проверяются и оцениваются с точки зрения выполнения материала, заложенного в учебной программе профессионального модуля. Качество усвоения содержания программ – основной критерий оценки знаний.

Проверяя и оценивая усвоение обучающимися теоретического и фактического материала, нужно видеть влияние получаемых знаний на общее и умственное развитие, на формирование качеств личности, на отношение к учебе. Проверка знаний помогает преподавателю видеть процесс развития обучающегося, процесс формирования умственных, моральных, эмоциональных и волевых качеств личности.

Формы проверки знаний обучающихся представлены ниже.

### **ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

#### **УСТНЫЙ ОПРОС**

##### **1. Описание**

Устный опрос проводится с целью контроля усвоенных умений и знаний и последующего анализа типичных ошибок и затруднений обучающихся в конце изучения раздела/темы.

На проведение опроса отводится 15 минут.

##### **2. Критерии оценки устных ответов**

**Оценка «5» «отлично»** - студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

**Оценка «4» «хорошо»** - студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

**Оценка «3» «удовлетворительно»** - студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

**Оценка «2» «неудовлетворительно»** - Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками.

### 3. Примерные вопросы

Раздел/Тема	Вопросы
Тема 1.1 Машины постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На каком явлении основан принцип действия электрических машин.</li> <li>2. В чем заключается принцип обратимости электрических машин.</li> <li>3. Ученые, внесшие большой вклад в развитие электромашиностроения.</li> <li>4. Номинальные параметры электрических машин.</li> <li>5. Основные режимы работы электрических машин.</li> <li>6. Основные части и узлы электрических машин постоянного тока.</li> <li>7. Достоинства и недостатки электрических машин постоянного тока.</li> <li>8. Типы якорных обмоток электрических машин постоянного тока.</li> </ol>
Тема 1.2 Трансформаторы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация трансформаторов по назначению.</li> <li>2. Классификация трансформаторов по виду охлаждения.</li> <li>3. Классификация трансформаторов по числу трансформируемых фаз.</li> <li>4. Классификация трансформаторов по форме магнитопровода.</li> <li>5. Принцип действия однофазного</li> </ol>

	<p>трансформатора.</p> <p>6. Коэффициент трансформации (формула), какой трансформатор называют повышающим, а какой понижающим?</p> <p>7. Номинальные параметры трансформаторов.</p>
Тема 1.3 Асинхронные двигатели	<p>1. Основные части и узлы асинхронных двигателей.</p> <p>2. Скольжение (формула).</p> <p>3. Требования к судовым асинхронным двигателям.</p> <p>4. серии судовых асинхронных двигателей.</p> <p>5. Потери в асинхронных двигателях.</p> <p>6. Энергетическая диаграмма асинхронных двигателей.</p> <p>7. КПД асинхронных двигателей (формула).</p> <p>8. Способы пуска в ход асинхронного двигателя.</p> <p>9. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.</p> <p>10. Реверсирование асинхронных двигателей.</p> <p>11. Электрическое торможение асинхронных машин.</p> <p>12. Рабочие характеристики асинхронных двигателей.</p>
Тема 1.4 Синхронные машины	<p>1. Какие машины называют «синхронными»?</p> <p>2. Конструкция синхронных генераторов.</p> <p>3. Потери синхронных машин.</p> <p>4. КПД синхронных машин (формулы).</p> <p>5. Способы пуска синхронных двигателей.</p>
Тема 2.3 Электрические аппараты напряжением выше 1000 В.	<p>1) Что называется автоматическим выключателем?</p> <p>2) Какие расцепители в автоматическом выключателе вы знаете?</p> <p>3) Что называется предохранителем?</p>

	<p>4) <i>Что называется рубильником?</i></p> <p>5) <i>Что называется пакетным переключателем?</i></p>
--	---

## ПИСЬМЕННЫЙ ОПРОС

### 1. Описание

Письменный опрос проводится с целью контроля усвоенных умений и знаний и последующего анализа типичных ошибок и затруднений обучающихся в конце изучения раздела/темы.

На проведение опроса отводится 15 минут.

### 2. Критерии оценки письменных ответов

**«5» «отлично»** - в работе дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы. Изложение знаний в письменной форме полное, системное в соответствии с требованиями учебной программы. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием научной терминологии.

**«4» «хорошо»** - в работе дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки. Имеющиеся у обучающегося знания соответствуют минимальному объему содержания предметной подготовки. Изложение знаний в письменной форме полное, системное в соответствии с требованиями учебной программы. Возможны несущественные ошибки в формулировках. Ответ логичен, изложен литературным языком с использованием научной терминологии.

**«3» «удовлетворительно»** - дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Оформление требует поправок, коррекции.

**«2» «неудовлетворительно»** - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Изложение неграмотно, допущены существенные ошибки. Отсутствует интерес, стремление к добросовестному и качественному выполнению учебных заданий.

### 3. Примерные задания

Раздел/Тема	Задания
Тема 1.2 Трансформаторы	<p><b>Вариант - 1</b></p> <p>1) Как определить номинальные токи и номинальное вторичное напряжение трансформатора?</p> <p>2) Что называется током холостого хода?</p> <p><b>Вариант - 2</b></p>

	<p>1) Приведите формулы ЭДС и коэффициента трансформации трансформатора.</p> <p>2) Приведите уравнения напряжений трансформатора.</p> <p><b>Вариант – 3</b></p> <p>1) Приведите уравнения МДС трансформатора.</p> <p>2) Приведите уравнения токов трансформатора.</p>
<p>Тема 2.2 Электрические аппараты напряжением до 1000 В</p>	<p><b>Вариант - 1</b></p> <p>1) Чем отличаются автоматические выключатели от контакторов?</p> <p>2) Назначение магнитных пускателей.</p> <p><b>Вариант - 2</b></p> <p>1) В каких случаях применяются магнитных пускателей.</p> <p>2) Как классифицируются магнитные пускатели.</p> <p><b>Вариант - 3</b></p> <p>1) Расскажите о принципе действия магнитных пускателей.</p> <p>2) Как классифицируются общепромышленные контакторы?</p> <p><b>Вариант - 4</b></p> <p>1) На какие номинальные токи выпускаются контакторы?</p> <p>2) Как складывается маркировка контакторов?</p>
<p>Тема 2.3 Электрические аппараты напряжением выше 1000 В.</p>	<p><b>Вариант – 1</b></p> <p>1) Назначение разъединителя, опишите конструкцию разъединителя.</p> <p>2) Операции с разъединителем выполняются...</p> <p><b>Вариант – 2</b></p> <p>1) Назначение отделителя и короткозамыкателя, опишите конструкцию отделителя и короткозамыкателя.</p> <p>2) Основным элементом разъединителя являются...</p> <p><b>Вариант – 3</b></p> <p>1) Расскажите схему,</p>

	<p>поясняющую работу отделителя и короткозамыкателя.</p> <p>2) Аппарат, искровой промежуток которого пробивается при определенном значении напряжения, называется...</p> <p><b>Вариант – 4</b></p> <p>1) Назначение токоограничивающего реактора, опишите конструкцию.</p> <p>2) Разъединитель, который быстро отключает обесточенную цепь после подачи команды на его привод, называется...</p> <p><b>Вариант – 5</b></p> <p>1) Назначение разрядника и ОПН, опишите конструкцию.</p> <p>2) Пространство между электродами называется разрядника, называется...</p>
--	--

## ТЕСТЫ

### 1. Описание

Тесты проводятся с целью контроля усвоенных умений, знаний и последующего анализа типичных ошибок (затруднений) обучающихся в конце изучения раздела/темы.

На выполнение теста отводится 15 минут.

### 2. Критерии оценки

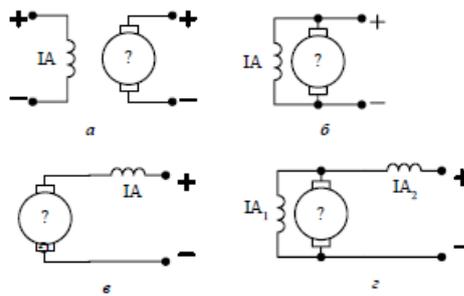
Оценка	Количество верных ответов
«5» - отлично	Выполнено 91-100 % заданий
«4» - хорошо	Выполнено 76-90% заданий
«3» - удовлетворительно	Выполнено 61-75 % заданий
«2» - неудовлетворительно	Выполнено не более 60% заданий

### 3. Примерные тестовые вопросы/ задания

1. Регулировочная характеристика генератора постоянного тока независимого возбуждения — это зависимость...

- a) Нет зависимости.
- b)  $E$  от  $I$  возб.
- c)  $I$  возб от  $I$  нагр.
- d)  $U$  от  $I$  нагр.

2. Выберите электрическую схему машины постоянного тока с параллельным возбуждением.



3. Каково назначение коллектора?

1. для снятия напряжения;
2. для уменьшения реакции якоря;
3. для увеличения реакции якоря;
4. выпрямлять индуктированную в обмотках якоря переменную э.д.с.;

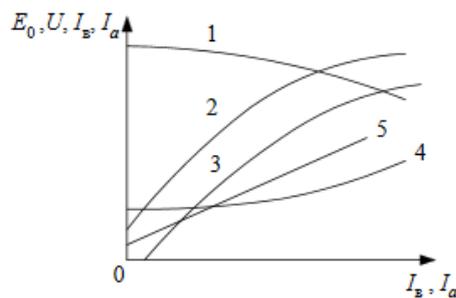
4. Выберите правильную формулу баланса напряжения коллекторного генератора постоянного тока независимого возбуждения.

- 1)  $U = E_a + I_a \cdot R_a$
- 2)  $U = E_a - I_a \cdot R_a$
- 3)  $U = E_a + I_a \cdot R_a + (I_a + I_b) \cdot R_b$
- 4)  $U = E_a - I_a \cdot R_a - I_a \cdot R_b$
- 5)  $U = E_a - I_a \cdot R_a - (I_a - I_b) \cdot R_b$

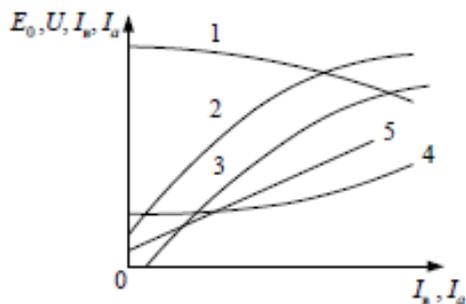
5. За счет изменения величины и направления какой ЭДС в коммутирующей секции машины постоянного тока осуществляют уменьшение искрения щеток?

- 1) ЭДС самоиндукции.
- 2) ЭДС взаимной индукции.
- 3) ЭДС вращения.
- 4) ЭДС самоиндукции и вращения.
- 5) ЭДС взаимной индукции и вращения.

6. Укажите характеристику короткого замыкания генератора постоянного тока с независимым возбуждением по осям координат.



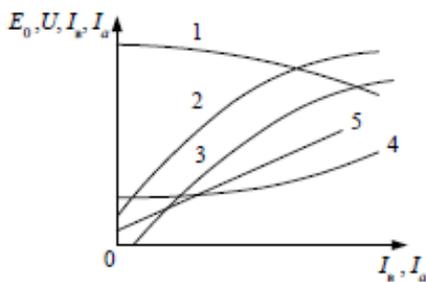
7. Укажите регулировочную характеристику генератора постоянного тока с независимым возбуждением по осям координат.



8. Чему равно число параллельных ветвей  $2a$  у простой петлевой обмотки?

- 1)  $2a = 2p$                                       2)  $2a = 2p \cdot n, \quad n = 2, 3, \dots$   
 3)  $2a = 2$                                       4)  $2a = 2n, \quad n = 2, 3, \dots$

9. Укажите внешнюю характеристику генератора постоянного тока с независимым возбуждением и оси координат.



10. Что происходит в якоре генератора постоянного тока при нагрузке?

- 1) Индуцируется ЭДС.  
 2) Механическая энергия преобразуется в электрическую путем индуктирования ЭДС и тока в якорной обмотке.  
 3) Электрическая энергия преобразуется в механическую путем воздействия электромагнитных сил на проводники стокром, находящиеся в магнитном потоке.  
 4) Возникает электромагнитная сила.  
 5) Индуцируется ЭДС и возникает электромагнитная сила.

Эталоны ответов:

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ:	d	б	4	2	3	5	4	1	2	2

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

### 1. Описание

Самостоятельная работа по данному разделу/теме включает работу по самостоятельному изучению обучающимися ряда вопросов, выполнения домашних заданий, подготовку к лабораторно-практическим занятиям.

На самостоятельное изучение представленных ниже вопросов и выполнение заданий отводится 4 часа.

## **2. Критерии оценки самостоятельной работы**

**«5» «отлично»** - в самостоятельной работе дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы. Изложение знаний в письменной форме полное, системное в соответствии с требованиями учебной программы. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием научной терминологии.

**«4» «хорошо»** - в самостоятельной работе дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки. Имеющиеся у обучающегося знания соответствуют минимальному объему содержания предметной подготовки. Изложение знаний в письменной форме полное, системное в соответствии с требованиями учебной программы. Возможны несущественные ошибки в формулировках. Ответ логичен, изложен литературным языком с использованием научной терминологии.

**«3» «удовлетворительно»** - дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Оформление требует поправок, коррекции.

**«2» «неудовлетворительно»** - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Изложение неграмотно, возможны существенные ошибки. Отсутствует интерес, стремление к добросовестному и качественному выполнению учебных заданий.

## **3. Примерные вопросы для самостоятельного изучения**

1. Асинхронные машины специального назначения.
2. Специальные синхронные машины.
3. Устройство проводок для прогрева кабеля.

## **4. Примерные формы отчетности результатов самостоятельной работы**

- доклады,
- конспект.

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ**

### **1. Описание**

В ходе лабораторного занятия обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины, учатся самостоятельно работать с лабораторным оборудованием, проводить эксперименты, анализировать полученные результаты, и делать выводы, подтверждать теоретические положения лабораторным экспериментом.

Содержание, этапы проведения лабораторного занятия представлены в обязательном приложении: **Методические указания по проведению**

## лабораторных занятий по междисциплинарному курсу МДК.01.01 Электроснабжение электротехнического оборудования

При оценивании лабораторного занятия учитываются следующие критерии:

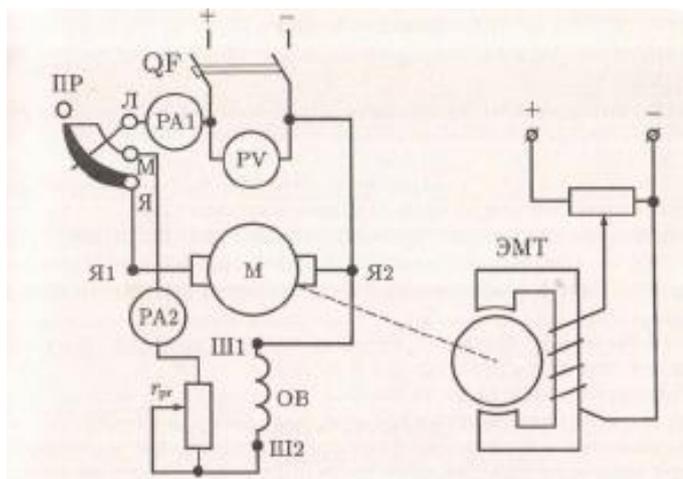
- качество выполнения работы;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

На проведение лабораторного занятия отводится 90 минут.

### Лабораторное занятие № 1

Тема: Испытание двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Цель: Получить практический опыт в испытании двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, снятии рабочих характеристик.



#### Порядок выполнения занятия:

1. Дать классификацию двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением, используемых на железнодорожном транспорте
2. Практическое изучение двигателя постоянного тока получение расчётной характеристики холостого хода
3. Замеры-проверки состояния:
  - нажатие на щетки
  - притирание щеток;
4. Проверить работу

#### Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции;

2. Описать работу двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.

3. Описать рабочие характеристики двигателя.

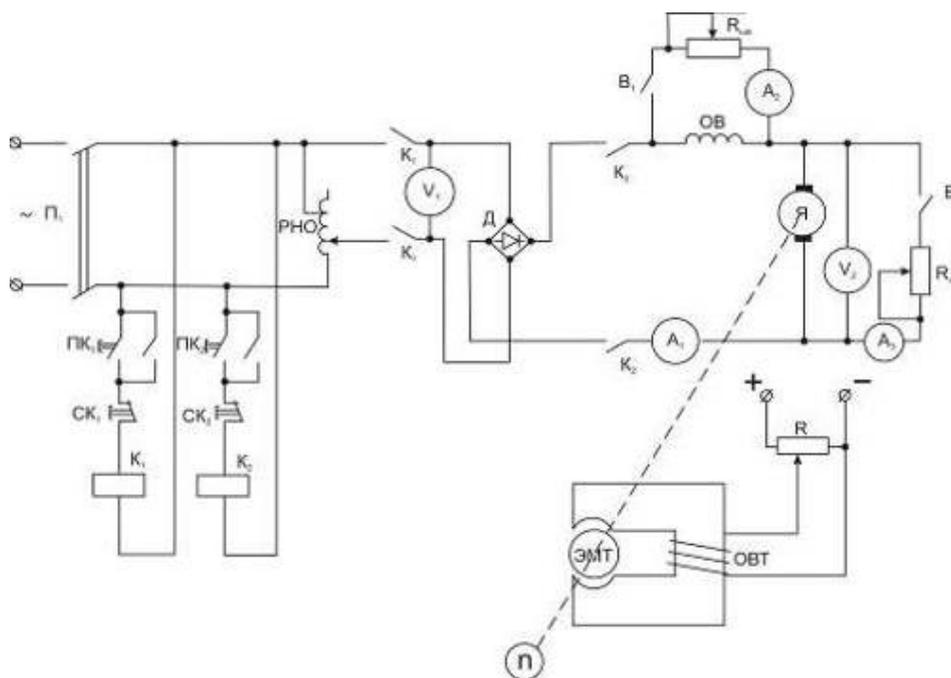
4. Сделать вывод о проделанной работе

Вывод: получили практический опыт в испытании двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, снятии рабочих характеристик

## Лабораторное занятие № 2

Тема: Испытание двигателя постоянного тока последовательного возбуждения

Цель: Получить практический опыт в испытании двигателя постоянного тока последовательного возбуждения, снятии рабочих характеристик



### Порядок выполнения занятия:

1. Дать классификацию двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, используемых на железнодорожном транспорте

2. Практическое изучение двигателя постоянного тока получение расчётной характеристики холостого хода

3. Замеры-проверки состояния:

-нажатие на щетки

-притирание щеток

#### 4. Проверить работу

### Содержание отчета:

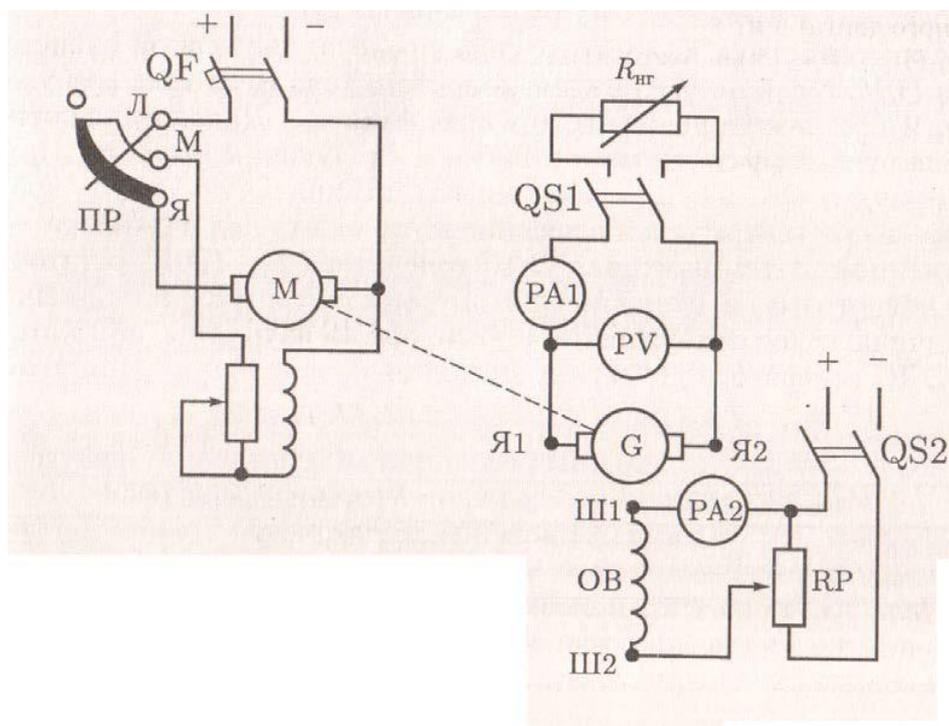
1. Краткое описание конструкции
2. Описать работу двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением
3. Описать рабочие характеристики двигателя
4. Сделать вывод о проделанной работе

Вывод: получили практический опыт в испытании двигателя постоянного тока последовательного возбуждения, снятии рабочих характеристик

### Лабораторное занятие № 3

Тема: Испытание генератора постоянного тока параллельного возбуждения

Цель: получить практический опыт в испытании генератора постоянного тока параллельного возбуждения, снятии рабочих характеристик



### Порядок выполнения занятия:

1. Дать классификацию генераторов постоянного тока независимого возбуждения используемых на железнодорожном транспорте

2. Практическое изучение генератора постоянного тока получение расчётной характеристики холостого хода
3. Замеры-проверки состояния:
  - нажатие на щетки
  - притирание щеток;
4. Проверить работу изучение генератора постоянного тока

### Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции щеточно-коллекторного узла;
2. Описать устройство и принцип действия изучение генератора постоянного тока
3. Описать график распределения магнитной индукции в воздушном зазоре.
4. Описать электромагнитную систему изучение генератора постоянного тока.
5. Сделать вывод о проделанной работе.

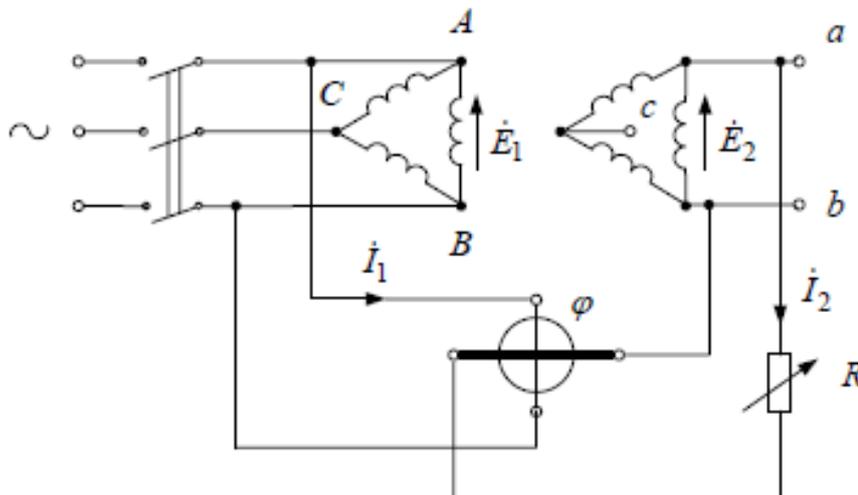
Вывод: получили практический опыт в испытании генератора постоянного тока параллельного возбуждения, снятии рабочих характеристик

### Лабораторное занятие № 4

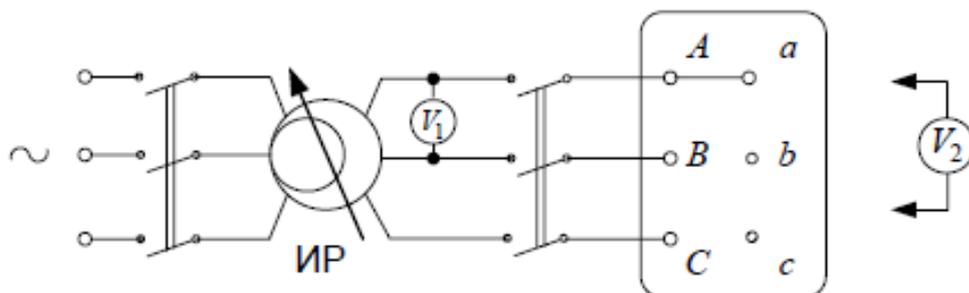
Тема: Определение группы соединения трёхфазного трансформатора  
 Цель: Получить практический опыт в определении группы соединения трехфазного трансформатора

#### Порядок выполнения занятия:

1. Метод фазометра



## 2. Метод двух вольтметров



Группа соединений	Угловое смещение линейных э.д.с.	Возможное соединение обмоток	$U_{bB}$	$U_{bC}$	$U_{cB}$
0	$0^\circ$	Y $Y$ , $\Delta\Delta$	$U_2(k_2 - 1)$	$U_2\sqrt{1 - k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 - k_2 + k_2^2}$
1	$30^\circ$	Y $\Delta$ , $\Delta Y$	$U_2\sqrt{1 - \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 - \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + k_2^2}$
2	$60^\circ$	Y $Y$ , $\Delta\Delta$	$U_2\sqrt{1 - k_2 + k_2^2}$	$U_2(k_2 - 1)$	$U_2\sqrt{1 + k_2 + k_2^2}$
3	$90^\circ$	Y $\Delta$ , $\Delta Y$	$U_2\sqrt{1 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 - \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$
4	$120^\circ$	Y $Y$ , $\Delta\Delta$	$U_2\sqrt{1 + k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 - k_2 + k_2^2}$	$U_2(k_2 + 1)$
5	$150^\circ$	Y $\Delta$ , $\Delta Y$	$U_2\sqrt{1 + \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$
6	$180^\circ$	Y $Y$ , $\Delta\Delta$	$U_2(k_2 + 1)$	$U_2\sqrt{1 + k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + k_2 + k_2^2}$
7	$210^\circ$	Y $\Delta$ , $\Delta Y$	$U_2\sqrt{1 + \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + k_2^2}$
8	$240^\circ$	Y $Y$ , $\Delta\Delta$	$U_2\sqrt{1 + k_2 + k_2^2}$	$U_2(k_2 + 1)$	$U_2\sqrt{1 - k_2 + k_2^2}$
9	$270^\circ$	Y $\Delta$ , $\Delta Y$	$U_2\sqrt{1 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 - \sqrt{3}k_2 - k_2^2}$
10	$300^\circ$	Y $Y$ , $\Delta\Delta$	$U_2\sqrt{1 - k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + k_2 + k_2^2}$	$U_2(k_2 - 1)$
11	$330^\circ$	Y $\Delta$ , $\Delta Y$	$U_2\sqrt{1 - \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 + k_2^2}$	$U_2\sqrt{1 - \sqrt{3}k_2 + k_2^2}$

Группа соединений	$U_{bB}$ (I), $U_{bC}$ (II), $U_{cB}$ (III)	Коэффициент трансформации линейных напряжений $k_L$									
		1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9-10
		Расчетные значения напряжений $U_{bB}$ , $U_{bC}$ , $U_{cB}$									
1	I	52	54	62	73	79	83	86	88	90	91
	II	52	54	62	73	79	83	86	88	90	91
	III	141	120	112	105	103	102	101	101	101	100,5
2	I	100	88	87	88	90	92	93	94	95	95
	II	0	33	50	67	75	80	83	86	88,5	90
	III	173	145	132	120	115	111	109	108	107	106
3	I	141	120	112	105	103	102	101	101	101	100,5
	II	52	54	62	73	79	83	86	88	90	91
	III	193	161	146	130	122	118	115	113	111	109,5
4	I	173	145	132	120	115	111	109	108	107	106
	II	100	88	87	88	90	92	93	94	95	95
	III	200	167	150	133	125	120	117	114	113	110,5
5	I	193	161	146	130	122	118	115	113	111	109,5
	II	141	120	112	105	103	102	101	101	101	100,5
	III	193	161	146	130	122	118	115	113	111	109,5
6	I	200	167	150	133	125	120	117	114	112,5	110,5
	II	173	145	132	120	115	111	109	108	5	106
	III	173	145	132	120	115	111	109	108	107	106
7	I	193	161	146	130	122	118	115	113	111	109,5
	II	193	161	146	130	122	118	115	113	111	109,5
	III	141	120	112	105	103	102	101	101	101	109,5
8	I	173	145	132	120	115	111	109	108	107	106
	II	200	167	150	133	125	120	117	114	113	110,5
	III	100	88	87	88	90	92	93	94	95	95
9	I	141	120	112	105	103	102	101	101	101	100,5
	II	193	161	149	130	122	118	115	113	111	109,5
	III	52	54	62	73	79	83	87	88	90	91
10	I	100	88	87	88	90	92	93	94	95	95
	II	173	145	132	120	115	111	109	108	107	106
	III	0	33	50	67	75	80	83	86	88	90
11	I	52	54	62	73	79	83	86	88	90	91
	II	141	120	112	105	103	102	101	101	101	100,5
	III	52	54	62	73	79	83	86	88	90	91
12	I	0	33	50	67	75	80	83	86	88	90
	II	100	88	87	88	90	92	93	94	95	95
	III	100	88	87	88	90	92	93	94	95	95

### 3. Метод постоянного тока

Вывод: получили практический опыт в определении группы соединения трехфазного трансформатора

### Лабораторное занятие № 5

Тема: Испытание трёхфазного трансформатора методом холостого хода и короткого замыкания

Цель: Получить практический опыт в испытании трехфазного трансформатора методом холостого хода и короткого замыкания

### Порядок выполнения занятия:

1. Ознакомиться с устройством исследуемого трехфазного трансформатора и записать его паспортные данные в табл.1.

Таблица 1

Фабричн. номер	Тип	Номинал. мощность, кВА	При соединении 			
			U <sub>1H</sub> , В	U <sub>2H</sub> , В	I <sub>1H</sub> , А	I <sub>2H</sub> , А
18625	ТС-2,5/0,5	2,5	380	230	3,8	6,3

При соединении в звезду номинальные значения тока в первичной и вторичной обмотках трансформатора определяются по формулам:

$$I_{1H} = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_{1H}}, \quad I_{2H} = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_{2H}}$$

где  $S_H$  – номинальная мощность трансформатора;

$U_{1H}, U_{2H}$  – номинальные значения линейных напряжений первичной и вторичной цепи.

2. Записываем паспортные данные электроизмерительных приборов в табл.2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование прибора	Заводской номер	Тип	Система измерения	Класс точности	Предел измерений	Цена деления
1	Вольтметр		Э30	ЭМ	1.5	500В	20В
2	Вольтметр		Э34	ЭМ	1.0	300В	10В
3	Вольтметр		Э30	ЭМ	1.5	30В	1В
4	Амперметр		Э30	ЭМ	1.5	5А	0.2А
5	Амперметр		Э30	ЭМ	1.5	5А	0.2А
6	Амперметр		Э30	ЭМ	1.5	5А	0.2А
7	Ваттметр		Д539	ЭД	0.5	3000Вт	20Вт
8	Ваттметр		Д539	ЭД	0.5	3000Вт	20Вт

3. Для испытания трансформатора собирается электрическая цепь по схеме, приведенной на рис. 1.

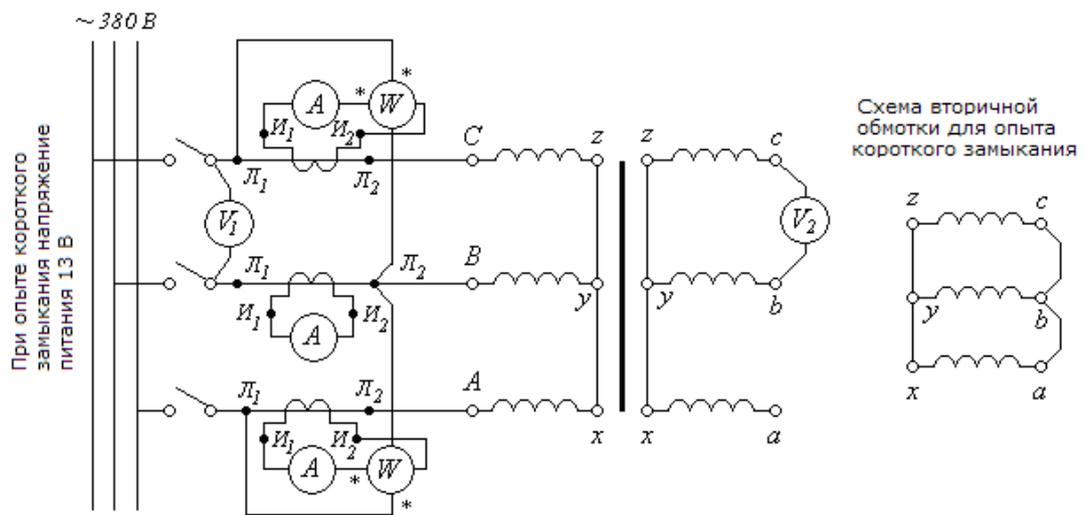


рис. 1

4.Проводим опыт холостого хода. Показания приборов записываем в табл.3.

Таблица 3

U1, В	U2, В	IA, А	IB, А	IC, А	W1, дел.	W2, дел.	CW, Вт/дел.	KI	K
375	230	2,21	1,7	2,3	32	-21	20	0,2	1,63

По данным табл.2 рассчитываем коэффициент трансформации:

$$K = \frac{U_1}{U_2} =$$

мощность холостого хода:

$$P_0 = (W_1 + W_2) \cdot C_w \cdot K_1 =$$

ток холостого хода:

$$I_{10} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} \cdot K_1 =$$

коэффициент мощности в режиме холостого хода:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_{10}} =$$

5.Проводим опыт короткого замыкания. Включив трансформатор на пониженное напряжение  $U_{1К}$ , записываем показания приборов в табл.4.

Таблица 4

IA, A	IB, A	IC, A	UIK, В	W1, дел.	W2, дел.	CW, Вт/дел.	KI
2,3	2,2	2,35	10,8	10	4	2,5	1

На основании опытных данных определяются ток и мощность короткого замыкания:

$$I_{1K} = \frac{(I_A + I_B + I_C)_1}{3} \cdot K_I =$$

$$P_K = (W_1 + W_2) \cdot C_W \cdot K_I =$$

коэффициент при коротком замыкании:

$$\cos \varphi_K = \frac{P_K}{\sqrt{3} \cdot U_{1K} \cdot I_{1K}} =$$

Если опыт проводится при  $I_{1K} \neq I_{1H}$ , то мощность короткого замыкания пересчитывается на номинальный ток:

$$P_{KH} = P_K \cdot \left( \frac{I_{1H}}{I_{1K}} \right)^2 =$$

6. Зависимость к.п.д. трансформатора от нагрузки определяется расчетным путем. При этом величину нагрузки трансформатора удобно характеризовать коэффициентом загрузки:

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2H}} \approx \frac{I_1}{I_{1H}}$$

При значениях коэффициента загрузки трансформатора, равных 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 рассчитываются:

полезная мощность

$$P_2 = \beta \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2$$

потери в обмотках

$$P_M = \beta^2 \cdot P_{KH}$$

потребляемая мощность

$$P_1 = P_2 + P_M + P_C$$

коэффициент полезного действия трансформатора

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Расчеты выполняются при  $\cos \varphi_2 = const$ . Результаты расчета записываем в табл.5

Таблица 5

$\beta$	$P_2$ , Вт	$P_M$ , Вт	$P_1$ , Вт	$\eta$	Исходные данные
					$P_0 = 44\text{Вт}$ $P_{KH} = 97,2\text{Вт}$ $\cos \varphi_2 = 0,8$
$\beta_{\text{опт}} =$					

Определяем оптимальный коэффициент загрузки, при котором к.п.д. будет максимальным. Это имеет место при равенстве потерь в обмотках и стали трансформатора. То есть при

$$P_0 = \beta_{\text{опт}}^2 \cdot P_{KH}$$

$$\beta_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{P_0}{P_{KH}}}$$

откуда

Полученное значение  $\beta_{\text{опт}}$  заносится в табл.5, и по нему определяем  $\eta_{\text{MAX}}$ .

Вывод: получили практический опыт в испытании трехфазного трансформатора методом холостого хода и короткого замыкания

### Лабораторное занятие № 6

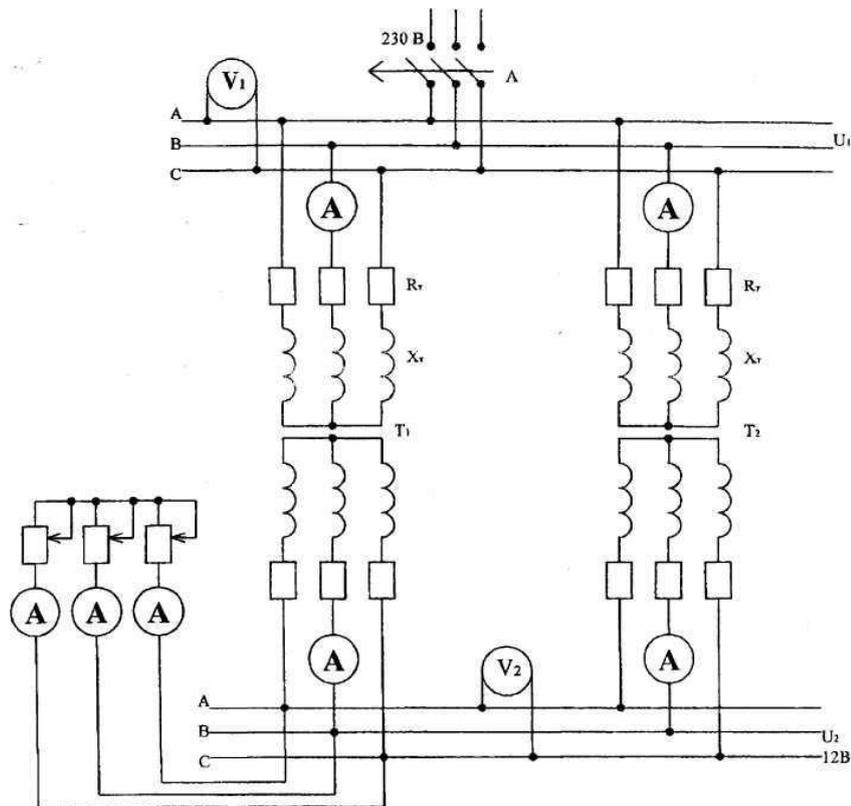
Тема: Исследование параллельной работы трансформаторов

Цель: получить практический опыт в изучении параллельной работы трансформатора

#### Порядок выполнения занятия:

Знакомство со схемой стенда:

## Схема включения трансформаторов на параллельную работу



Определяем коэффициенты трансформации трансформаторов. Для определения коэффициента трансформации определяем первичное и вторичное напряжение трансформаторов в режиме холостого хода.

**ОПЫТ 1.** Параллельная работа двух трансформаторов имеющих  $K_1=K_2$  и  $U_{кз2} = U_{кз1}$ . С помощью автомата А-1 включаем трансформаторы на параллельную работу. Изменяя положение реостата R, записываем показания приборов в таблицу.

**ОПЫТ 2.** Параллельная работа двух трансформаторов имеющих  $K_1 > K_2$  и  $U_{кз2} = U_{кз1}$ . Опыт проводится аналогично опыту 1, и показания приборов записываются по форме опыта 1.

**ОПЫТ 3.** Параллельная работа двух трансформаторов имеющих  $K_1=K_2$  и  $U_{кз2} < U_{кз1}$ . Опыт проводится аналогично опыту 1, и показания приборов записываются по форме опыта 1.

**Сводная таблица результатов:**

№п/п	Ток нагрузки, А	Т-1		Т-2		U1, В	U2, В
		I1, А	I2, А	I1, А	I2, А		
1	3	0,105	1,8	0,112	1,8	220	12
2	3	0,180	2,8	1,010	0,2	220	13
3	3	0,110	1,6	0,120	2,2	220	12

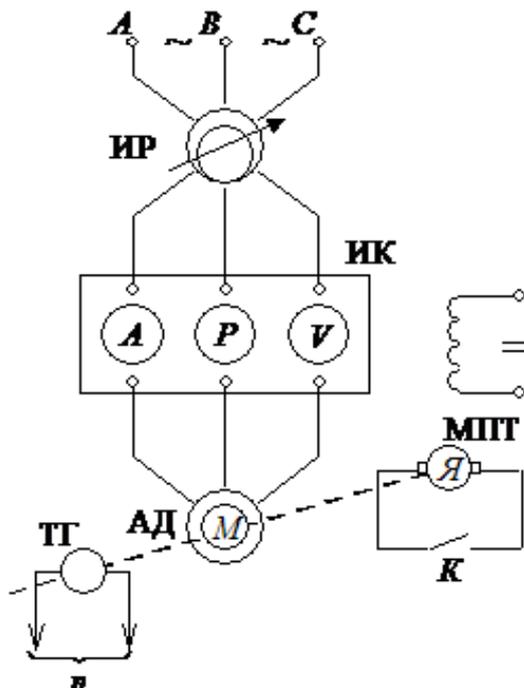
Вывод: получили практический опыт в изучении параллельной работы трансформатора

**Лабораторное занятие № 7**

Тема: Испытания асинхронного двигателя с фазным ротором методом холостого хода и короткого замыкания

Цель: получить практический опыт в испытании асинхронного двигателя с фазным ротором методом холостого хода и короткого замыкания

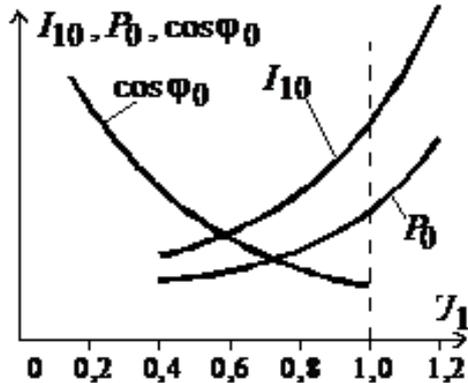
Схема включения трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором



## Порядок выполнения занятия:

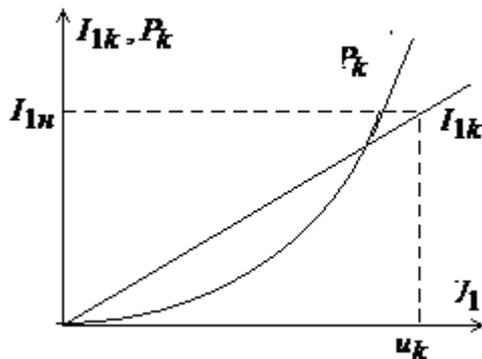
### 1. Опыт холостого хода

Схема включает кроме испытуемого двигателя (АД) индукционный регулятор (ИР) для регулирования напряжения статора АД, измерительный комплект (ИК) для регистрации тока, активной мощности и напряжения статора, тахогенератор (ТГ) для измерения частоты вращения  $n$  и машину постоянного тока (МПТ) для затормаживания ротора.



Опыт холостого хода проводится без нагрузки на валу (ключ  $K$  разомкнут) для нескольких значений напряжения  $U_1$  в диапазоне  $(1,2 \div 0,4)U_n$ . Измеряются фазные токи  $I_{10}$  и активная мощность  $P_0$ , подводимая к обмотке статора. По данным опыта строят зависимости  $I_{10}, P_0, \cos\varphi_0 = f(U_1)$

### 2. Опыт короткого замыкания



В опыте короткого замыкания ротор асинхронного двигателя должен быть заторможен ( $s = 1$ ). Это достигается с помощью машины постоянного тока (рис. 7.4). Ключ  $K$  замыкается, а в обмотку возбуждения подается постоянный ток. Опыт проводится при различных значениях подводимого напряжения  $U_1$ , так чтобы ток статора  $I_{1к}$  находился в пределах  $(0,25 \div 1,25)I_{1н}$ .

По данным опыта короткого замыкания строят зависимости  $I_{1к}, P_k = f(U_1)$ .

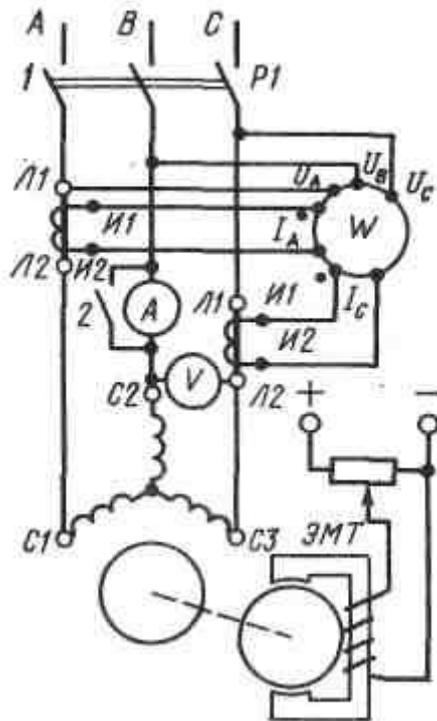
Вывод: получили практический опыт в испытании асинхронного двигателя с фазным ротором методом холостого хода и короткого замыкания

## Лабораторное занятие № 8

Тема: Испытания асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором методом непосредственной нагрузки

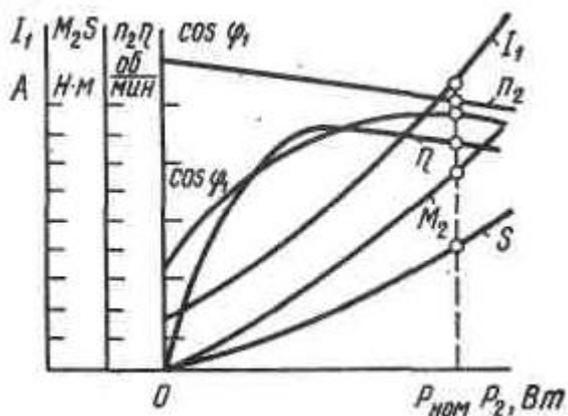
Цель: получить практический опыт в испытании асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором методом непосредственной нагрузки, снятие рабочих характеристик

Схема включения трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором для исследования методом непосредственной нагрузки



### Порядок выполнения занятия:

1. Изучить схему включения трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
2. Снять рабочие характеристики трехфазного асинхронного двигателя



Вывод: получили практический опыт в испытании асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором методом непосредственной нагрузки, снятие рабочих характеристик

### Лабораторное занятие № 9,10

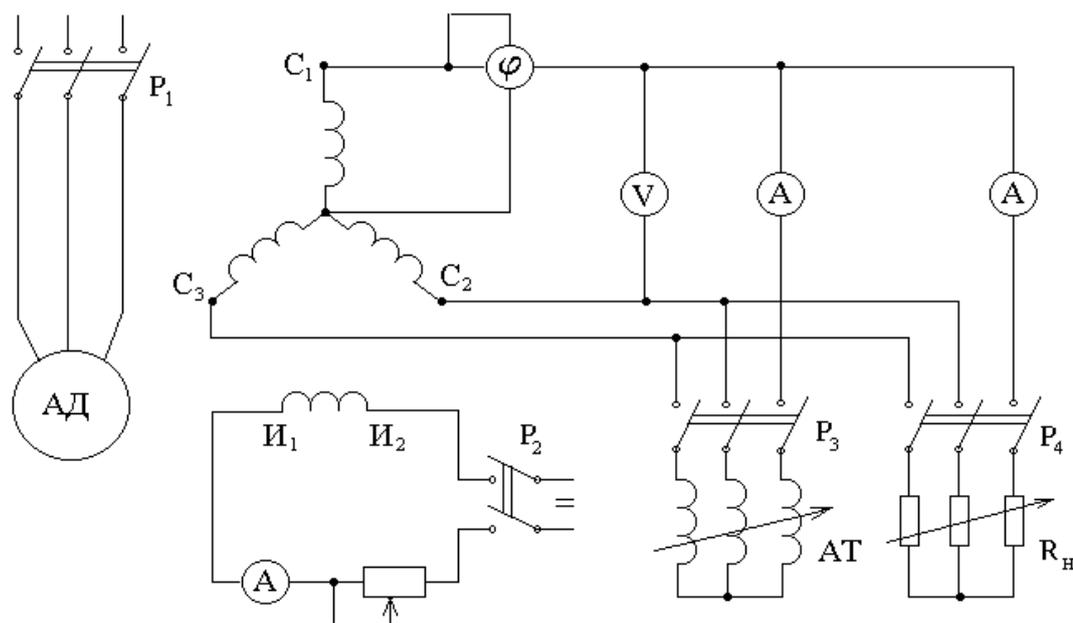
Тема: Испытание трёхфазного синхронного генератора

Цель: получить практический опыт в испытании трёхфазного синхронного генератора

#### Порядок выполнения занятия:

1. Записать паспортные данные.
2. Снять и построить характеристику холостого хода  
 $U_1 = f(I_B)$ , при  $I_1 = 0$ ,  $n = \text{const}$ .
3. Снять и построить внешние характеристики на понижение напряжения  
 $U_1 = f(I_1)$ , при  $n = \text{const}$ ,  $I_B = \text{const}$ 
  - а) при активной нагрузке ( $\cos \varphi = \text{const}$ ) = 1
  - б) при активно-индуктивной нагрузке ( $\cos \varphi = \text{const}$ ) = 0.8
4. Снять и построить регулировочную характеристику  
 $I_B = f(I_1)$ , при  $n = \text{const}$ ,  $U_1 = U_H = \text{const}$ ,  $\cos \varphi = \text{const} = 1$

## Схема испытания синхронного генератора



Вывод: получили практический опыт в испытании трехфазного синхронного генератора

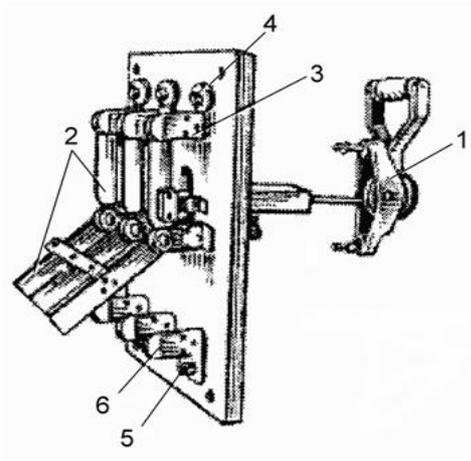
## Лабораторное занятие № 11

Тема: Изучение конструкции, схемы подключения, параметров рубильников, переключателей, контакторов и магнитных пускателей напряжением до 1000 В

Цель: получить практический опыт в изучении конструкции, схемы подключения, параметров рубильников, переключателей, контакторов и магнитных пускателей напряжением до 1000 В

### Порядок выполнения занятия:

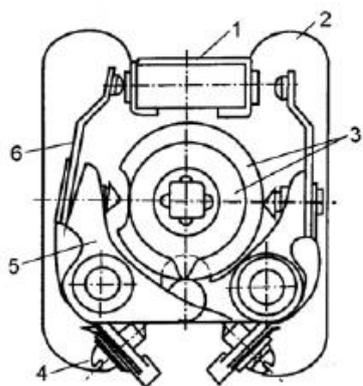
#### 1. Изучение конструкции рубильника



- 1 – рычаг;
- 2 – подвижный контактный нож;
- 3, 6 – контактные стойки;
- 4, 5 – контактные выводы

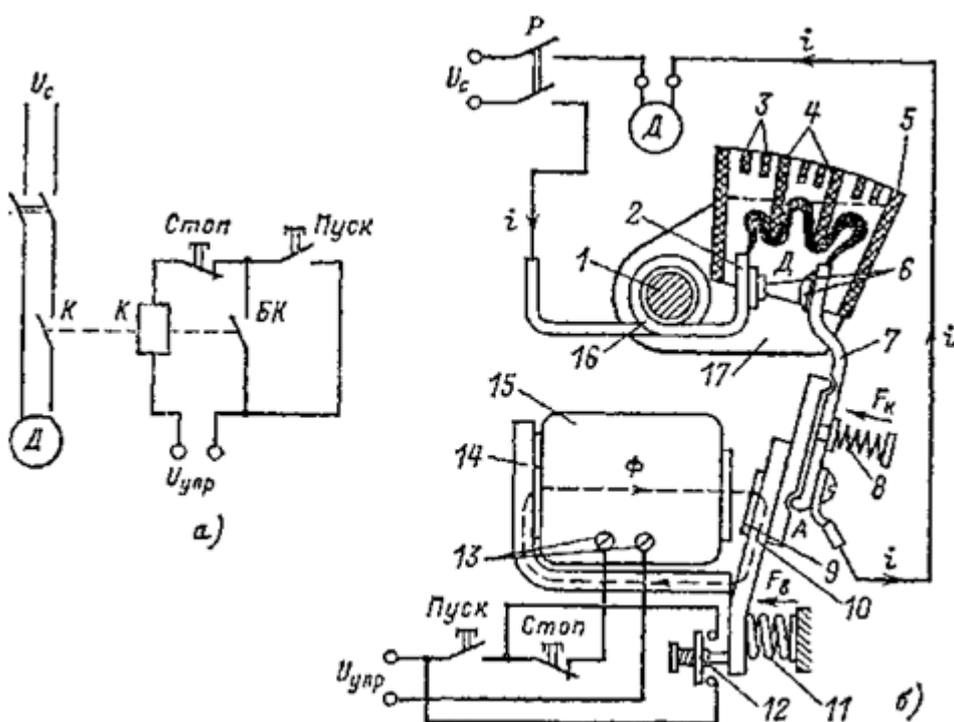
#### 2. Изучение конструкции

переключателя



- 1 – контактная скоба;
- 2 – пластмассовая перегородка;
- 3 – кулачковые шайбы;
- 4 – зажим;
- 5 – скоба;
- 6 – палец

### 3. Изучение конструкции и схемы подключения контактора

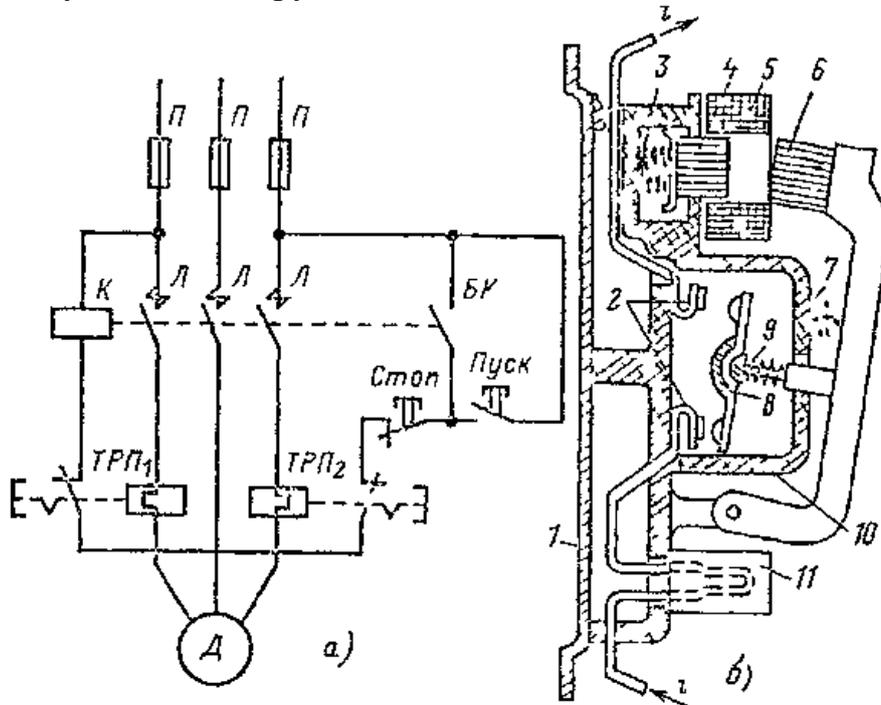


- а) электрическая схема однополюсного контактора;
- б) условная конструктивная схема

- 1 – стальной сердечник;
- 2 – неподвижный контакт;
- 3 – пламегасительная решетка;
- 4 – изоляционные перегородки;
- 5 – дугогасительная камера;
- 6 – контактные накладки из серебра;
- 7 – подвижный контакт;
- 8 – пружина;
- 9 – немагнитная прокладка из латуни;
- 10 – якорь;

- 11 – возвратная пружина;
- 12 – вспомогательные контакты;
- 13 – зажимы катушки;
- 14 – сердечник;
- 15 – катушка

4. Изучение конструкции и схемы подключения магнитного пускателя



- а) электрическая схема;
- б) конструктивная схема

- 1 – металлическое основание;
- 2 – неподвижные контакты;
- 3 – амортизирующая пружина;
- 4 – сердечник;
- 5 – катушка;
- 6 – якорь электромагнита;
- 7 – возвратная пружина;
- 8 – подвижный контактный мостик;
- 9 – пружина, обеспечивающая нажатие в контактах;
- 10 – закрытая камера;
- 11 – тепловое реле

Вывод: получили практический опыт в изучении конструкции, схемы подключения, параметров рубильников, переключателей, контакторов и магнитных пускателей напряжением до 1000 В.

## Лабораторное занятие № 12

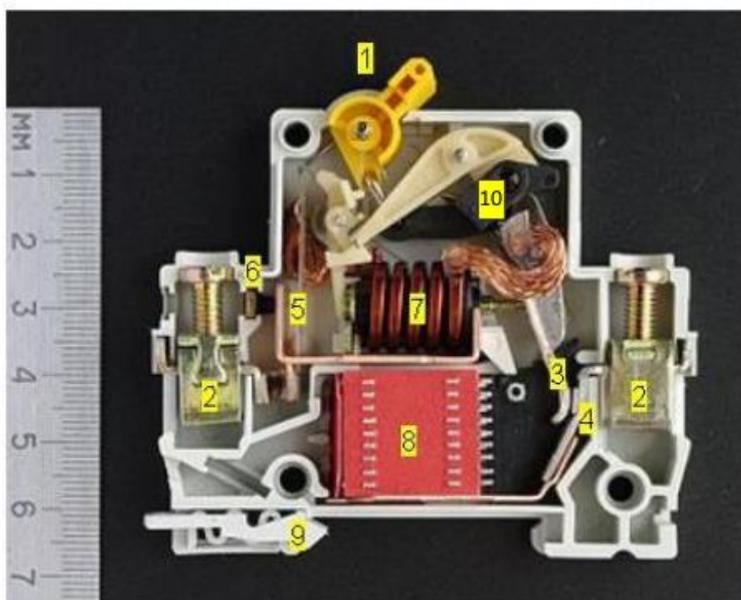
Тема: Изучение конструкции, параметров автоматических выключателей и предохранителей

Цель: получить практический опыт в изучении конструкции, параметров автоматических выключателей и предохранителей

### Порядок выполнения занятия:

1. Изучение конструкции и параметров автоматических выключателей

Устройство автоматического выключателя ВА47



1 — рычаг управления ручным приводом автомата, позволяет включать и выключать автоматический выключатель вручную;

2 — клеммы для подключения автомата к защищаемой цепи;

3 — подвижный основной контакт;

4 — неподвижный основной контакт;

5 — биметаллическая пластина теплового расцепителя;

6 — регулировочный винт теплового расцепителя;

7 — катушка электромагнитного расцепителя;

8 — дугогасительная решетка;

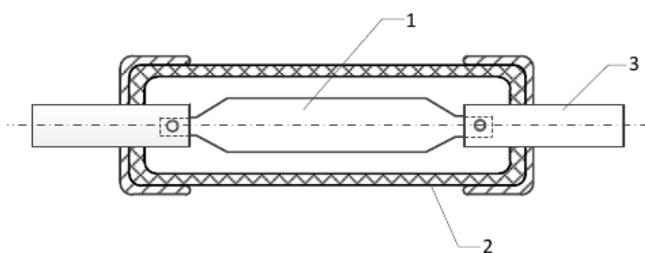
9 — крепление для установки автомата на DIN-рейку;

10 — привод главных контактов (механизм свободного расцепления).

## Основные характеристики автоматического выключателя ВА47-29

Число полюсов	1
Номинальное рабочее напряжение переменного тока $U_n$ , В	230–400
Номинальная частота, Гц	50
Номинальный ток, $I_n$ , А	0,5
Номинальная отключающая способность, $I_{nc}$ , А	4500
Характеристика срабатывания от сверхтоков	тип В
Диапазон рабочих температур	$-40^{\circ}\text{C}$ – $+50^{\circ}\text{C}$
Срок службы, лет	$\geq 15$

### 2. Изучение конструкции и параметров предохранителей



- 1 – плавкая вставка;
- 2- корпус (из электроизоляционного материала);
- 3 – клеммы для подключения к защищаемой цепи

### Параметры и характеристики предохранителей:

1. Номинальный ток предохранителя ( $I_{ном}$ );
2. Номинальный ток вставки ( $I_{в.ном}$ );
3. Условный ток неплавления ( $I_{нпл}$ );
4. Условный ток плавления ( $I_{пл}$ );
5. Номинальное напряжение предохранителя ( $U_{ном}$ );
6. Время плавления плавкого элемента предохранителя ( $t_{пл}$ ).

Вывод: получили практический опыт в изучении конструкции, параметров автоматических выключателей и предохранителей

### Лабораторное занятие № 13

Тема: Изучение конструкции и параметров разъединителей для внутренней и наружной установки

Цель: получить практический опыт в изучении конструкции и параметров разъединителей для внутренней и наружной установки

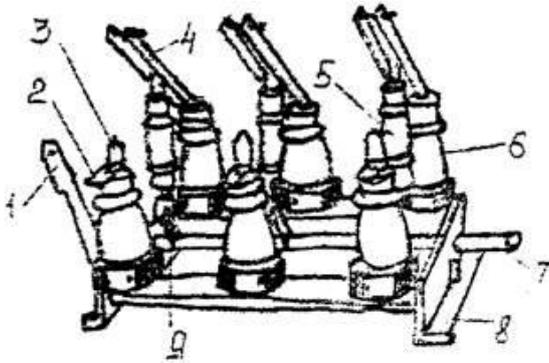
### Порядок выполнения занятия:

1. Изучить теоретический материал
2. Выполнить задания, предложенные преподавателем

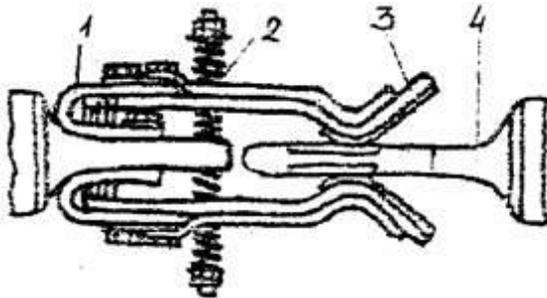
3. Написать вывод по работе
4. Подготовиться к защите работы

### Содержание отчета:

1. Записать определение разъединителя
2. Определить тип разъединителя и подписать его элементы



3. Записать типы и особенности работы приводов разъединителей
4. Определить тип разъединителя, подписать его элементы и описать устройство и принцип работы



5. Записать основное назначение разъединителей
6. Заполнить таблицу

Тип разъединителя	Особенности устройства конструкции и работы	Достоинства и недостатки (если есть)

7. Перечислите, что можно отключать и включать разъединителем
8. Расшифровать марку и параметры разъединителей

РВ(О) 6(10)-400 –  
 РВФЗ-6(10)-400 –  
 РВ 6(10)-400 –  
 РВЗ-6(10)/400 –

9. Изобразить и описать однолинейную схему установки разъединителей в случае если возникла необходимость проведения технических работ

10. Изобразить условное обозначение разъединителя в электрических схемах

Вывод: получили практический опыт в изучении конструкции и параметров разъединителей для внутренней и наружной установки

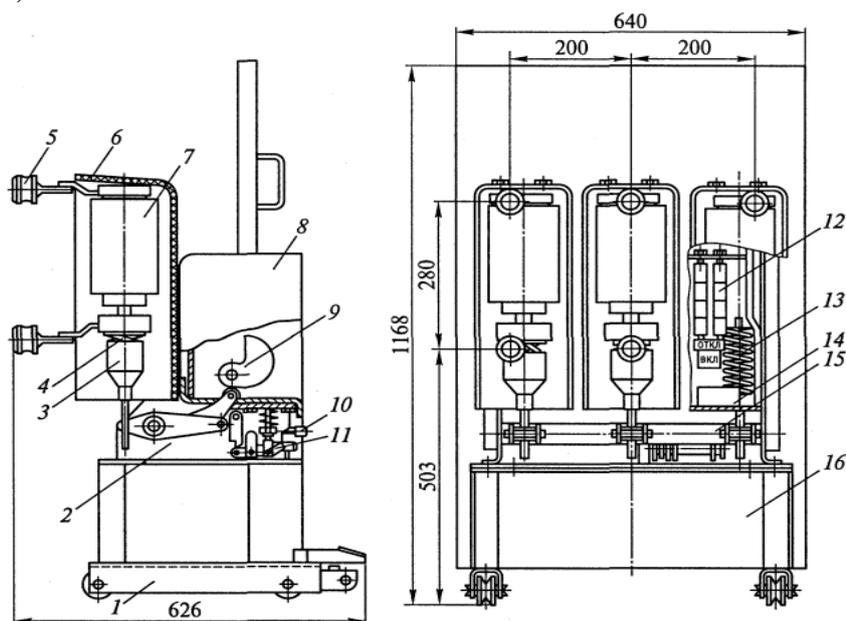
### Лабораторное занятие № 14

Тема: Изучение конструкции и параметров вакуумных выключателей

Цель: получить практический опыт в изучении конструкции и параметров вакуумных выключателей

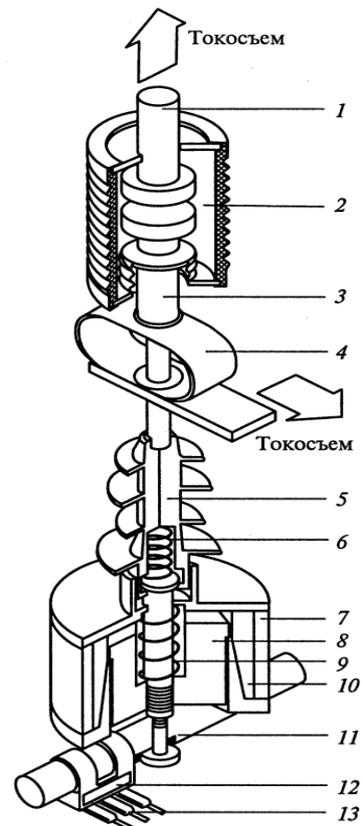
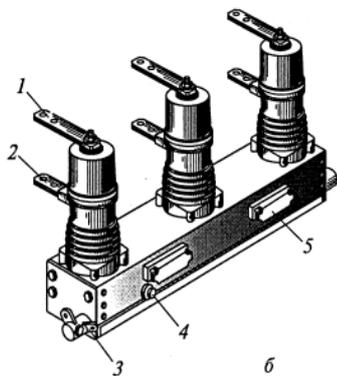
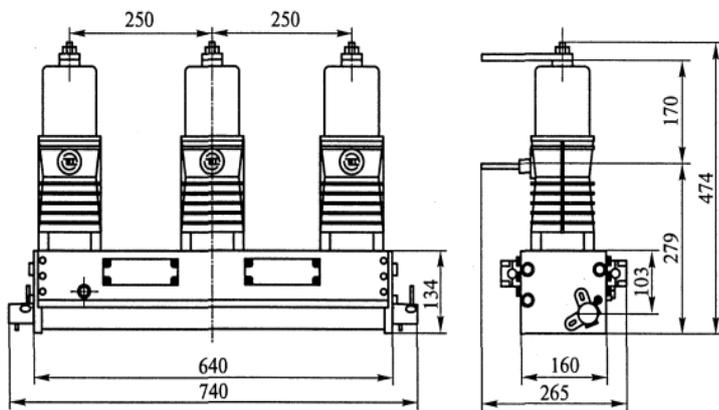
#### Порядок выполнения занятия:

1. Изучение конструкции и параметров вакуумного выключателя ВВП-С-10-31,5/1600



- 1 — выкатная тележка;
- 2 — рама;
- 3 — изоляционные тяги;
- 4 — узел поджатия;
- 5 — токовыводы;
- 6 — изоляционный каркас;
- 7 — вакуумная дугогасительная камера (КДВ);
- 8 — пружинно-моторный привод;
- 9 — кулачковый вал привода;
- 10 — кнопка отключения;
- 11 — блок защелок;
- 12 — блок сигнализации;
- 13 — отключающая пружина;
- 14 — буфер;
- 15 — вал выключателя;
- 16 — индукционно-динамическое устройство управления (ИДУУ)

## 2. Изучение конструкции и параметров вакуумного выключателя ВВ-TEL-10-1000



Общий вид выключателя ВВ-TEL-10-1000:

- 1,2 — подключение главных цепей;
- 3 — кнопка ручного отключения;
- 4 — заземление;
- 5 — подключение вторичных цепей.

Разрез полюса выключателя ВВ-ТЕЛ-10-1000:

- 1 — неподвижный контакт ВДК;
- 2 — вакуумная камера (ВДК);
- 3 — подвижный контакт ВДК;
- 4 — гибкий токосъем;
- 5 — тяговый изолятор;
- 6 — пружина поджатая;
- 7 — кольцевой магнит;
- 8 — якорь;
- 9 — отключающая пружина;
- 10 — катушка;
- 11 — вал;
- 12 — постоянный магнит;
- 13 — герконы (контакты для внешних вспомогательных цепей)

### 3. Достоинства и недостатки вакуумных выключателей

Вывод: получили практический опыт в изучении конструкции и параметров вакуумных выключателей

## 2. Критерии оценки лабораторного занятия

«5» «отлично» -самостоятельно и правильно решил учебно-профессиональную задачу или задание, уверенно, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя понятия, ссылаясь на нормативно-правовую базу.

«4» «хорошо» -самостоятельно и в основном правильно решил учебно-профессиональную задачу или задание, уверенно, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя понятия.

«3» «удовлетворительно» - в основном решил учебно-профессиональную задачу или задание, допустил несущественные ошибки, слабо аргументировал свое решение, используя в основном понятия.

«2» «неудовлетворительно» - не решил учебно-профессиональную задачу или задание.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

### 1. Описание

В ходе практического занятия обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины, учатся использовать формулы, применять различные методики расчета, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

Содержание, этапы проведения практического занятия представлены в обязательном приложении **Методические указания по проведению практических занятий по междисциплинарному курсу МДК.01.01 Электроснабжение электротехнического оборудования.**

При оценивании практического занятия учитываются следующие критерии:

- качество выполнения работы;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **Практическое занятие № 1**

Тема: Расчет и составление схемы обмотки якоря

Цель работы: Получить практические навыки в расчете и составлении схемы обмотки якоря

#### **Порядок выполнения занятия:**

1. Ознакомиться с решением типового задания к практической работе:

- число пазов  $Z = 20$

- число полюсов  $2p = 4$

Для простой петлевой двухслойной обмотки:

- результирующий шаг и шаг по коллектору

$Y = Y_k = 1$ ;

- число пазов равно числу секций равно числу коллекторных пластин

$Z = S = K = 20$

- первый частичный шаг (ширина секции)

$Y_1 = Z / 2p + b = 20 / 4 + 0 = 5$

Составляем обмоточную таблицу (таблица 1.1)

Начинаем выполнять обмотку с первой коллекторной пластины, затем укладываем её в первый паз (рис. 1). Для определения номера паза, в который нужно укладывать конец секции, к номеру паза, в котором лежит начало секции, прибавляем  $Y_1$ :  $1+5=6$ . Конец секции укладываем в 6 паз и присоединяем её ко второй коллекторной пластине, так как  $Y_k = 1$ , т.е.

между началом и концом секции по коллектору лежит одна изоляционная прослойка. Вторую секцию начинаем со второй коллекторной пластины. Для определения номера паза, в которой который нужно уложить начало второй секции, к номеру паза, в котором лежит начало первой секции, прибавляем  $Y$ :  $1+1=2$ . Начало второй секции находится в пазу 2.

В дальнейшем обмотка рассчитывается по тому же принципу (смотри обмоточную таблицу 1.1). Номера сторон секций, лежащих внизу паза, снабжены в обмоточной таблице штрихом.

2. Выполнить индивидуальное задание:

Для простой двухслойной петлевой обмотки якоря, имеющей число пазов якоря  $Z$ , число полюсов машины  $2p$  рассчитать шаги, составить обмоточную

таблицу и выполнить развернутую схему, расставить полюса и щетки, и определить их полярность. Направление вращения и режим работы машины принять произвольно. Исходные данные принять по варианту согласно таблице 1.2.

3. Ответить на контрольные вопросы

### Контрольные вопросы:

1. Что называют секцией обмотки?
2. Свойства простых обмоток?
3. Порядок выполнения петлевой обмотки?

Таблица 1.1

Обмоточная таблица простой петлевой обмотки якоря машины постоянного тока

Номер коллекторной пластины, к которой припаяно начало секции	Номера пазов, в которых лежит секция	Номер коллекторной пластины, к которой припаян конец секции
1	1 – 6`	2
2	2 – 7`	3
3	3 – 8`	4
4	4 – 9`	5
5	5 – 10`	6
6	6 – 11`	7
7	7 – 12`	8
8	8 – 13`	9
9	9 – 14`	10
10	10 – 15`	11
11	11 – 16`	12
12	12 – 17`	13
13	13 – 18`	14
14	14 – 19`	15
15	15 – 20`	16
16	16 – 1`	17
17	17 – 2`	18
18	18 – 3`	19
19	19 – 4`	20
20	20 – 5`	1

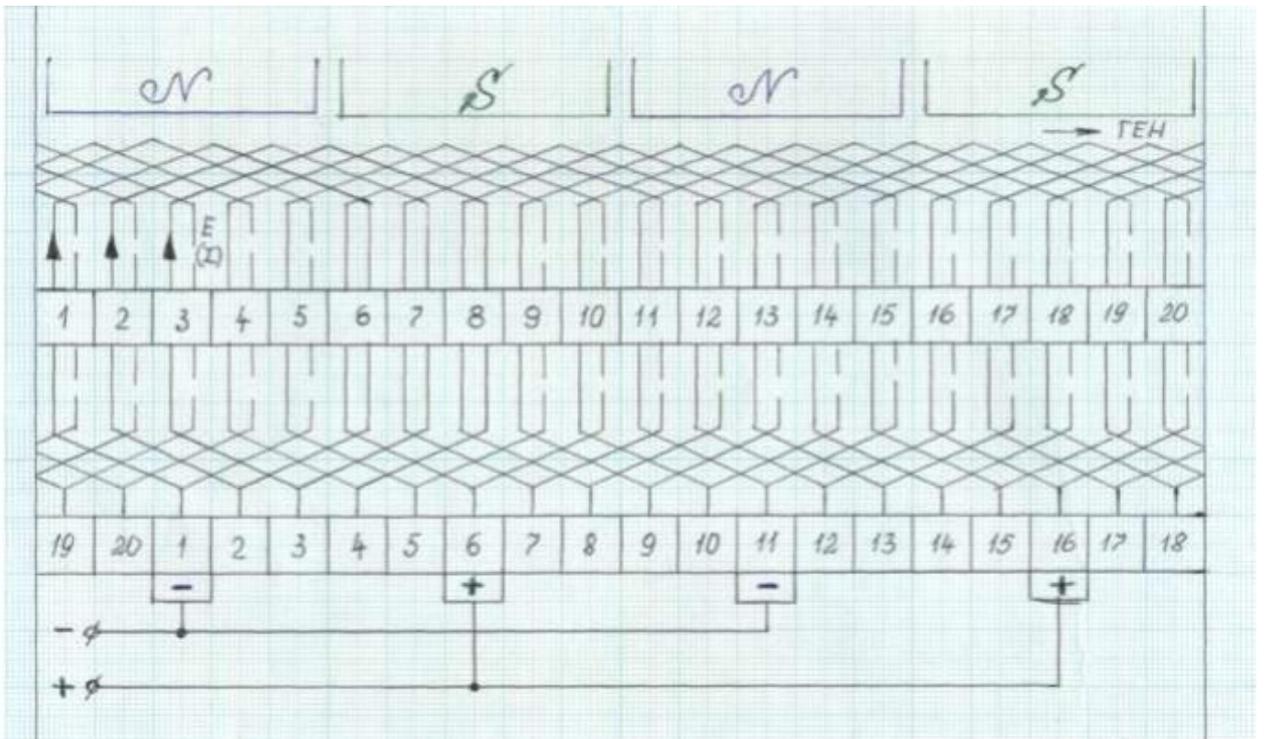


Рис 1. Развернутая схема простой петлевой обмотки якоря машины постоянного тока

### Содержание отчета:

1. Тема, цель работы и задание согласно выбранному варианту
2. Расчет шагов обмотки
3. Составить обмоточную таблицу и начертить развернутую схему

Начало таблицы 1.2

### Исходные данные к практическому занятию №1

Вариант	Число пазов	Число пар полюсов
1	20	2
2	32	2
3	24	4
4	30	3
5	28	3
6	24	3
7	20	1
8	29	2
9	26	3
10	29	2
11	20	2
12	32	2

13	24	4
14	30	3
15	28	3
16	24	3
17	20	1
18	29	2
19	26	3
20	29	2

Вывод: получили практические навыки в расчете и составлении схемы обмотки якоря

## Практическое занятие № 2

Тема: Определение параметров машины постоянного тока

Цель: Практическим путем научиться определять параметры машины постоянного тока

Исходные данные: (данные представлены в 30 вариантах, номер варианта выбирается по порядковому номеру в журнале)

Начало таблицы 1

Исходные данные для расчета параметров генератора постоянного тока с параллельным возбуждением

№ вар	$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$I_n$ , А	$I_b$ , А	$I_a$ , А	$R_b$ , Ом	$R_a$ , Ом	$E$ , В	$\eta_{ном}$	$\Sigma P$ , кВт
1	2,7	115	-	-	-	68,8	-	129	-	0,44
2	5	-	-	1,92	23,62	-	0,78	-	0,88	-
3	-	230	69,5	-	-	43	-	252,4	-	1,1
4	-	-	-	6,43	223,4	-	0,05	241,2	0,91	-
5	-	230	21,7	-	23,6	120	-	248,5	-	0,68
6	50	-	217	-	-	35,8	0,05	-	-	5
7	-	115	23,4	1,67	-	-	0,56	-	0,86	-
8	9	-	-	3,29	81,6	-	-	124	-	1,6
9	-	115	78,3	-	-	35	0,11	-	0,85	-
10	16	230	-	5,35	-	-	0,3	-	0,89	-

Продолжение таблицы 1

№ вар	$P_H$ , кВт	$U_H$ , В	$I_H$ , А	$I_A$ , А	$I_B$ , А	$R_A$ , Ом	$R_B$ , Ом	Е, В	$N$	$a$	$p$	$\Phi$ , Вб	$n_H$ , об/мин
11	-	-	-	40	-	0,25	46	125	96	-	2	0,015	1350
12	16,5	115	-	-	8	0,1	-	-	124	1	1	-	1000
13	-	230	-	20	-	0,2	115	-	196	2	-	0,073	980
14	25,3	-	110	-	-	0,15	55	-	-	2	4	0,025	980
15	-	115	100	-	-	0,08	115	-	240	2	2	-	1500
16	2,63	-	-	25	2	-	-	120	480	1	1	0,02	-
17	10	-	-	-	-	-	50	-	60	2	4	0,042	1440
18	5	440	22	-	2	-	-	240	-	1	2	0,018	960
19	-	-	80	-	4	0,12	-	-	124	2	2	0,148	-
20	-	-	20	22	-	-	220	460	294	4	4	0,06	-

Начало таблицы 2

Расчетные формулы для определения основных параметров машин постоянного тока

Наименование величин	Формулы	Принятые обозначения
1	2	3
Мощность, кВт	$P = UI10^{-3}$	$I$ – ток машины, А; $U$ – внешнее напряжение, В;
Ток генератора и двигателя, А	$I_r = I_a - i_b$ $I_{дв} = I_a + i_b$	$I_a$ – ток якоря; $i_b$ – ток параллельной обмотки возбуждения, А;
Внешнее напряжение, В	$U_r = E - I_a \Sigma R_a$ $U_{дв} = E + I_a \Sigma R_a$	$\Sigma R_a$ – сумма сопротивлений якорной цепи, Ом; $E$ – ЭДС машины, В;
ЭДС, В	$E = \frac{N}{a} \cdot \frac{p}{60} n \Phi$ $E = C_e n \Phi$ $C_e = \frac{Np}{a60}$	$N$ – число проводников обмотки якоря; $a$ – число пар параллельных ветвей в обмотке якоря; $p$ – число пар полюсов; $n$ – скорость вращения, об/мин.
Сопротивление якорной цепи, Ом	$\Sigma R_a = R_{я} + R_c + R_{доб}$	$\Phi$ – магнитный поток пары полюсов, вебер; $R_{я}, R_c, R_{доб}$ – сопротивления обмотки якоря, последовательной обмотки возбуждения и добавочных полюсов, Ом

Продолжение таблицы 2

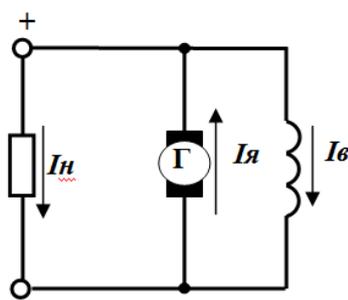
1	2	3
Ориентировочной значение сопротивления цепи якоря, Ом	$\Sigma R_a = \beta(1 - \eta_{\text{НОМ}}) \frac{U_{\text{НОМ}}}{I_{\text{НОМ}}}$	Значение коэффициента $\beta$ двигателей различного типа возбуждения: для независимого и параллельного возбуждения $\beta=0,5$ ; для смешанного $\beta=0,6$ ; для последовательного $\beta=0,75$ ;
КПД двигателя и генератора	$\eta_{\text{дв}} = \frac{P_2}{UI}$ $\eta_{\text{дв}} = 1 - \frac{\Sigma \Delta P}{UI}$ $\eta_{\text{Г}} = 1 - \frac{\Sigma \Delta P}{UI + \Sigma \Delta P}$	$\Sigma \Delta P$ – суммарные потери в машине, кВт;
Суммарные потери, кВт	$\Sigma \Delta P = \Delta P_x + k_3 \Delta P_{\text{щ}} + k_3^2 \Delta P_k$ $\Delta P_x = \Delta P_v + \Delta P_{\text{мех}} + \Delta P_{\text{ст}} + \Delta P_{\text{вент}} + \Delta P_{\text{доб}}$ $k_3 = \frac{P_2}{P_{2\text{НОМ}}}$ $\Delta P_{\text{щ}} = I_{\text{НОМ}} \Delta U_{\text{щ}}$	$\Delta P_x$ – потери холостого хода машины или постоянные потери, кВт; $\Delta P_v$ – потери на возбуждение, кВт; $\Delta P_{\text{мех}}$ – механические потери на трение в подшипниках и о коллектор, кВт; $\Delta P_{\text{ст}}$ – магнитные потери в стали якоря, кВт; $\Delta P_{\text{вент}}$ – вентиляционные потери, кВт; $\Delta P_{\text{доб}}$ – добавочные потери. В некомпенсированных машинах $\Delta P_{\text{доб}} = 1\% P_{\text{НОМ}}$ , в компенсированных 0,5%, кВт; $k_3$ – коэффициент загрузки; $\Delta U_{\text{щ}} = 2$ В для графитных щеток; $\Delta U_{\text{щ}} = 0,6$ В для металлографитных;
Переменные потери	$\Delta P_k = I_{\text{ан}}^2 \Sigma (R_a + R_c)$	
Номинальный вращающий момент, кГм	$M_{\text{НОМ}} = 975 \frac{P_{2\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}}$ $M_{\text{НОМ}} = C_m \Phi I_a$	$C_m$ – конструктивная постоянная момента; $\Phi$ – магнитный поток, вебер;
Переменные потери	$\Delta P_k = I_{\text{ан}}^2 \Sigma (R_a + R_c)$	
Номинальный вращающий момент, кГм	$M_{\text{НОМ}} = 975 \frac{P_{2\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}}$ $M_{\text{НОМ}} = C_m \Phi I_a$	$C_m$ – конструктивная постоянная момента; $\Phi$ – магнитный поток, вебер;

1	2	3
Расчетные коэффициенты двигателя параллельного возбуждения	для $C_M = \frac{C_e}{1,05}$ $C_e = 1,05 C_M$	
Скоростная характеристика двигателя	$n = \frac{U}{C_e \Phi} - \frac{\Sigma R_a}{C_e \Phi} I_a$	
Искусственные скоростные характеристики	а) $n = \frac{U}{C_e \Phi} - \frac{\Sigma R_a + R_{доб}}{C_e \Phi} I_a$ б) $n = \frac{U}{C_e \Phi} - \frac{\Sigma R_a + \alpha R_{доб}}{C_e \Phi} I_a$ $\alpha = \frac{R_{ш}}{R_{ш} + R_{ш}}$	а) искусственная скоростная характеристика при введении добавочного сопротивления $R_{доб}$ . последовательно в цепь якоря; б) искусственная скоростная характеристика двигателя при шунтировании якоря двигателя сопротивлением $R_{ш}$ ; $\alpha$ – коэффициент шунтирования.

### Методика решения задач (примеры)

**Пример 1.** Генератор с параллельным возбуждением рассчитан на напряжение  $U_H=220В$  и имеет сопротивление обмотки якоря  $R_я=0,1$  Ом, сопротивление обмотки возбуждения  $R_в=110$  Ом. Генератор нагружен на сопротивление  $R_H=1,1$  Ом, КПД  $\eta_H = 0,85$ . Определить токи в обмотке возбуждения, в обмотке якоря, в нагрузке; эдс. генератора; полезную мощность; мощность двигателя для вращения генератора; электрические потери в обмотках якоря и возбуждения; суммарные потери в генераторе.

Решение:



$$I_я = I_H + I_в$$

1. Токи в обмотке возбуждения, нагрузке и якоря:

$$I_в = \frac{U_H}{R_в} = \frac{220}{110} = 2A$$

$$I_H = \frac{U_H}{R_H} = \frac{220}{1,1} = 200A$$

$$I_я = I_в + I_H = 2 + 200 = 202 \text{ A.}$$

2. ЭДС генератора:

$$E = U_{ном} + I_я R_я = 220 + 202 \cdot 0,1 = 240B$$

3. Полезная мощность:

$$P_2 = U_{ном} I_H = 220 \cdot 200 = 44\,000 \text{ Вт} = 44 \text{ кВт}$$

4. Мощность двигателя, необходимая для вращения генератора:

$$P_1 = P_2 / \eta_2 = 44 / 0,85 = 52 \text{ кВт.}$$

5. Электрические потери в обмотках якоря и возбуждения:

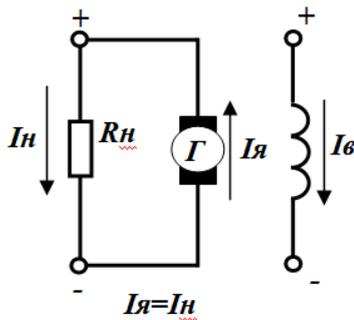
$$P_{\text{э.а.}} = I_{\text{я}}^2 \cdot R_{\text{я}} = 202^2 \cdot 0,1 = 4080 \text{ Вт} = 4,08 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{в}} = I_{\text{в}}^2 \cdot R_{\text{в}} = 2^2 \cdot 110 = 440 \text{ Вт} = 0,44 \text{ кВт}$$

6. Суммарные потери мощности в генераторе:

$$\Sigma P = P_1 - P_2 = 52 - 44 = 8 \text{ кВт.}$$

**Пример 2.** Генератор с независимым возбуждением работает в номинальном режиме при напряжении на зажимах  $U_{\text{н}}=220\text{В}$ . Сопротивление обмотки якоря



$R_{\text{я}}=0,2\text{Ом}$ ; обмотки возбуждения  $R_{\text{в}}=55 \text{ Ом}$ .

Напряжение для питания цепи возбуждения  $U_{\text{в}}=110 \text{ В}$ . Генератор имеет шесть полюсов ( $2p=6$ ). На якоре

находятся  $N=240$  проводников, образующих шесть параллельных ветвей ( $2a=6$ ). Магнитный поток полюса  $\Phi=0,05\text{Вб}$ . Номинальная частота вращения

якоря  $n_{\text{н}}=1200 \text{ об/мин}$ . Определить ЭДС генератора; силу тока, отдаваемого потребителю; силу тока в обмотке возбуждения; мощность, отдаваемую

генератором; сопротивление нагрузки.

Решение:

1. ЭДС генератора:

$$E = \frac{\Phi \cdot p \cdot n \cdot N}{60 \cdot a} = \frac{0,05 \cdot 3 \cdot 1200 \cdot 240}{60 \cdot 3} = 240 \text{ В}$$

2. Сила тока, отдаваемая потребителю:

$$I_{\text{я}} = I_{\text{н}} = \frac{E - U}{R_{\text{я}}} = \frac{240 - 220}{0,2} = 100 \text{ А.}$$

3. Сила тока в обмотке возбуждения:

$$I_{\text{в}} = U_{\text{в}} / R_{\text{в}} = 110 / 55 = 2 \text{ А.}$$

4. Отдаваемая генератором мощность:

$$P_2 = U_{\text{ном}} I_{\text{н}} = 220 \cdot 100 = 22\,000 \text{ Вт} = 22 \text{ кВт.}$$

5. Сопротивление нагрузки (потребителя):

$$R_{\text{н}} = U_{\text{ном}} / I_{\text{н}} = 220 / 100 = 2,2 \text{ Ом.}$$

### Порядок выполнения занятия:

Используя формулы таблицы 2 и методику расчета из примеров, по заданным значениям генератора постоянного тока определить параметры, отмеченные в таблице 1 прочерками. Решения проиллюстрировать схемами из примеров.

**Вывод:** практическим путем научились определять параметры машины постоянного тока

### Практическое занятие № 3

Тема: Определение параметров трансформатора

Цель: Практическим путем научиться определять параметры машины постоянного тока

Таблица 1

Исходные данные к практическому занятию

№ вар	тип	$S_n$ , кВА	$U_{1н}$ , кВ	$U_{2н}$ , кВ	ук, %	$\Delta P_o$ , Вт	$\Delta P_k$ , Вт	$\beta$	$\cos\varphi$
1	ТМ -160	160	6	0,23	4,5	650	2650	0,8	0,9
2	ТМ - 40	40	10	0,4	4,7	140	880	0,6	0,9
3	ТМ1000	1000	10	0,69	6,5	2100	12200	0,8	0,8
4	ТМ -100	100	35	0,4	6,5	465	1970	0,5	0,7
5	ТМ -160	160	35	0,4	6,5	650	3100	0,6	0,9
6	ТМ 250	250	35	0,4	6,5	960	4800	0,8	0,8
7	ТМ - 400	400	35	0,4	6,5	1750	5900	0,9	0,8
8	ТМ - 100	100	10	0,4	4,5	340	1970	0,7	0,9
9	ТМ - 160	160	10	0,4	4,5	540	2650	0,6	0,8
10	ТМ - 250	250	10	0,4	4,7	780	3700	0,5	0,9
11	ТМ - 25	25	10	0,4	4,5	120	600	0,7	0,8
12	ТМ - 40	40	10	0,4	4,7	170	880	0,6	0,9
13	ТМ - 63	63	10	0,4	4,6	250	1280	0,8	0,95
14	ТМ - 25	25	6	0,4	4,5	155	600	0,9	0,9
15	ТМ - 63	63	10	0,23	4,5	305	1280	0,8	0,8
16	ТМ 1600	1600	35	11	6,5	3100	16500	0,7	0,8
17	ТМ - 100	100	6	0,4	4,5	420	1970	0,8	0,8
18	ТМ - 160	160	10	0,23	4,5	650	2650	0,7	0,8
19	ТМ - 400	400	10	0,69	5,5	1210	5500	0,8	0,9
20	ТМ - 160	160	10	0,69	4,5	650	2650	0,5	0,8
21	ТМ 2500	2500	35	11	6,5	4350	23500	0,7	0,7
22	ТМ - 250	250	6	0,23	4,5	945	3700	1	0,8
23	ТМ - 400	400	6	0,4	4,5	1210	5500	0,9	0,8
24	ТМ 1000	1000	35	0,69	6,5	2350	12000	0,7	0,8
25	ТМ - 630	630	10	0,4	5,5	1310	7600	0,9	0,8
26	ТМ - 25	25	6,3	0,23	4,5	155	600	1	0,9
27	ТМ - 100	100	20	0,4	6,5	535	1970	0,6	0,8
28	ТМ - 400	400	10	0,23	4,5	1210	5500	0,7	0,9
29	ТМ - 630	630	35	6,3	6,5	1600	7600	0,7	0,9
30	ТМ - 40	40	6	0,23	4,5	220	880	1	0,9

#### Порядок выполнения занятия:

1. Ознакомиться с решением типового задания к практической работе:

$S_H = 160$  кВА  
 $U_{1H} = 6$  кВ  
 $U_{2H} = 0,23$  кВ  
 $U_K\% = 4,5\%$   
 $\Delta P_o = 650$  Вт  
 $\Delta P_K = 2650$  Вт  
 $\beta = 0,8$   
 $\cos \varphi_2 = 0,9$

Определить:  
 1)  $K$  - ?  
 2)  $I_{1H}, I_{2H}$  - ?  
 3)  $U_2$  - ?  
 4)  $\eta$  - ?  
 5)  $r_1, r_2, X_1, X_2$  - ?

Схема соединений обмоток: «звезда»– «звезда с нулевым выводом»-  
 Группа - 0

Решение:

Коэффициент трансформации:  $K = \frac{U_{1H}}{U_{2H}} = \frac{6}{0,23} = 26$

Токи в обмотках трансформатора:

а) первичный  $I_{1H} \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_{1H}} = \frac{160}{1,73 \cdot 6} = 15,4$  А

а) вторичный  $I_{2H} \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_{2H}} = \frac{160}{1,73 \cdot 0,23} = 402,1$  А

Напряжение на зажимах вторичной обмотки:

$U_2 = U_{2H} - \Delta U_2 = 230 - 6 = 224$ В,

где  $\Delta U_2 = \frac{\Delta U_{2\%} \cdot U_{2H}}{100} = \frac{2,67 \cdot 230}{100} = 6$ В – изменение напряжения

Изменение напряжения в процентах:

$$\Delta U_2\% = \beta(U_{ак}\% \cdot \cos \varphi_2 + U_{рк}\% \cdot \sin \varphi_2) = 0,8 \cdot (1,66 \cdot 0,9 + 4,18 \cdot 0,44) = 2,67\%$$

Активная составляющая напряжения короткого замыкания в процентах:

$$\Delta U_{ак}\% = \frac{\Delta P_K}{10 \cdot S_H} = \frac{2650}{10 \cdot 160} = 1,66\%$$

Реактивная составляющая напряжения короткого замыкания в процентах:

$$U_{рк}\% = \sqrt{U_K\%^2 - U_{ак}\%^2} = \sqrt{4,5^2 - 1,66^2} = 4,18\%$$

$$\sin \varphi_2 = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_2} = \sqrt{1 - 0,9^2} = 0,44$$

КПД трансформатора:

$$\eta = \frac{\beta \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2 + \Delta P_o + \beta^2 \cdot \Delta P_K} = \frac{0,8 \cdot 160 \cdot 0,9}{0,8 \cdot 160 \cdot 0,9 + 0,65 + 0,8^2 \cdot 2,65} = 0,98$$

Схема замещения одной фазы трансформатора в режиме опытного К.З.

а) фазное напряжение К.З.

$$U_{кф} = \frac{U_K\% \cdot U_{1H}}{\sqrt{3} \cdot 100} = \frac{4,5 \cdot 6000}{1,73 \cdot 100} = 156$$
В

б) фазный ток К.З.

$I_k = I_{1H} - \Delta U_2 = 15,4$ А

в) полное сопротивление К.З. одной фазы

$$z_k = \frac{U_{кф}}{I_k} = \frac{156}{15,4} = 10 \text{ Ом}$$

г) активное сопротивление К.З.

$$r_k = \frac{\Delta P_k}{3 \cdot I_k^2} = \frac{2650}{3 \cdot 15,4^2} = 3,7 \text{ Ом}$$

д) реактивное сопротивление К.З.

$$x_k = \sqrt{z_k^2 - r_k^2} = \sqrt{10^2 - 3,7^2} = 9,3 \text{ Ом}$$

е) действительные сопротивления обмоток первичная обмотка активное сопротивление

$$r_1 = r_2' = \frac{r_k}{2} = \frac{3,7}{2} = 1,85 \text{ Ом}$$

реактивное сопротивление

$$x_1 = x_2' = \frac{x_k}{2} = \frac{9,3}{2} = 4,65 \text{ Ом}$$

вторичная обмотка активное сопротивление

$$r_2 = \frac{r_2'}{K^2} = \frac{1,85}{26^2} = 0,003 \text{ Ом}$$

реактивное сопротивление

$$x_2 = \frac{x_2'}{K^2} = \frac{4,65}{26^2} = 0,007 \text{ Ом}$$

2. Выполнить индивидуальное задание: Для трехфазного трансформатора, тип и характеристики, которого заданы, для режима работы, заданного коэффициентом нагрузки  $\beta$  и коэффициентом мощности  $\cos\varphi_2$ , определить: 1) коэффициент трансформации; 2) токи в обмотках трансформатора; 3) напряжение на зажимах вторичной обмотки; 4) КПД трансформатора; 5) начертить для опыта К.З. схему замещения трансформатора для одной фазы и определить действительные сопротивления обмоток, считая, что  $r_1 = r_2'$  и  $x_1 = x_2'$ .

Исходные данные принять по варианту согласно таблице 1.

3. Ответить на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы:

1. Как определить параметры схемы замещения опытным путем?
2. Что относят к основным паспортным и каталожным данным трансформатора?
3. Что такое внешняя характеристика? Что можно по ней определить?

Вывод: практическим путем научились определять параметры машины постоянного тока.

#### Практическое занятие № 4

Тема: Определение параметров асинхронного двигателя

Цель: Практическим путем научиться определять параметры асинхронного двигателя

#### Задание:

Трехфазный асинхронный двигатель включен в сеть с линейным напряжением  $U_n = 380$  В, частота тока статора  $f = 50$  Гц, коэффициент полезного действия асинхронного двигателя равен  $\eta$ , коэффициент мощности равен  $\cos \varphi$ . Полезная мощность на валу асинхронного двигателя равна  $P_{2н}$ , скорость вращения ротора равна  $n_{2н}$ . Определить активную мощность  $P_{1н}$ , потребляемую асинхронным двигателем из сети, номинальный ток двигателя  $I_{1н}$ , скорость вращения магнитного поля обмотки статора  $n_{1н}$ , число пар полюсов  $p$ , скольжение  $s$  и частоту ЭДС обмотки ротора  $f_2$ , номинальный вращающий момент на валу  $M_{вр}$ . Данные для своего варианта взять из таблицы 1.

Таблица 1

Вариант	$P_{2н}$ , кВт	$n_{2н}$ , об/мин	$\eta$ , %	$\cos \varphi$
1	4	1430	84	0,84
2	5	1440	85	0,84
3	6	1450	86	0,84
4	7	1460	87	0,84
5	4	1470	84	0,84
6	5	1480	85	0,84
7	6	1490	86	0,84
8	7	1500	87	0,84
9	4	1510	84	0,84
10	5	1520	85	0,84
11	6	1530	86	0,84
12	7	1430	87	0,84
13	4	1440	84	0,84
14	5	1450	85	0,84
15	6	1460	86	0,84
16	7	1470	87	0,84
17	4	1480	84	0,84
18	5	1490	85	0,84
19	6	1500	86	0,84
20	7	1510	87	0,84

### Порядок выполнения занятия:

1. Определение активной мощности, потребляемой асинхронным двигателем из сети

$$P_{1H} = \frac{P_{2H} \cdot 100\%}{\eta} =$$

2. Определение номинального тока двигателя

$$I_{1H} = \frac{P_{1H}}{\sqrt{3} \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi} =$$

3. Определение скорости вращения магнитного поля статора.  
 $n_{1H}=1500$ об/мин.

4. Определение числа пар полюсов

$$p = \frac{60f}{n_{1H}} =$$

5. Определение скольжения

$$s = \frac{n_{1H} - n_{2H}}{n_{1H}} =$$

6. Определение частоты ЭДС обмотки ротора

$$f_2 = f_1 s =$$

7. Определение номинального вращающего момента на валу

$$M_{вр} = \frac{9550 \cdot P_{2H}}{n_{2H}} =$$

Вывод: практическим путем научились определять параметры асинхронного двигателя

### Практическое занятие № 5

Тема: Определение параметров синхронного генератора

Цель: практическим путем научиться определять параметры синхронного генератора

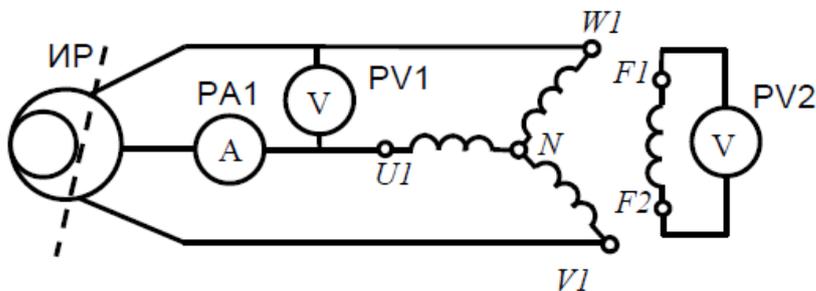
### Порядок выполнения занятия:

1. Ознакомиться с лабораторной установкой
2. Определить экспериментально у СГ:

$X_d$  - полное синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси;

$X_q$  - полное синхронное индуктивное сопротивление по поперечной оси;

Электрическая схема для определения  $X_d$  и  $X_q$  по методу скольжения



$$X_d = \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}I_{\min}}, \text{ Ом};$$

$$X_d^* = \frac{X_d}{Z_H}$$

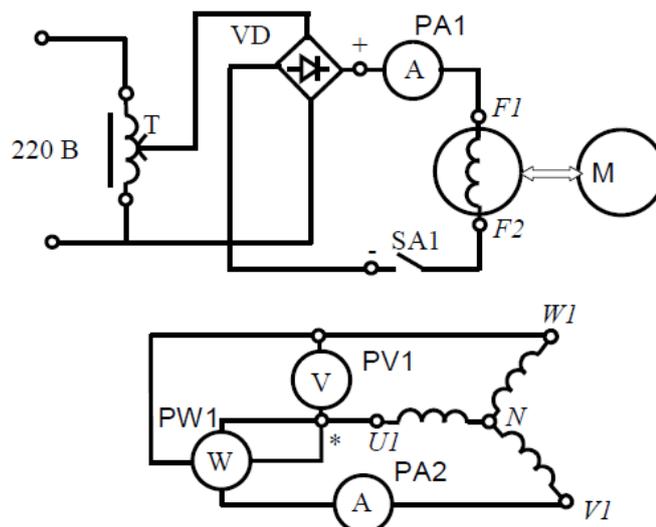
$$X_q = \frac{U_{\min}}{\sqrt{3}I_{\max}}, \text{ Ом};$$

$$X_q^* = \frac{X_q}{Z_H}, \text{ о.е.}$$

$X_1$  - индуктивное сопротивление прямой последовательности;

$X_2$  - индуктивное сопротивление обратной последовательности;

Электрическая схема для определения  $X_2$  из опыта 2-х фазного короткого замыкания



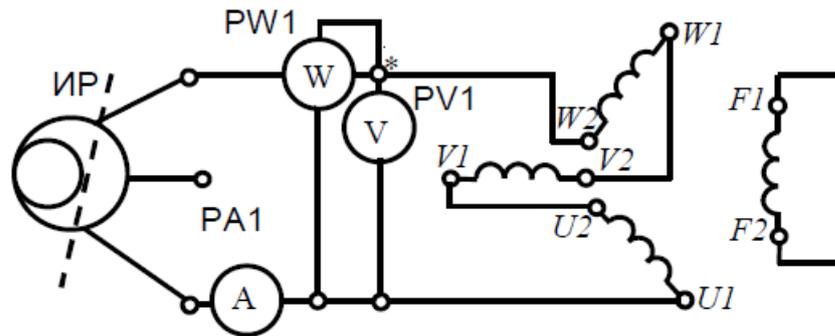
$$X_2 = \frac{P_{\kappa 2}}{\sqrt{3}I_{\kappa 2}^2}, \text{ Ом};$$

$$X_2^* = \frac{X_2}{Z_H}, \text{ о.е.}$$

$$r_2 = \frac{U}{I_{\kappa 2} \sqrt{3}} \sqrt{1 - \left( \frac{P_{\kappa 2}}{UI_{\kappa 2}} \right)^2}, \text{ Ом}; \quad r_2^* = \frac{r_2 \cdot I_{H\Phi}}{U_{H\Phi}}, \text{ о.е.}$$

$X_0$  - индуктивное сопротивление нулевой последовательности;

Электрическая схема для определения сопротивления током нулевой последовательности



$$Z_0 = \frac{U}{3I_{H\Phi}}, \text{ Ом}; \quad r_0 = \frac{P}{3I_{H\Phi}^2}, \text{ Ом}; \quad X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}, \text{ Ом};$$

$$r_0^* = \frac{r_0}{Z_H}, \text{ о.е.}; \quad X_0^* = \frac{X_0}{Z_H}, \text{ о.е.}$$

$X_{oa}$  - индуктивное сопротивление рассеяния.

3. Провести опыты холостого хода и короткого замыкания для получения соответствующих характеристик и определения по ним индуктивных сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательностей.

4. Провести сравнение полученных параметров и сделать основные выводы.

Вывод: практическим путем научились определять параметры синхронного генератора

## Практическое занятие № 6

Тема: Оценка нагрузочной способности трансформаторов

Цель: практическим путем научиться оценивать нагрузочную способность трансформаторов

### Порядок выполнения занятия:

1. Выписать исходные данные согласно варианту (таблица 1) и вычертить схему цепи.
2. Ознакомиться с параметрами однофазного трансформатора.

3. Выполнить расчет неизвестных параметров, отмеченных в таблице 1 прочерками.

4. В заключении кратко описать принцип действия и виды трансформаторов.

### *Пример расчета*

*Дано:*

- номинальная мощность  $S_H = 100 \text{ ВА}$ ;
- номинальное первичное напряжение  $U_{1H} = 220 \text{ В}$ ;
- номинальное вторичное напряжение  $U_{2H} = 22 \text{ В}$ ;
- активная мощность нагрузки  $P_2 = 48 \text{ Вт}$
- реактивная мощность нагрузки  $Q_2 = 36 \text{ вар}$ ;
- мощность потерь в стали сердечника  $P_{ст} = 7,3 \text{ Вт}$ ;
- мощность потерь в обмотках при номинальной нагрузке  $P_{мн} = 5,66 \text{ Вт}$ .

*Определить:*

- коэффициент трансформации трансформатора;
- полную мощность нагрузки;
- коэффициент мощности нагрузки;
- коэффициент нагрузки трансформатора;
- КПД трансформатора при номинальной нагрузке;
- номинальные токи в обмотках трансформатора;
- токи в обмотках трансформатора при фактической нагрузке;
- потери мощности в трансформаторе при фактической нагрузке;
- КПД трансформатора при фактической нагрузке.

### *Порядок расчета*

1. Коэффициент трансформации трансформатора

$$K = \frac{U_{1H}}{U_{2H}} = \frac{220}{22} = 10$$

2. Полная мощность нагрузки, питающейся энергией от вторичной обмотки трансформатора

$$S_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = \sqrt{48^2 + 36^2} = 60 \text{ ВА}$$

3. Коэффициент мощности нагрузки

$$\cos \varphi_2 = \frac{P_2}{S_2} = \frac{48}{60} = 0,8$$

4. Коэффициент нагрузки трансформатора

$$K_{HT} = \frac{S_2}{S_H} = \frac{60}{100} = 0,6$$

5. КПД трансформатора при номинальной нагрузке

$$\eta_H = \frac{P_{2H}}{P_{1H}} = \frac{S_H \cdot \cos \varphi_2}{S_H \cdot \cos \varphi_2 + P_{CT} + P_{MH}} = \frac{100 \cdot 0,8}{100 \cdot 0,8 + 7,3 + 5,66} = 0,86$$

6. Номинальные токи в обмотках трансформатора

$$I_{1H} = \frac{S_H}{U_{1H} \cdot \eta_H} = \frac{100}{220 \cdot 0,86} = 0,528 \text{ A}$$

$$I_{2H} = \frac{S_H}{U_{2H}} = \frac{100}{22} = 4,55 \text{ A}$$

7. Токи в обмотках трансформатора при фактической нагрузке

$$I_1 = I_{1H} K_{HT} = 0,528 \cdot 0,6 = 0,317 \text{ A};$$

$$I_2 = I_{2H} K_{HT} = 4,55 \cdot 0,6 = 2,73 \text{ A}.$$

8. Потери мощности в трансформаторе при фактической нагрузке

$$\Delta P = P_{CT} + P_{MH} K_{HT}^2 = 7,3 + 5,66 \cdot 0,6^2 = 9,34 \text{ Вт}$$

9. КПД трансформатора при фактической нагрузке

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P} = \frac{48}{48 + 9,34} = 0,837$$

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Вариант		1 11 21	2 12 22	3 13 23	4 14 24	5 15 25	6 16 26	7 17 27	8 18 28	9 19 29	10 20 30
$S_H$	BA	-	1270	-	500	1500	4000	400	-	-	600
$S_2$		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$U_{1H}$	B	100	-	-	-	5800	-	-	300	180	100
$U_{2H}$		10	100	220	127	120	127	-	-	36	10
$K$		-	2,5	8,18	-	-	-	0,4	4,4	-	-
$K_{HT}$		-	-	-	-	-	-	0,83	0,68	-	-
$Q_{2,вар}$		225	-	250	-	590	-	-	120	-	-
$\cos \varphi_2$		-	0,8	0,6	0,87	-	1	-	0,73	1	0,93
$I_{1H}$	A	-	-	-	1,7	-	-	2,6	-	-	12,5
$I_{2H}$		25	-	3,5	-	-	-	-	-	3,5	-
$I_1$		-	-	-	-	-	-	9,6	-	-	-
$I_2$		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\eta_H$		-	0,95	0,94	-	-	-	0,92	-	-	0,96
$\eta$		-	-	-	-	-	0,97	-	-	-	-
$P_2$	Вт	375	700	-	260	850	2100	-	-	72	432
$P_{CT}$		2,32	9,8	-	18,2	42,15	-	21,2	14	4,1	11
$P_{MH}$		4,8	-	2,4	17	27,9	50	10,4	7,3	1,69	-

Содержание отчета:

1. Тема и цель занятия
2. Задание
3. Исходные данные
4. Схема включения трансформатора
5. Расчетная часть
6. Вывод

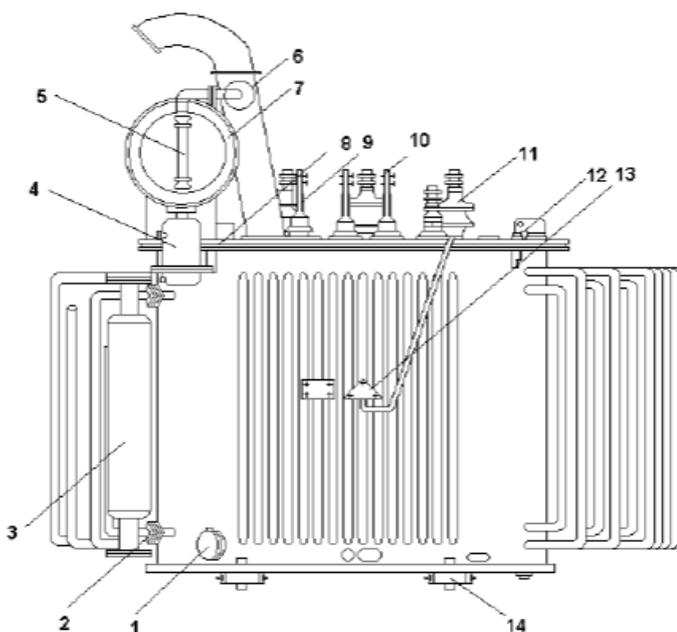
Вывод: практическим путем научились оценивать нагрузочную способность трансформаторов

### Практическое занятие № 7

Тема: Выбор мощности трансформаторной подстанции

Цель: получить практические навыки в выборе мощности трансформаторной подстанции

Устройство силового трансформатора серии ТМ



- 1- кран для слива масла,
- 2,3 – кран и корпус термосифонного фильтра,
- 4 – воздухоосушитель,
- 5 – маслоуказатель,
- 6 – выхлопная труба,
- 7 – расширитель,
- 8 – крышка бака,
- 9 , 10, 11 – выводы обмоток ВН, НН и нулевой точки,
- 12 – привод регулятора напряжения,
- 13 – электротермометр,

Таблица 1

## Технические данные трансформаторов ГПП

ТРАНСФОР- МАТОР	Номиналь- ная мощность, кВА	Номинальное напряжение обмоток		Потери КВт		Напряже- ние К.з.У к.з.%	Ток х.х. I ном., А
		ВН	НН	Х.х	К.з		
ТМ-250/6-10	250	6; 10	0.23; 0.4;	0.94	3.7	4.5	2.3
ТМ-400/6-10	400	6; 10	0.69	1.21	5.5	4.5	2.1
ТМ-630/6-10	630	6; 10	0.23; 0.4;	1.68	8.5	4.5	2
ТМН-1000/6-10	1000	6; 10	0.69	2.1	11	5.5	1.4
ТМН-1600/6-10	1600	6; 10	0.23; 0.4;	2.8	18	5.5	1.3
ТМН-2500/35	2500	10; 35	0.69	6.2	25	6.5	3.5
ТМ-4000/35	4000	10; 35	0.4; 0.69	8.5	33.5	6.5	3
ТМ-6300/35	6300	10; 35	0.4; 0.69	12.3	46.5	6.5	3
ТМЗ-630/10	630	6; 10	6.3	1.4	5.6	6.2	1.8
ТМЗ-1000/10	1000	6; 10	6.3	2.1	9.7	6.2	1.4
ТМЗ-1600/10	1600	6; 10	6.3	2.8	14	6.2	1.3
ТСЗ-250/10	250	10.5	0.4	1	2.8	5.5	3.5
ТСЗ-400/10	400	10.5	0.4	1.3	5.4	5.5	3
ТСЗ-630/10	630	10.5	0.4	2	7.3	5.5	3
ТСЗ-1000/10	1000	10.5	0.69	3	11.2	5.5	2.5
ТСЗ-1600/10	1600	10.5	0.69	4.2	16	5.5	2.5
ТД-10000/35	10000	38.5	0.69	12.3	65	7.5	0.8
ТД-1600/35	16000	38.5	0.69	17.8	90	8	0.6
ТМН-2500/110	2500	110	0.69	6.5	22	10.5	1.5
ТМН-6300/110	6300	110	6.3; 10.5	13	49	10.5	0.9
ТДН-10000/100	10000	115	6.3; 10,5	18	60	10.5	0.9
ТДТН-16000/110	16000	115	6.6; 11	26	96	17	1
ТДТН-25000/100	25000	115	6.6; 11	36	140	17	0.9
ТДТН-40000/110	40000	115	6.6; 11	50	200	17	0.8
ТДТН-63000/110	63000	115	6.6; 11	70	290	17	0.7
			6.6; 11				
			6.6; 11				
			6.6; 11				

Задание: рассчитать мощность, определить количество, выбрать тип трансформаторов ГПП с учетом категории потребителей, установленной мощности оборудования, коэффициента спроса  $K_c$  и мощности  $\cos\phi$ . Трансформаторы ГПП работают раздельно.

Таблица 2

## Установленное оборудование

Категория по надежн. электроснабж.	Оборудование	Установл. мощность, кВт	Коэфф. спроса Кс	Cosφ	Tgφ
1	Подъем	3000	0,8	0,8	
2	Вентиляторы	2x90	0,8	0,8*	
1	Водоотлив	4x200	0,8	0,8	
2	Подземная добыча	650	0,45	0,45	
3	Подготовит. раб.	300	0,35	0,35	
3	РРМ и АБК	100	0,2	0,2	
2	Компр.установки	4x500	0,8	0,8*	
3	Дробил.комплексы	700	0,8	0,8	
3	Экскаваторы	800	0,8	0,8*	
3	Наружн.освещение	85	1,0	1,0	

Примечания к табл. 5: \*-- установки работают с опережающим cosφ, а tgφ отрицательный. Тангенс угла находим через косинус:  $\text{tg}\varphi = \text{tg}(\arccos \varphi)$

## Порядок выполнения занятия:

## 1. Расчет активной мощности:

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1.1.Для подъема             | $P_{p1} = P_{\text{ном}} K_c =$ |
| 1.2.Для вентилятора         | $P_{p2} =$                      |
| 1.3.Для водоотлива          | $P_{p3} =$                      |
| 1.4.Для подземной добычи    | $P_{p4} =$                      |
| 1.5.Для подг.работ          | $P_{p5} =$                      |
| 1.6.Для РРМ и АБК           | $P_{p6} =$                      |
| 1.7.Для компрессоров        | $P_{p7} =$                      |
| 1.8.Для дробильн.комплексов | $P_{p8} =$                      |
| 1.9.Для экскаваторов        | $P_{p9} =$                      |
| 1.10.Для наружн.освещения   | $P_{p10} =$                     |

## 2. Расчет реактивной мощности:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 2.1. Для подъема             | $Q_{p1} = P_{p1} \times \text{tg}\varphi_1 =$ |
| 2.2. Для вентилятора         | $Q_{p2} =$                                    |
| 2.3. Для водоотлива          | $Q_{p3} =$                                    |
| 2.4. Для подз.добычи         | $Q_{p4} =$                                    |
| 2.5. Для подг.работ          | $Q_{p5} =$                                    |
| 2.6. Для РРМ и АБК           | $Q_{p6} =$                                    |
| 2.7. Для компрессоров        | $Q_{p7} =$                                    |
| 2.8. Для дробильн. комплекса | $Q_{p8} =$                                    |
| 2.9. Для экскаваторов        | $Q_{p9} =$                                    |
| 2.10. Для наружн. освещения  | $Q_{p10} =$                                   |

## 3. Суммарная активная мощность:

$$\Sigma P_p = P_{p1} + \dots + P_{p10} =$$

4. Суммарная реактивная мощность:

$$5. \Sigma Q_p = Q_{p1} + \dots + Q_{p10} =$$

6 Полная расчетная мощность:

$$S_p = \sqrt{\Sigma P_p^2 + \Sigma Q_p^2} =$$

7. Выбор трансформаторов. Для первой категории необходимо не менее двух трансформаторов. При такой расчетной мощности (      кВА) возможно применить трансформаторы мощностью по      или по      кВА, в зависимости от категории по надежности электроснабжения. Принимаем два трансформатора по      кВА, так как шахта имеет водоотлив и относится к первой категории по надежности электроснабжения, типа      –      /      , трехфазный, масляный, с регулированием напряжения под нагрузкой, мощностью  $S_{ном.т} =$       кВА, напряжением первичной обмотки 35 кВ, оба трансформатора в работе.

Расчетная мощность одного трансформатора:

$$S_t = \frac{S_p}{2} =$$

Коэффициент загрузки в нормальном режиме:

$\beta = S_t / S_{ном.т} =$       /      =      - находится в пределах нормы, так как для первой категории коэффициент загрузки в нормальном режиме  $\beta = 0,6-0,75$

Ответ: на ГПП необходимо установить два трансформатора типа

Вывод: получили практические навыки в выборе мощности трансформаторной подстанции

## Практическое занятие № 8

Тема: Выбор шин и ошиновки на подстанциях

Цель: получить практические навыки в выборе шин и ошиновки на подстанциях

Задание: выбор сборных шин, ошиновки на напряжение 500 кВ и в цепи генератора. Проверка на схлестывание, электродинамическую стойкость, проверка шин на термическое действие токов КЗ, проверка по условиям коронирования.

**Порядок выполнения занятия:**

1. Выбор сборных шин, ошиновки на напряжение 500 кВ и в цепи генератора приведен в табл. 1

Таблица 9.1

Выбор сборных шин и ошиновки на напряжение 500 кВ  
и в цепи генератора

Условия выбора и проверки	Сборные шины 500 кВ и токоведущие части от трансформатора ТДЦ-400 до сборных шин 500 кВ		Токоведущие части от генератора ТГВ-300 до трансформатора ТДЦ-400
1	2		3
Условие выбора $I_{\text{МАХ}} < I_{\text{ДОП}}$	По току наиболее мощного присоединения – в трансформаторе ТДЦ-400 в блоке с генератором ТГВ-300 (353МВА) $I_{\text{max}} = I_{\text{норм}} = S_{\text{ном}} \varrho / (\sqrt{3} * U_{\text{H}}) = 353 * 103 / (\sqrt{3} * 500) = 408\text{А}$		По типу генератора ТГВ-300, $U_{\text{H}} = 20\text{ кВ}$ $I_{\text{max}} = S_{\text{ном}} \varrho / (\sqrt{3} * U_{\text{H}} * 0,95) = 353 * 103 / (\sqrt{3} * 20 * 0,95) = 10739\text{А}$
Тип проводника, его параметры	один провод в фазе АС-600/72 $I_{\text{доп}} = 1050\text{А}$ $d = 33,2\text{ мм}$ $r_0 = 1,66\text{ см}$	три провода в фазе 3АС-600/72 $I_{\text{доп}} = 3150\text{А}$	ТЭКН-Е-20-12500-400 $U_{\text{H}} = 20\text{ кВ}$ $I_{\text{ном}} = 12500\text{А}$ $i_{\text{дин}} = 400\text{ кА}$
Проверка на схлестывание, электро-динамическую стойкость	не производится, т.к. $I_{\text{но}} = 10\text{ кА} < 20\text{ кА}$		$i_{\text{у}} < i_{\text{дин}}$ $27,2\text{ кА} < 400\text{ кА}$ Условие выполняется
Проверка шин на термическое действие токов КЗ	не производится, т.к. шины выполнены голыми проводами на открытом воздухе.		не производится
Проверка по условиям коронирования $1,07E < 0,9E$ $D_{\text{ср}} = 1,26D = 1,26 * 600 = 756\text{ мм}$	$E_0 = 30,3\text{ м} * [1 + (0,299 / \sqrt{r_0})];$ $m = 0,82$ $E_0 = 30,3 * 0,82 * [1 + (0,299 / \sqrt{1,66})] = 30,56\text{ кВ/см.}$ Для одного провода в фазе: $E = 0,354 * 1,1 * U_{\text{H}} / [r_0 * \lg(D_{\text{ср}} / r_0)] = 0,354 * 1,1 * 500 / [1,66 * \lg(756 / 1,66)] = 78,6\text{ кВ/см.}$		не производится

	<p>Для трех проводов в фазе:  <math>E = k * 0,354 * 1,1 U_H /</math>  <math>[n * r_0 * \lg (D_{cp} /</math>  <math>/ r_{эк})]=</math>  <math>= 1,14 * 0,354 * 1,1 * 500 /</math>  <math>/ [2 * 1,66 * \lg(756 / 13,85)] =</math>  <math>= 25,6 \text{ кВ/см.}</math>  <math>k = 1 + 2 * r_0 / a = 1 + 2 * 1,66 /</math>  <math>/ 40 = 1,14</math>  <math>2^{1/3} \quad 1/3</math>  <math>r_{эк} = (r_0 * a)^{1/3} = (1,66 * 40)^{1/3} = 13,85 \text{ см.}</math>  <math>1,07E &lt; 0,9E_0</math>  <math>1,07 * 25,6 &lt; 0,9 * 30,56</math>  <math>27,3 \text{ кВ/см} &lt; 27,54 \text{ кВ/см}</math>  Условие выполнено</p>
--	--

2. Параметры выбранного токопровода приведены в табл. 2

Таблица 2

Параметры выбранного токопровода

Тип токопровода	Тип генератора	Uн, кВ	Iном, А	iдин, кА	Тип опорных изоляторов	Тип ТТ	Тип ТН
ГРТЕ-10-8550-250	ТВФ-60	10,5	8550	250	ОФР-20-375с	ТШВ-25Б-8000/5/5	ЗНОМ-10 ЗОМ-1/10

3. Выбор опорных и проходных изоляторов внутренней установки для крепления жестких сборных шин 6,3 кВ собственных нужд

Выбор опорных изоляторов типа ИО–6–3,75У3 на напряжение 6 кВ с минимальной разрушающей силой на изгиб  $F_{разр} = 3750 \text{ Н}$  высотой изолятора  $H_{из} = 100 \text{ мм}$ .

Проверка изоляторов на механическую прочность

Максимальная сила, действующая на изгиб:

$$F_{и} = 1,62 * i * y^2 * 1 * 10^{-7} / a = 1,62 * 18,62 * 2 * 10^6 * 10^{-7} / 0,5 = 448,4 \text{ Н,}$$

где  $l = 2 \text{ м}$  – пролет между изоляторами,  $a = 0,5 \text{ м}$  – расстояние между фазами.

Поправка на высоту шин:

$$k = H / I_{дон} = (I_{дон} + b + h / 2) / H_{из} = (100 + 10 + 100 / 2) / 100 = 1,6,$$

где  $h \times b = 100 \times 10$  – высота и ширина шины.

$$F_{расч} = k * F_u = 1,6 * 448,4 = 717,44 < 0,6 * F_{разр} = 0,6 * 3750 = 2250 \text{ Н},$$

таким образом, изолятор ИО–6–3,75У3 проходит по механической прочности.

Выбор проходных изоляторов типа ИП–10/1600–750У3

на напряжение 10 кВ, номинальный ток 1600А, максимальный ток 2400 А,

$$F_{разр} = 7500 \text{ Н}.$$

Проверка изолятора на механическую прочность:

$$F_{расч} = 0,5 * F_u = 0,5 * 448,4 = 224,2 < 0,6 * F_{разр} = 0,6 * 7500 = 4500 \text{ Н}.$$

Условие выполняется.

Вывод: получили практические навыки в выборе шин и ошиновки на подстанциях.

## Практическое занятие № 9

Тема: Выбор и проверка гибких шин, комплектных токопроводов, силовых кабелей

Цель: Получить практические навыки в выборе и проверке гибких шин, комплектных токопроводов, силовых кабелей

Задание:

Рассчитать и выбрать сечение трехфазной кабельной линии с медными жилами по длительно допустимому току.

Кабель прокладывается в земле в одной траншее на расстоянии  $L = 150$  м к электроустановке с расчетной мощностью  $P = 70$  кВт, напряжением  $U_{нл} = 380$  В и коэффициентом мощности  $\cos\varphi = 0,85$ . Расчетная температура воздуха  $45^\circ\text{C}$ , в траншее находится еще один кабель.

Вариант	Исходные данные					Рассчитать и выбрать						
	L м	P кВт	U В	cosφ	T °C	I расч А	I доп.расч А	U В	материал		сеч	марка
									медь	алюм		
1,9	700	150	380	0,9	40							
2,10	100	80	380	0,86	30							
3,11	200	120	380	0,7	50							
4,12	150	70	380	0,85	45							
5,13	600	130	380	0,9	35							
6,14	120	90	380	0,86	30							
7,15	220	120	380	0,7	50							
8,16	160	70	380	0,86	40							

### Порядок выполнения занятия:

1. Определяем расчетный ток нагрузки:

$$I_{расч} = P_{max} / (3U_{н.л.} \cos\varphi) =$$

2. Выбираем трехфазный кабель с медными жилами для прокладки в земле

сечением  $S =$  мм<sup>2</sup> с длительно допустимым током  $I_{доп} =$  А.

3. Находим допустимую расчетную нагрузку кабеля с учетом температуры окружающей среды и условий прокладки, используя соответствующие коэффициенты из табл. 3.26 и 3.27:

$$I_{доп.расч} = I_{доп.} \times k_t \times k_{п.к} =$$

4. Так как  $I_{доп.расч} < I_{расч} =$  , выбираем кабель с сечением жил  $S =$  мм<sup>2</sup>, имеющий длительно допустимый ток  $I_{доп} =$  А.

Для него  $I_{доп.расч} = I_{доп.} \times k_t \times k_{п.к} =$

что больше расчетного рабочего тока  $I_{расч} =$  А и удовлетворяет требованиям расчета.

5. Проверяем кабель по потере напряжения  $\Delta U$ :

$$\Delta U = PL / (S U_y) =$$

что составляет .

Вывод: получили практические навыки в выборе и проверке гибких шин, комплектных токопроводов, силовых кабелей

## Практическое занятие № 10

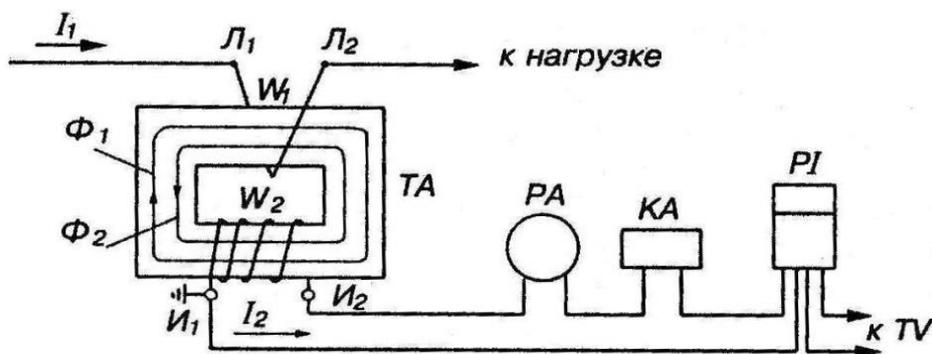
Тема: Изучение конструкции, параметров измерительных трансформаторов тока для внутренней и наружной установки. Изучение конструкции, параметров измерительных трансформаторов напряжения

Цель: Получить практические навыки в изучении конструкции, параметров измерительных трансформаторов тока для внутренней и наружной установки, трансформаторов напряжения

### Порядок выполнения занятия:

1. Изучение конструкции, параметров измерительных трансформаторов тока для внутренней и наружной установки

Схема включения трансформатора тока и подключения к нему приборов



Трансформатор тока состоит из стального магнитопровода и двух изолированных обмоток. Первичная обмотка (Л1Л2) имеет меньшее число витков включается последовательно в измеряемую цепь. Вторичная обмотка (И1И2) имеет большее число витков, замыкается на нагрузку (амперметр, и токовые обмотки измерительных приборов, реле).

Технические характеристики трансформатора тока описываются следующими параметрами:

- Номинальным напряжением, как правило, в паспорте к прибору оно указано в киловольтах. Эта величина может быть от 0,66 до 1150 кВ.

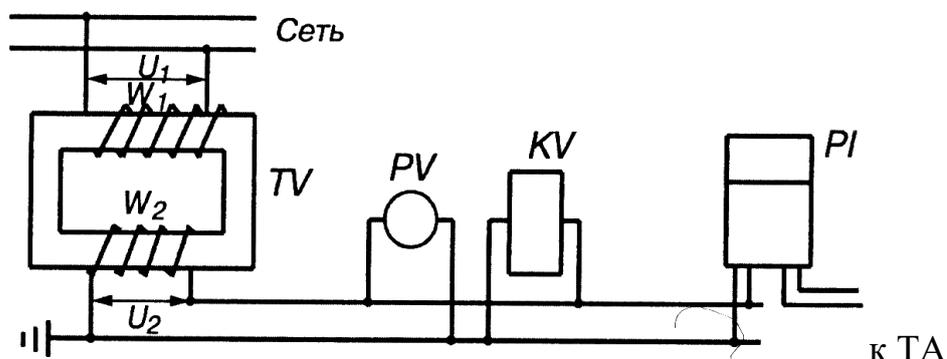
- Номинальным током первичной катушки ( $I_1$ ), также указывается в паспорте. В зависимости от исполнения, данный параметр может быть в диапазоне от 1,0 до 40000,0 А.

- Током на вторичной катушке ( $I_2$ ), его значение может быть 1,0 А (для ИТТ с  $I_1$  не более 4000,0 А) или 5,0 А.

- Коэффициентом трансформации (КТ), он показывает отношение тока между первичной и вторичной катушками, что можно представить в виде формулы:  $КТ = I_1/I_2$ . Коэффициент, определяемый по данной формуле, принято называть действительным.

## 2. Изучение конструкции, параметров измерительных трансформаторов напряжения

Схема подключения приборов и реле к сети через однофазный трансформатор напряжения



Трансформаторы напряжения - встречаются везде, где присутствует необходимость преобразовать высокое напряжение сети в пропорционально более низкое значение. В этом и есть их назначение: преобразование величины напряжения.

ТН используют для:

- уменьшения величины напряжения до величины, которую безопасно и удобно использовать в цепях измерения (вольтметры, ваттметры, счетчики), защиты, автоматики, сигнализации
- защиты от высокого напряжения вторичных цепей, а следовательно и человека
- повышения напряжения при испытаниях изоляции различного эо
- на подстанциях ТН используют для контроля изоляции сети, работы в составе устройства сигнализации или защиты от замыканий на землю

Вывод: получили практические навыки в изучении конструкции, параметров измерительных трансформаторов тока для внутренней и наружной установки, трансформаторов напряжения

### Практическое занятие № 11

Тема: Изучение конструкции и параметров выключателей с большим объемом масла. Изучение конструкции и параметров маломасляных выключателей

Цель: Получить практические навыки в изучении конструкции и параметров выключателей с большим объемом масла и маломаслянных выключателей

### Порядок выполнения занятия:

## 1. Изучение конструкции и параметров выключателей с большим объемом масла



В многообъемных масляных выключателях масло является не только газогенерирующей средой, но используется в качестве изоляции. С помощью масла осуществляется изоляция токоведущих частей от заземлённого бака выключателя, токоведущих частей разноимённых фаз друг от друга, а так же изоляция между контактами в отключённом положении выключателя. Они рассчитаны на небольшие токи отключения.

Бачковые выключатели имеют большую популярность из-за простоты конструкции. Состоит масляный выключатель из ввода, дугогасительной и системы контактов, которые размещают в баке с маслом. При использовании

оборудования в системе с напряжением 3-20 кВт все три контакта (фазы) могут быть расположены в одном баке, при увеличении показателя напряжения до 35 кВ фаза должна быть расположена в отдельном баке. В двух случаях может использоваться система автоматического или дистанционного управления, однако для первого варианта исполнения возможно использование ручного режима, а для второго необходимо наличие автомата повторного включения.

При срабатывании системы сначала происходит разрыв контакта дугогасительной камеры. При разрыве контакта сети с высоким напряжением возникает дуга, которая разлагает масло из-за воздействия высокой температуры. При воздействии дуги на масло происходит образование газового пузыря, в котором и будет находиться сама дуга. Созданный пузырь на 70% состоит из водорода, а этот газ в данном состоянии будет подаваться под давлением. Воздействие водорода и созданного искусственно давления приведет к деионизации образованной дуги во время разрыва контакта. Подобным способом масляный выключатель проводит разрыв цепи.

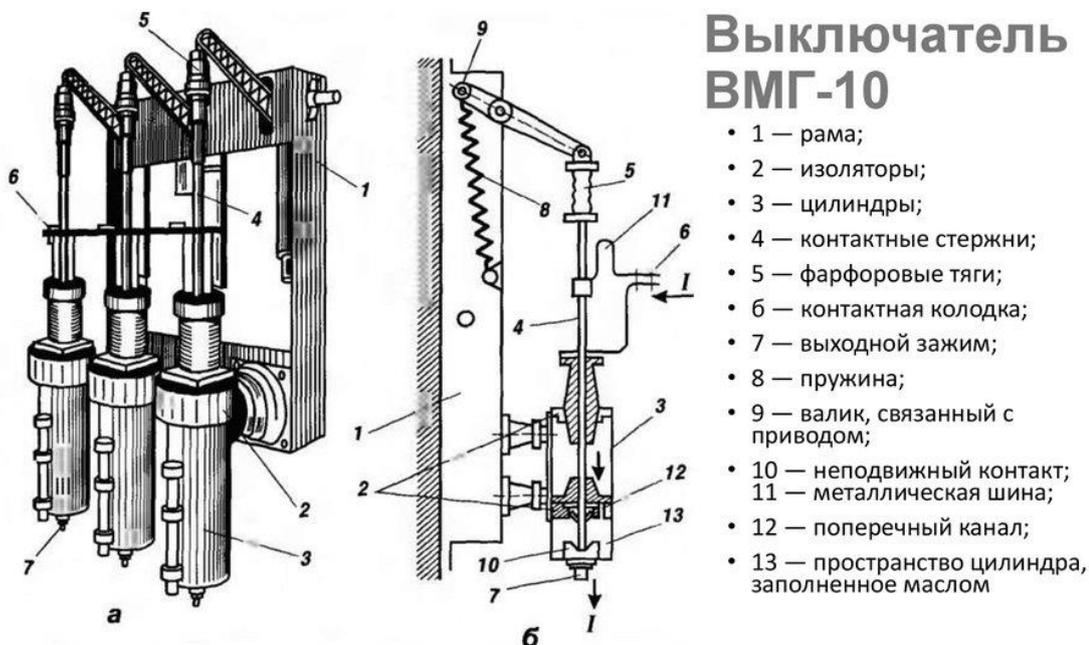
## 2. Изучение конструкции и параметров маломасляных выключателей.

В малообъемных выключателях масло используется только для гашения дуги, поэтому его количество принимается минимально возможным из условия гашения дуги, а изоляция токоведущих частей осуществляется при помощи воздуха и керамических или органических изоляционных материалов. Благодаря малому объёму масла и весьма прочной конструкции баков, выключатели можно считать взрыво- и пожаробезопасными. Это обстоятельство увеличивает безопасность обслуживания выключателей и значительно упрощает их установку в закрытых распределительных устройствах.

Во всех малообъемных выключателях имеются дугогасительные камеры, наиболее часто с поперечным дутьём. В зависимости от напряжения и

мощности отключения выключатели имеют один или несколько разрывов в фазе. Рассмотрим конструкцию малообъемного выключателя на примере ВМГ-10.

### Порядок выполнения занятия:



Вывод: получили практические навыки в изучении конструкции и параметров выключателей с большим объемом масла и маломаслянных выключателей.

### Практическое занятие № 12

Тема: Выбор выключателей, разъединителей

Цель: получить практические навыки в выборе выключателей, разъединителей

### Порядок выполнения занятия:

#### 1. Выбор выключателей

Для выбора электрооборудования системы электроснабжения выше 1 кВ нужно:

- определиться с конструкцией высоковольтного аппарата по условиям окружающей среды; способу гашения дуги, типу подстанции;
- определиться с требуемой степени надежности электроснабжения.

Выключатель (Q)– коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения цепи под нагрузкой, в том числе при коротких

замыканиях. Отключение может производиться как в нормальном, так и в аварийном режиме; как при помощи ручного, так и с помощью автоматического (дистанционного) управления.

Высоковольтный выключатель состоит из: контактной системы с дугогасительным устройством, токоведущих частей, корпуса, изоляционной конструкции и приводного механизма (электромагнитный, гидравлический, пневматический или пружинный приводы).

Согласно существующему государственному стандарту, высоковольтный характеризуется такими параметрами, как:

- номинальное напряжение, кВ;
- номинальный ток, А;
- ток отключения, кА — наибольшая величина тока короткого замыкания, при которой выключатель способен сработать;
- допустимая величина апериодического тока в общем токе отключения;
- коммутационный ресурс;
- по типу среды, в которой выключатель производит гашение электрической дуги, различают масляные, воздушные, вакуумные и элегазовые модели.

Таблица 1

Выбор высоковольтных выключателей (Q)

Паспортные данные	Условие выбора	Расчетные данные
U <sub>ном</sub> , кВ	$\geq$	U <sub>сети</sub> , кВ
I <sub>ном</sub> , А	$\geq$	I <sub>расч</sub> , А
I <sub>отк</sub> , кА	$\geq$	I <sub>дин</sub> , кА
I <sub>T</sub> <sup>2</sup> · t <sub>T</sub> , кА с	$\geq$	I <sub>к</sub> <sup>2</sup> · t <sub>пр</sub> , кА с

Таблица 2

Пример расчёта.

Выбор выключателя нагрузки

Расчетные данные	Паспортные данные QW
I <sub>раб</sub> = 93,6 А	I <sub>ном</sub> = 400А
U <sub>уст</sub> = 6 кВ	U <sub>ном</sub> = 6кВ
I <sub>к</sub> <sup>2</sup> · t <sub>пр</sub> = 10,16 <sup>2</sup> · 1	I <sub>тер</sub> <sup>2</sup> · t <sub>пр</sub> = 20 <sup>2</sup> · 1
i <sub>уд1</sub> = 25,86 кА	I <sub>дин</sub> = 51 кА
	ВНМ-/400-20зУХЛЗ

Принимается к установке выключатель нагрузки типа ВНМ-6/400-20зУХЛЗ.

ВНМ – выключатель нагрузки модернизированный, автогазовый с пружинным приводом;

6– номинальное напряжение, кВ;

400 – номинальный ток, А;

з – с заземляющими ножами;

УХЛЗ– для районов с умеренным и холодным климатом, в закрытых помещениях;

Коммутационная способность в нормальном эксплуатационном режиме

Циклы Вкл/Откл -10;

Масса 59-78.8 кг.;

## 2. Выбор разъединителей

Разъединитель (QS)— это коммутационный аппарат, предназначенный для коммутации цепи без тока. Основное назначение разъединителя – создание надёжного видимого разрыва цепи для обеспечения безопасного проведения ремонтных работ на оборудовании и токоведущих частях электроустановки.

Контактная система разъединителей не имеет дугогасительных устройств, Поэтому отключение не обесточенной цепи приведёт к образованию устойчивой дуги и последующей аварии в распределительном устройстве.

Прежде чем оперировать разъединителем, цепь должна быть отключена выключателем.

Таблица 2

Выбор разъединителей (QS)

Паспортные данные	Условие выбора	Расчетные данные
Uном, кВ	$\geq$	Uсети, кВ
Iном, А	$\geq$	Iрасч, А
iдин, кА	$\geq$	iуд, кА
$I_T^2 \cdot t_T$ , кА с	$\geq$	$I_k^2 \cdot t_{пр}$ , кА с

Вывод: получили практические навыки в выборе выключателей, разъединителей

## Практическое занятие № 13

Тема: Выбор трансформаторов тока и напряжения

Цель: Получить практические навыки в выборе трансформаторов тока и напряжения

### Порядок выполнения занятия:

#### 1. Выбор трансформаторов тока и напряжения

## Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения (ТА, TV)

Паспортные данные	Условие выбора	Расчетные данные
$U_{\text{НОМ}}$ , кВ	$\geq$	$U_{\text{сети}}$ , кВ
$I_{\text{НОМ}}$ , А	$\geq$	$I_{\text{расч}}$ , А
$K_{\text{дин}}$	$\geq$	$\frac{I_{\text{уд}}, \text{ А}}{\sqrt{2} I_{\text{расч}}}$
$(K_{\text{T}} \cdot I_{\text{НОМ}})^2 t_{\text{T}}$ , кА с	$\geq$	$I_{\text{к}}^2 \cdot t_{\text{пр}}$ , кА с
$Z_{2\text{НОМ}}$ , Ом	$\geq$	$Z_{2\text{расч}}$ , Ом
$S_{2\text{НОМ}}$	$\geq$	$S_{2\text{расч}}$

$$Z_{2\text{расч}} = Z_{\text{к}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{пров}}$$

где  $Z_{\text{к}}$  – сопротивление контакторов, равное 0,1 Ом;

$Z_{\text{пр}}$  – сопротивление подключенных измерительных приборов, примерно равное для амперметров и вольтметров 0,02 Ом; и для счетчиков 0,1 Ом.

$Z_{\text{пров}}$  – сопротивление соединительных проводов, Ом.

Сечение соединительных проводов, мм<sup>2</sup>:

$$F = \frac{P \cdot l \cdot K_{\text{сх}}}{Z_{\text{пров}}}$$

где  $\rho$  – удельная проводимость материала, равная 0,0283 (Ом мм<sup>2</sup>/м) для алюминия;

$l$  – длина соединительных проводов, м;

$K_{\text{сх}}$  – коэффициент схемы включения ТА, при соединении в звезду  $K_{\text{сх}} = 1$ , в треугольник –  $K_{\text{сх}} \sqrt{3}$ ;

$Z_{\text{пров}}$  – сопротивление проводов Ом;

$$Z_{\text{пров}} = Z_{2\text{НОМ}} - Z_{\text{к}} - Z_{\text{пр}}$$

По расчётному значению сечения принимается стандартное большее сечение и определяется фактическое сопротивление проводников. Если задается, то учесть соотношение

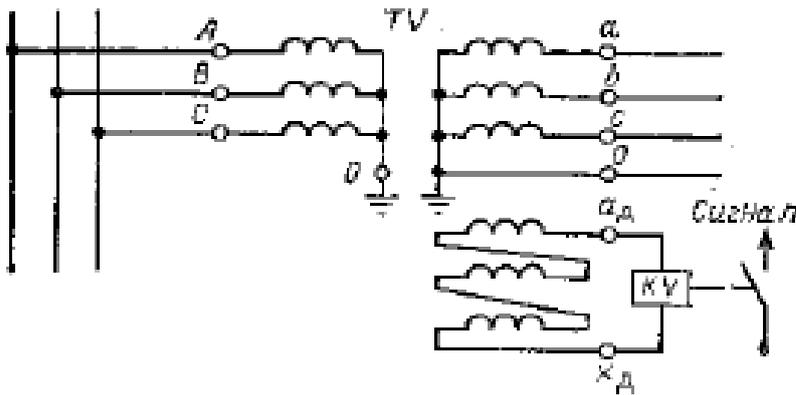
$$S_{2\text{НОМ}} = I_{\text{НОМ}}^2 Z_{2\text{НОМ}}$$

Трансформатор тока предназначен для понижения первичного тока до стандартной величины (5 или 1 А) и для отделения цепей измерения и защиты от первичных цепей высокого напряжения.

Трансформатор напряжения предназначен для отделения цепей

измерения и релейной защиты от первичных цепей высокого напряжения. Напряжение на его вторичной обмотке обычно 100 В. Трансформатор напряжения по схеме включения напоминает силовой трансформатор, его первичная обмотка включена на напряжение сети, а к вторичной обмотке с напряжением присоединяются параллельно катушки измерительных приборов и реле. Трансформатор напряжения в отличие от трансформатора тока работает с небольшой нагрузкой в режиме, близком к холостому ходу.

Схема соединения обмоток трёхфазного измерительного трансформатора напряжения



Трёхфазный трансформатор напряжения, имеющий две вторичные обмотки — для измерения напряжения и для контроля изоляции. Обмотка с выводами ад, хд, соединенная в разомкнутый треугольник, предназначена для присоединения реле напряжения KV. В нормальном режиме на выводах этой обмотки напряжение близко к нулю, при замыкании на землю в первичной сети симметрия напряжений нарушается и на обмотке появляется напряжение, достаточное для срабатывания реле, которое сигнализирует о повреждении. Вторая обмотка соединена в звезду с выведенной нулевой точкой и предназначена для измерений линейных и фазных напряжений.

Таблица 2

Пример расчета.  
Выбор трансформатора тока

Расчётные данные	Условие	Паспортные данные
$U_{\text{раб}} = 0,4 \text{ кВ}$	$\leq$	$U_{\text{ном}} = 0,66 \text{ кВ}$
$I_{\text{раб}} = 373 \text{ А}$	$\leq$	$I_{\text{ном}} = 400 \text{ А}$
$I_{\text{уд}} / (\sqrt{2} \cdot I_{\text{ном}}) = 26,1 / (\sqrt{2} \cdot 1637,3) = 11,13$	$\leq$	$K_{\text{д}} = 12$
$I_{\text{к}}^2 \cdot t_{\text{гр}} = 11,75^2 \cdot 0,65 = 89,74 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$		$(K_{\text{т}} I_{\text{ном}})^2 t_{\text{т}} = (11 \cdot 400)^2 \cdot 3$
$S_{\text{гр}} = 2 \text{ В} \cdot \text{А}$	$\leq$	$S_{\text{ном2}} = 5 \text{ В} \cdot \text{А}$



стен, %															
Коэффициент отражения от потолка, %	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Коэффициент отражения от поверхности, %	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

### Порядок выполнения занятия:

Порядок расчета освещения по методу коэффициента использования светового потока:

1. Определяется расчетная высота  $h$ .

Расчетная высота подвеса светильника определяется исходя из геометрических размеров помещения

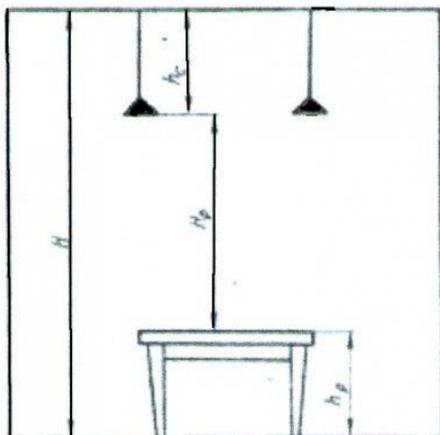
$$h = H - h_c - h_p, \text{ м,}$$

где  $H$  - высота помещения, м,

$h_c$  – расстояние светильника от перекрытия, при установке светильников на потолке, 1,5м.,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом ( $h_p = 0,8\text{м}$ ).

Определение расчетной высоты при расчетах электрического освещения



2. Определяется площади помещения.

3. Определяется индекс помещения  $i$ :

$$I = \frac{S}{h(A+B)},$$

где  $S$  - площадь помещения,

$h$  - высота подвеса;

$A$  - ширина помещения;

**В** - длина помещения.

4. Определяется коэффициент использования светового потока ламп  $\eta$  в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности  $\rho_c, \rho_p, \rho_r$ ;

5. Определяется коэффициент неравномерного освещения (при лампах накаливания и ртутных лампах – 1,5; при люминесцентных лампах – 1,1).

6. Определяется коэффициент запаса, ( $K = 1.5$ ).

7. Определяется нормированная минимальная освещенность, Лк.: работу программиста, можно отнести к разряду точных работ, следовательно, минимальная освещенность будет  $E = \text{Лк.}$

8. Рассчитывается освещенность по методу коэффициента использования светового потока

Вывод: получили практические навыки в расчете освещенности рабочего места.

## Практическое занятие № 15

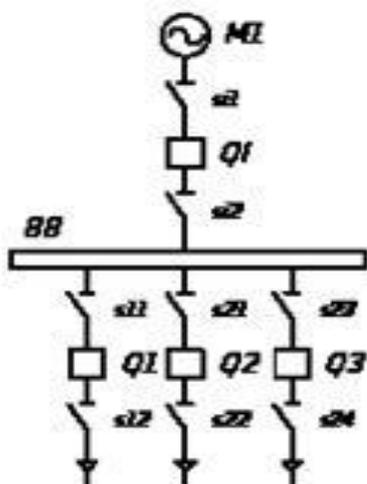
Тема: Составление электрической принципиальной схемы ЗРУ

Цель: получить практические навыки в составлении электрической принципиальной схемы ЗРУ

### Порядок выполнения занятия:

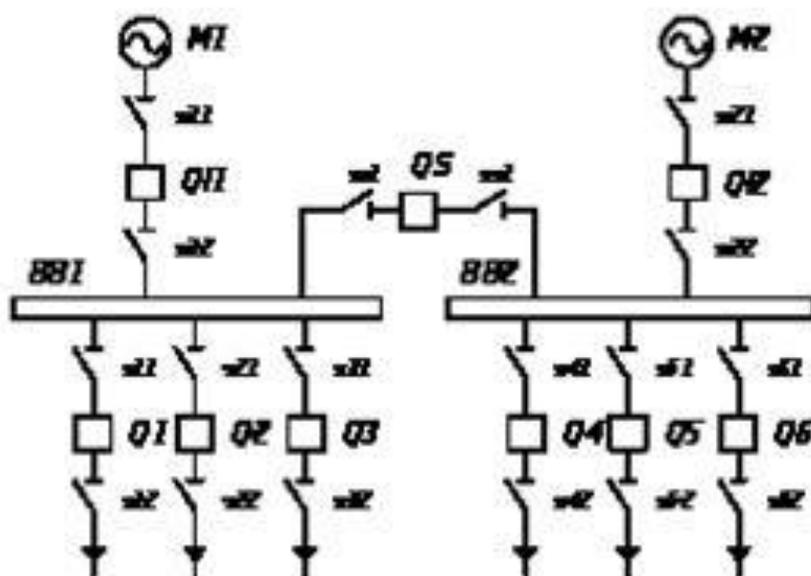
1. Схемы без секционирования.

Преимущества: простота и низкую себестоимость. Недостатки: неудобства в эксплуатации, профилактический ремонт любого элемента РУ должен сопровождаться отключением всего РУ. Авария на сборных шинах так же выводит из строя всё РУ.



2. Схема с двумя и более секциями сборных шин. При такой схеме каждая секция имеет своё питание и свою нагрузку. Секции

соединены между собой секционными выключателями (СВ). На станциях секционный выключатель обычно замкнут, из-за необходимости параллельной работы генераторов. В случае повреждения на одной из секций СВ отключается, отсекая повреждённую секцию от РУ. В случае аварии на самом СВ из строя выходят обе секции, но вероятность такого повреждения относительно мала. На низковольтных РУ (6-10кВ) СВ обычно оставляют отключённым, так что секции работают независимо друг от друга. В случае нарушения питания одной секции, сработает устройство АВР, которое отключит вводной выключатель секции и включит СВ. Потребители секции с отключённым питанием будут получать электроэнергию от питания смежной секции через секционный выключатель. Недостатки: на все время проведения контроля или ремонта секции СШ один источник питания отключается; повреждения в зоне секции СШ приводят к отключению всех линий соответствующей СШ; ремонт выключателей связан с отключением соответствующих присоединений.



3. Схема с двумя секциями сборных шин и обходным устройством. Для устранения недостатков предыдущих схем используется обходное устройство. Обходное устройство представляет собой один или два обходных выключателя на две секции, обходные разъединители и обходную систему шин. Схема позволяет проводить ревизию и ремонт выключателей без отключения присоединения. В нормальном режиме обходная система шин находится без напряжения, обходные разъединители отключены. В схеме могут быть установлены два обходных выключателя, осуществляющие связь каждой секции шин с обходной. В целях экономии средств ограничиваются одним обходным выключателем с двумя шинными разъединителями, с помощью которых обходной выключатель может быть присоединен к первой или второй секциям шин.

Схемы с двумя системами сборных шин.

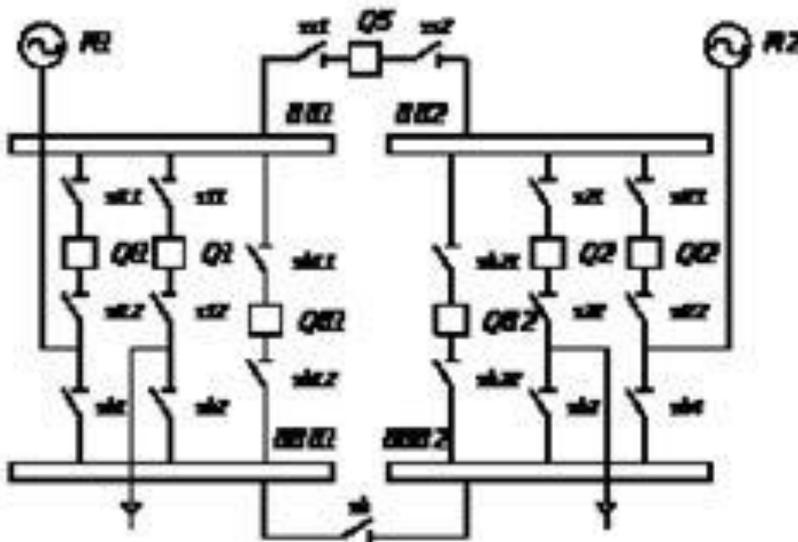
Подобное РУ похоже по устройству на РУ с секционированием сборных шин и обходным устройством, но, в отличие от него, обходная система шин

используется как рабочая, нагрузки на систему распределяют между обеими системами шин. Это делается для повышения надёжности электроснабжения. Отсутствие питания на одной из систем шин допускается только временно, пока ведутся ремонтные работы на другой системе шин.

Преимущества: возможность планового ремонта любой системы шин, без вывода из эксплуатации всего РУ; возможность разделения системы на две части, для повышения надёжности электроснабжения; возможность ограничения тока короткого замыкания.

Недостатки: сложность схемы; увеличение вероятности повреждений на сборных шинах из-за частых переключений разъединителей; при замыкании в шиносоединительном выключателе отключаются обе системы шин; ремонт выключателей и линейных разъединителей связан с отключением на время ремонта соответствующих присоединений.

Наибольшее распространение система получила в РУ на напряжение 110–220 кВ.



Вывод: получили практические навыки в составлении электрической принципиальной схемы ЗРУ

## Практическое занятие № 16

Тема: Расчет заземления распределительного устройства

Цель: Получить практические навыки в расчете заземления распределительного устройства

### Порядок выполнения занятия:

Выполнить расчёт сопротивления заземляющего устройства по указанным параметрам:

Вариант	Грунт	Число вертикальных заземлителей
1,5,9,13	грунт	4
2,6,10,14	садовая земля	6
3,7,11,15	известняк	4
4,8,12,16	чернозём	10

Расчёт сопротивлений заземляющих устройств.

В установках 6—35 кВ сопротивление заземляющего устройства в любое время года должно быть

$$R_z \leq \frac{250}{I_z} \quad (1)$$

но не более 10 Ом.

Если заземляющее устройство одновременно используется для установок до 1000 В, то

$$R_z \leq \frac{125}{I_z} \quad (2)$$

но не более 4 Ом,

где  $I_z$  — расчётный ток замыкания на землю, А.

Заземляющие устройства электроустановок с незаземлённой нейтралью выполняется в виде прямоугольника из горизонтальных и вертикальных заземлителей. Расчёт таких устройств можно вести методом коэффициента использования, принимая грунт однородным по глубине.

Расчёт производится в следующем порядке.

1. Определяется расчётный ток замыкания на землю. Приближённо для воздушных сетей

$$I_z = \frac{U \cdot l}{350} \quad (3)$$

для кабельных сетей

$$I_z = \frac{U \cdot l}{10} \quad (4)$$

где  $U$  — линейное напряжение, кВ;

$l$  — длина трёхфазных электрически связанных линий данного напряжения, км.

2. Определяется сопротивление естественных заземлителей (как правило, путём замера). Сопротивление искусственных заземлителей.

$$R_{иск} = \frac{R_e \cdot R_z}{R_e + R_z} \quad (5)$$

Если сопротивление естественных заземлителей неизвестно, то они не учитываются, т.е. принимаются

$$R_{иск} = R_z$$

В качестве искусственных заземлителей принимаются вертикальные стержни или трубы длиной  $l=3—5$  м, диаметром  $d=12—20$  мм или уголок. При использовании угловой стали с шириной полки  $h$  эквивалентный диаметр заземлителя принимается  $d=0,95h$ . В качестве горизонтальных заземлителей используются стальные полосы  $40 \times 4$  мм.

3. Определяется расчётное удельное сопротивление грунта

$$\rho_{расч} = k_c \rho \quad (6)$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление грунта, приведённое в табл. 1, Ом-м;  $k_c$  — коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и просыхание грунта. Для вертикальных электродов длиной  $3—5$  м  $k_{сc}=1,45-1,15$ , для горизонтальных электродов длиной  $10—15$  м  $k_{сc}=3,5-2,0$ .

Таблица 1

Грунт	$\rho$ , Ом-м	Грунт	$\rho$ , Ом-м
Песок	400-1000	Торф	20
Супесь	150—400	Чернозём	10-50
Суглинок	40-150	Известняк	1000—2000
Глина	8-70	Скалистый	
Садовая земля	40	Грунт	2000-4000

4. Определяется предварительная конфигурация заземляющего устройства с учётом его размещения на отведённой территории, причём расстояние между вертикальными заземлителями принимается не менее их длины. По плану заземляющего устройства определяются предварительно количество вертикальных заземлителей  $n_v$  и длина горизонтальных  $l_g$ .

$$r_e = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч}}{l} \left[ \lg \frac{2l}{d} + \frac{l}{2} \lg \frac{4l+l}{4l-l} \right]$$

5. Определяется сопротивление одного вертикального заземлителя (стержня), Ом

(7)

где  $t$  — глубина заложения, равная расстоянию от поверхности земли до середины заземлителя, м.  $t_e=0,7$  м;  $t_e=0,7+1(2$ .

6. Определяется сопротивление вертикальных заземлителей

$$n_e = \frac{r_e}{R_{иск} \cdot \eta_e} \quad (7.8)$$

где  $\eta_e$  — коэффициент использования вертикальных заземлителей, зависит от отношения расстояния между ними к длине  $all$  и количества  $n_v$  (приведены в табл. 2).

7. Определяется количество горизонтальных заземлителей (соединительные полосы контура), Ом

$$r_2 = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч}}{l} \lg \frac{2 \cdot l_2^2}{b \cdot t} \quad (9)$$

где  $l_2$  — длина полосы, м;  $b$  — ширина полосы, м;  $t$  — глубина заложения, м. С учётом коэффициента использования сопротивления полосы  $\eta_e$ ,

принимаемого по табл. 2:

$$R_z = \frac{r_z}{\eta_z}$$

Таблица 2

Число вертикальных заземлителей пв	Отношение a/l					
	1		2		3	
	Лк	ЛГ	ЧВ	ЛГ	Л*	ЛГ
4	0,69	0,45	0,78	0,55	0,85	0,70
6	0,61	0,40	0,73	0,48	0,80	0,64
10	0,55	0,36	0,69	0,43	0,76	0,60
20	0,47	0,27	0,63	0,32	0,70	0,45
40	0,41	0,23	0,58	0,29	0,66	0,39
60	0,39	0,18	0,55	0,27	0,65	0,36
80	0,38	0,15	0,53	0,25	0,62	0,34
100	0,36	0,14	0,52	0,24	0,61	0,33

8. Определяется необходимое сопротивление вертикальных заземлителей с учётом использования соединительной полосы

$$R_{иск} = \frac{R_z \cdot R_c}{R_c - R_z} \quad (11)$$

1. Определяется уточнённое количество вертикальных заземлителей

$$n'_z = \frac{r_z}{R_c \cdot \eta'_z} \quad (12)$$

где  $\eta'_z$  — уточнённое значение коэффициента использования.

На основе результатов расчёта уточняется конфигурация заземляющего устройства.

Пример расчёта заземляющего устройства РУ 6-35 кВ

Расчитать заземляющее устройство подстанции 35/6 кВ. Длина электрически связанных линий 35 кВ — 50 км, 6 кВ — 20 км.

На подстанции используется общее заземляющее устройство на напряжении до и выше 1000 В. Естественных заземлителей нет. Грунт — чернозём ( $\rho=50$  Ом м). Площадь подстанции (18x8) м<sup>2</sup>.

План заземляющего устройства показан на рис. 1.

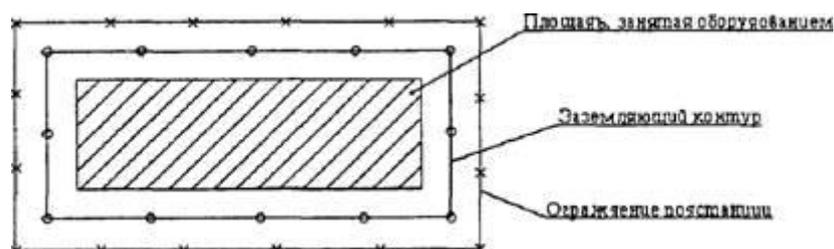


Рис. 1

$$I_3 = \frac{35 \cdot 50}{350} = 5 \text{ А};$$

$$R_3 = \frac{125}{5} = 5 \text{ Ом};$$

для РУ-6 кВ

1. Определяем сопротивление заземляющего устройства для РУ-35 кВ

$$I_3 = \frac{6 \cdot 20}{10} = 12 \text{ А};$$

$$R_3 = \frac{125}{12} = 10,4 \text{ Ом}.$$

Учитывая, что заземляющее устройство общее для РУ до 1000 В и выше 1000 В, принимаем  $R_3 = 4 \text{ Ом}$ .

2. Заземляющее устройство намечаем в виде контура из полосы 40x4 мм, проложенной на глубине 0,7 м вокруг подстанции и вертикальных стержней длиной 5 м и диаметром 12 мм на расстоянии 5 м друг от друга. Общая длина полосы 60 м, предварительно принимаем количество стержней.— 12.

3. Определим результирующее сопротивление заземляющего устройства. Сопротивление вертикальных заземлителей

$$R'_n = \frac{24,4}{8 \cdot 0,55} = 5,54 \text{ Ом}.$$

Сопротивление горизонтальной полосы

$$R'_n = \frac{24,4}{8 \cdot 0,55} = 5,54 \text{ Ом}.$$

Сопротивление заземляющего устройства

$$R_3 = \frac{5,54 \cdot 13,6}{5,54 + 13,6} = 3,93 \text{ Ом} < R_{доп} = 4 \text{ Ом}.$$

Вывод:

## Практическое занятие № 17

Тема: Составление однолинейной схемы тяговой подстанции

Цель: получить практические навыки в составлении однолинейной схемы тяговой подстанции

### Порядок выполнения занятия:

Схема главных электрических соединений составлена на основе типовых проектных решений.

Тяговая подстанция получает питание по двум одноцепным линиям 110 кВ, являющимися частью системы энергоснабжения района.

На подстанции установлено два тяговых трансформатора. Нормально в работе находится один из них, другой в резерве. В вынужденных режимах работы могут находиться оба трансформатора.

ОРУ 110 кВ выполнено с одной, секционированной выключателем и обходной системами шин. Трансформаторы подключены через высоковольтные выключатели с разъединителями. Для защиты от перенапряжений установлены ограничители перенапряжений типа ОПН-110. ОРУ 35 кВ служит для питания не тяговых потребителей прилегающего к подстанции района. Выполнено с одинарной системой шин, секционированной выключателем.

РУ 10 кВ служит для питания преобразовательных агрегатов, ТСН, фидеров продольного электроснабжения. Выполнено с одинарной системой шин, секционированной выключателем. РУ 10 кВ размещено в камерах наружной установки типа К-У1-У.

РУ 3,3 кВ – постоянного тока, питается от РУ 10 кВ через преобразовательный трансформатор и полупроводниковый преобразователь. Состоит РУ 3,3 кВ из рабочей и запасной плюсовых шин, секционированных двумя разъединителями на три секции, минусовая шина не секционируется, поскольку по условиям безопасности на ней допускается работа без снятия напряжения. К крайним секциям присоединены выпрямительные агрегаты и фидера контактной сети, к средней – запасной выключатель, разрядник, сглаживающее устройство. Нормально все секции работают параллельно, при ревизиях может отключаться любая крайняя секция. Выпрямительные агрегаты присоединены к шинам быстродействующими выключателями БВ и разъединителями. В цепи каждого фидера контактной сети, а также запасного выключателя включено последовательно по два быстродействующих выключателя.

Однолинейная схема главных электрических соединений тяговой подстанции приведена на чертеже (Рис. 2.1).

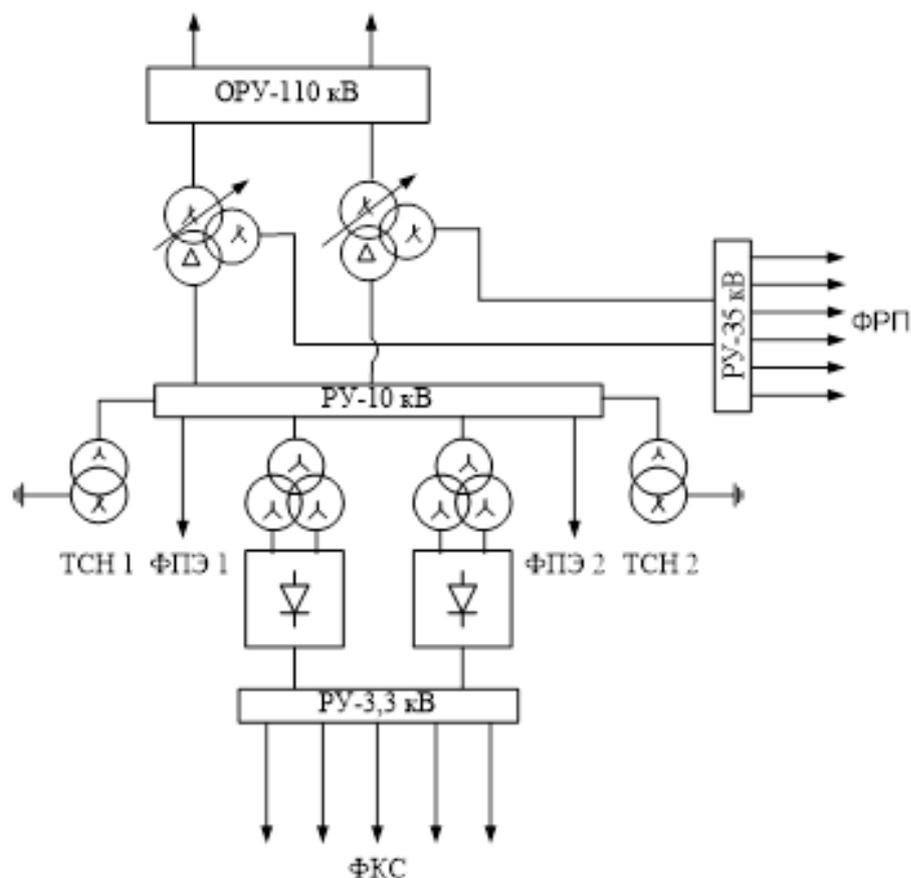


Рис. 2.1. Структурная схема опорной тяговой подстанции постоянного тока.

Вывод: получили практические навыки в составлении однолинейной схемы тяговой подстанции

### Практическое занятие № 18

Тема: Составление схемы питания и секционирования контактной сети

Цель: получить практические навыки в составлении схемы питания и секционирования контактной сети

Исходные данные: система тока, номер схемы задается преподавателем.

#### Порядок выполнения занятия:

1. Выполнить продольное секционирование участка контактной сети (на схеме).
2. Выполнить поперечное секционирование участка контактной сети (на схеме).
3. Подключить питание на продольные секции (на схеме).
4. Подключить питание на поперечные секции (на схеме).
5. Выполнить описание схемы питания и секционирования.

## Содержание отчета:

1. Выполненная схема питания и секционирования.
2. Дать описание понятия продольного секционирования участка контактной сети, чем выполняется.
3. Дать описание понятия поперечного секционирования участка контактной сети, чем выполняется.
4. Дать описание, как подключается питание на продольные и поперечные секции.

Вывод: получили практические навыки в составлении схемы питания и секционирования контактной сети

### 2. Критерии оценки практического занятия

**«5» «отлично»** -самостоятельно и правильно решил учебно-профессиональную задачу или задание, уверенно, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя понятия, ссылаясь на нормативно-правовую базу.

**«4» «хорошо»** -самостоятельно и в основном правильно решил учебно-профессиональную задачу или задание, уверенно, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя понятия.

**«3» «удовлетворительно»** - в основном решил учебно-профессиональную задачу или задание, допустил несущественные ошибки, слабо аргументировал свое решение, используя в основном понятия.

**«2» «неудовлетворительно»** - не решил учебно-профессиональную задачу или задание.

## **2.2. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ КУРС МДК.01.02 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Проверка и оценка усвоения обучающимися учебного материала, сформированности умений и навыков являются необходимым компонентом процесса обучения. Это не только **контроль** результатов обучения, но и **руководство** познавательной деятельностью обучающихся на разных стадиях учебного процесса.

Проверка и оценка знаний должны удовлетворять определенным дидактическим требованиям: систематичность, регулярность проверки и контроля обязательны.

Оценка знаний носит индивидуальный характер. Каждый обучающийся должен знать, что оцениваются его знания, его умения и навыки.

Знания, умения и навыки проверяются и оцениваются с точки зрения выполнения материала, заложенного в учебной программе профессионального модуля. Качество усвоения содержания программ – основной критерий оценки знаний.

Проверяя и оценивая усвоение обучающимися теоретического и фактического материала, нужно видеть влияние получаемых знаний на общее и умственное развитие, на формирование качеств личности, на отношение к учебе. Проверка знаний помогает преподавателю видеть процесс развития обучающегося, процесс формирования умственных, моральных, эмоциональных и волевых качеств личности.

Формы проверки знаний обучающихся представлены ниже.

### **ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

#### **УСТНЫЙ ОПРОС**

##### **1. Описание**

Устный опрос проводится с целью контроля усвоенных умений и знаний и последующего анализа типичных ошибок и затруднений обучающихся в конце изучения раздела/темы.

На проведение опроса отводится 15 минут.

##### **2. Критерии оценки устных ответов**

**Оценка «5» «отлично»** - студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

**Оценка «4» «хорошо»** - студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на

поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

**Оценка «3» «удовлетворительно»** - студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

**Оценка «2» «неудовлетворительно»** - Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками.

### 3.Примерные вопросы

Раздел/Тема	Вопросы
Тема 6.2 Электрооборудование установок электрической сварки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется сваркой?</li> <li>2. Зачем при сварке нужна энергия активации?</li> <li>3. Как по видам энергии активации и по состоянию веществ в зоне соединения можно разделить способы сварки?</li> <li>4. Какие известны способы сварки давлением и плавлением?</li> <li>5. Чем отличаются друг от друга способы сварки плавлением?</li> </ol>
Тема 7.1 Разработка технической документации электроснабжения проектов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение защитного заземления;</li> <li>2. Принцип действия защитного заземления;</li> <li>3. Область применения защитного заземления;</li> <li>4. Цель расчета защитного заземления;</li> <li>5. Нормирование значений сопротивления заземляющего устройства;</li> <li>6. Физический смысл коэффициента использования заземлителя.</li> </ol>

## ТЕСТЫ

### 1. Описание

Тесты проводятся с целью контроля усвоенных умений, знаний и последующего анализа типичных ошибок (затруднений) обучающихся в конце изучения раздела/темы.

На выполнение теста отводится 15 минут.

## 2. Критерии оценки

Оценка	Количество верных ответов
«5» - отлично	Выполнено 91-100 % заданий
«4» - хорошо	Выполнено 76-90% заданий
«3» - удовлетворительно	Выполнено 61-75 % заданий
«2» - неудовлетворительно	Выполнено не более 60% заданий

## 3. Примерные тестовые вопросы/ задания

1. Сваркой называется .....

а). Сварка – это технологический процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

б). Сварка - это свойство деталей образовывать неразъёмное соединение путём местного нагрева, с применением или без применения давления.

в). Сварка – это способность материалов образовывать неразъёмное соединение путём расплавления основного металла и соединения соединяемых частей с помощью давления.

2. Определите, какие из перечисленных видов сварки не относятся к термическому классу сварки:

а) дуговая;

б) газовая;

в) контактная;

3. Как называется класс сварки, объединяющий виды сварки, которые осуществляются с использованием тепловой энергии и давления:

а) термомеханический;

б) термический;

в) механический;

4. Дуговая сварка осуществляется под действием:

а) силы  $P$ ;

б) электрической дуги;

в) газового пламени;

5. Сварной шов в газовой сварке защищается с помощью:

а) нет защиты;

б) обмазки;

в) газового пламени;

6. Кто впервые применил при сварку угольный электрод?

а). Петров В.В.

б). Славянов Н.Г.

в). Бенардос Н.Н.

7. Степень механизации процесса газовой сварки:

а) полуавтоматическая;

б) ручная;

в) автоматическая;

8. Процесс образования электрона и ионов называется:

а) диссоциация;

б) ионизация;

в) рекомбинация;

9. Назовите основные зоны сварочной дуги:

а) катодная, анодная, столб дуги;

б) промежуточная, катодная, анодная;

в) анодная, ионизированная, плазменная;

10. Какая зона в сварочной дуге называется катодным пятном:

а) высокотемпературный участок на положительном электроде дуги;

б) наиболее яркий участок в средней части дуги;

в) высокотемпературный участок на отрицательном электроде дуги;

11. Какую полярность дуги называю прямой:

а) на электроде минус, на изделии плюс;

б) на электроде плюс, на изделии минус;

в) переменное изменение полярности на электроде и изделии

12. На какой полярности обеспечивается большее проплавление основного металла при ручной дуговой сварке

а) на обратной;

б) на переменном токе;

в) на прямой;

13. Что понимают под вольт-амперной характеристикой:

а) изменение напряжения на дуге с течением времени;

б) зависимость напряжения на сварочной дуге от величины тока;

в) изменение величины сварочного тока с течением времени

14. Почему рекомендуется вести сварку короткой дугой:

а) улучшается устойчивость горения дуги и защита сварочной зоны;

б) улучшается формирование шва;

в) увеличивается глубина провара и ширина шва;

15. Сколько участков имеет вольт-амперная характеристика дуги

а) 2; б) 4; в) 3;

16. Магнитное дутье – это:

а) защита сварочной ванны от окружающей среды;

б) отклонение дуги от нормального положения;

в) перенос капель металла через дугу;

17. При ручной дуговой сварке покрытыми электродами характерен перенос электродного металла:

а) мелкокапельный;

б) парами;

в) крупнокапельный;

18. Электрический аппарат, преобразующий переменный ток трехфазной сети в постоянный при помощи полупроводниковых приборов:

- а) трансформатор;
- б) генератор;
- в) выпрямитель;
- г) преобразователь

19. Внешняя характеристика источника питания для ручной дуговой сварки:

- а) жесткая;
- б) пологая;
- в) падающая;
- г) возрастающая.

20. Электрический аппарат, преобразующий механическую энергию в электрическую:

- а) генератор;
- б) трансформатор;
- в) выпрямитель;
- г) преобразователь;

21. Установка, состоящая из сварочного генератора и сварочного генератора с независимым возбуждением

- а) трансформатор;
- б) преобразователь;
- в) генератор;
- г) выпрямитель;

22. Номинальные сварочный ток и напряжение источника питания — это:

- а) максимальные ток и напряжение, которые может обеспечить источник;
- б) ток и напряжение, на которые рассчитан нормально работающий источник;
- в) напряжение и ток сети, к которой подключен источник питания;

23. Время, необходимое для подъема напряжения от нуля до напряжения повторного зажигания дуги (до 30 В) не должно превышать:

- а) 0,05 с; б) 0,005 с; в) 0,5 с; г) 5 с.

24. Процесс удаления серы и фосфора из металла сварного шва называется:

- а) раскисление;
- б) окисление;
- в) рафинирование;

25. Цифры после букв Св в марке сварочной проволоки Св-08Г2С обозначают содержание в сотых долях процента:

- а) углерода;
- б) кислорода;
- в) марганца;

Эталоны ответов:

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ:	а	в	а	б	в	в	б	б	а	в
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ответ:	а	в	б	а	в	б	в	в	а	а
№ вопроса	21	22	23	24	25					

Ответ:	<i>a</i>	<i>в</i>	<i>a</i>	<i>в</i>	<i>a</i>					
--------	----------	----------	----------	----------	----------	--	--	--	--	--

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

### 1. Описание

Самостоятельная работа по данному разделу/теме включает работу по самостоятельному изучению обучающимися ряда вопросов, выполнения домашних заданий, подготовку к лабораторно-практическим занятиям.

На самостоятельное изучение представленных ниже вопросов и выполнение заданий отводится 4 часа.

### 2. Критерии оценки самостоятельной работы

«5» «отлично» - в самостоятельной работе дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы. Изложение знаний в письменной форме полное, системное в соответствии с требованиями учебной программы. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием научной терминологии.

«4» «хорошо» - в самостоятельной работе дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки. Имеющиеся у обучающегося знания соответствуют минимальному объему содержания предметной подготовки. Изложение знаний в письменной форме полное, системное в соответствии с требованиями учебной программы. Возможны несущественные ошибки в формулировках. Ответ логичен, изложен литературным языком с использованием научной терминологии.

«3» «удовлетворительно» - дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Оформление требует поправок, коррекции.

«2» «неудовлетворительно» - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Изложение неграмотно, возможны существенные ошибки. Отсутствует интерес, стремление к добросовестному и качественному выполнению учебных заданий.

### 3. Примерные вопросы для самостоятельного изучения

1. Сварочные генераторы.
2. Электропроводки во взрыво- и пожароопасных помещениях.
3. Обслуживание и ремонт кабельных линий электропередачи.

### 4. Примерные формы отчетности результатов самостоятельной работы

- доклады,
- конспект.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

### 1. Описание

В ходе практического занятия обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины, учатся использовать формулы, применять различные методики расчета, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

Содержание, этапы проведения практического занятия представлены в обязательном приложении **Методические указания по проведению практических занятий по междисциплинарному курсу МДК.01.02 Электроснабжение электротехнологического оборудования.**

При оценивании практического занятия учитываются следующие критерии:

- качество выполнения работы;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Основная цель практического занятия № 1 «Способы преобразования электрической энергии в тепловую» - *изучить способы преобразования электрической энергии в тепловую.*

Основная цель практического занятия № 2 «Устройство и принцип действия электрических печей» - *изучить устройство и принцип действия электрических печей.*

Основная цель практического занятия № 3 «Устройство и принцип действия сварочных аппаратов» - *изучить устройство и принцип действия сварочных аппаратов.*

Основная цель практического занятия № 4 «Выбор электрооборудования для взрыво- и пожароопасных помещений» - *получить навыки в выборе электрооборудования для взрыво- и пожароопасных помещений.*

Основная цель практического занятия № 5 «Составление схем электроснабжения оборудования» - *получить практические навыки в составлении схем электроснабжения.*

Основная цель практического занятия № 6 «Составление спецификаций к схемам электроснабжения» - *получить практические навыки в составлении спецификаций к схемам электроснабжения.*

Основная цель практического занятия № 7 «Составление технологической карты для производства работ по ремонту кабельной линии» - *получить практические навыки в составлении технологической карты для производства работ по ремонту кабельной линии.*

Основная цель практического занятия № 8 «Составление технологической карты для производства работ по ремонту воздушной

линии» - *получить практические навыки в составлении технологической карты для производства работ по ремонту воздушной линии.*

На проведение практического занятия отводится 90 минут.

## **2. Критерии оценки практического занятия**

**«5» «отлично»** - самостоятельно и правильно решил учебно-профессиональную задачу или задание, уверенно, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя понятия, ссылаясь на нормативно-правовую базу.

**«4» «хорошо»** - самостоятельно и в основном правильно решил учебно-профессиональную задачу или задание, уверенно, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя понятия.

**«3» «удовлетворительно»** - в основном решил учебно-профессиональную задачу или задание, допустил несущественные ошибки, слабо аргументировал свое решение, используя в основном понятия.

**«2» «неудовлетворительно»** - не решил учебно-профессиональную задачу или задание.

### 3. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 3.1 ФОРМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Предметом оценки являются сформированные практический опыт, умения и знания, а также динамика освоения общих и профессиональных компетенций. Оценка освоения профессионального модуля предусматривает следующие формы промежуточной аттестации:

Элементы ПМ	Формы промежуточной аттестации по семестрам							
	1	2	3	4	5	6	7	8
МДК 01.01					Экзамен	Дифференцированный зачет		
МДК 01.02				Дифференцированный зачет				
Учебная практика				Дифференцированный зачет				
Производственная практика							Дифференцированный зачет	
<b>Профессиональный модуль</b>	Экзамен квалификационный							

#### 3.2 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ МДК 01.01

Предметом оценки являются сформированные практический опыт, умения и знания, а также динамика освоения общих и профессиональных компетенций. Оценка освоения междисциплинарного курса предусматривает следующие формы промежуточной аттестации:

#### ЭКЗАМЕН

**1. Условия аттестации:** аттестация проводится в форме экзамена по частичному или полному освоению учебного материала междисциплинарного курса.

**2. Время аттестации:** на проведение аттестации отводится академических часов.

**3. План варианта** (соотношение практических задач/вопросов с содержанием учебного материала в контексте характера действий аттестуемых).

**4. Общие условия оценивания**

Оценка по промежуточной аттестации носит *комплексный характер и может включать в себя:*

- результаты выполнения аттестационных заданий;
- оценку портфолио;
- оценку прочих достижений обучающегося.

## **5. Критерии оценки.**

**Оценка «5» «отлично»** - студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

**Оценка «4» «хорошо»** - студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

**Оценка «3» «удовлетворительно»** - студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

**Оценка «2» «неудовлетворительно»** - Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками.

## **6. Перечень вопросов и заданий для проведения экзамена**

1. На каком явлении основан принцип действия электрических машин.
2. В чем заключается принцип обратимости электрических машин.
3. Ученые, внесшие большой вклад в развитие электромашиностроения.
4. Номинальные параметры электрических машин.
5. Основные режимы работы электрических машин.
6. Основные части и узлы электрических машин постоянного тока.
7. Достоинства и недостатки электрических машин постоянного тока.
8. Типы якорных обмоток электрических машин постоянного тока.
9. Определение реакции якоря.
10. Коммутация (определение) и ее виды.
11. Перечислить причины, вызывающие искрение на коллекторе.
12. Способы улучшения коммутации.
13. Уравнение ЭДС ГПТ.
14. Перечислить основные характеристики электрических машин постоянного тока.

15. Перечислить способы возбуждения электрических машин постоянного тока.
16. Перечислить потери в электрических машинах постоянного тока.
17. Перечислить способы пуска ДПТ.
18. Назначение пусковых реостатов.
19. Перечислить способы регулирования скорости вращения ДПТ.
20. Перечислить способы торможения ДПТ.
21. Основные части и узлы асинхронных двигателей.
22. Скольжение (формула).
23. Потери в асинхронных двигателях.
24. Способы пуска в ход асинхронного двигателя.
25. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.
26. Реверсирование асинхронных двигателей.
27. Рабочие характеристики асинхронных двигателей.
28. Классификация трансформаторов по назначению.
29. Классификация трансформаторов по виду охлаждения.
30. Классификация трансформаторов по числу трансформируемых фаз.
31. Классификация трансформаторов по форме магнитопровода.
32. Принцип действия однофазного трансформатора.
33. Коэффициент трансформации (формула), какой трансформатор называют повышающим, а какой понижающим?
34. Номинальные параметры трансформаторов.
35. Схемы соединения трехфазных трансформаторов.
36. Потери в трансформаторе.
37. КПД трансформатора (формула).
38. Сварочный трансформатор: схема, назначение, регулирование сварочного тока.
39. Классификация электрических машин, принцип действия. Схемы включения, способы создания магнитного потока, номинальные параметры. Основные режимы работы.
40. Электрические машины постоянного тока: конструкция, принцип действия. Принцип обратимости. Электромагнитный момент и энергетическая диаграмма.
41. ЭДС якорной обмотки машины постоянного тока (вывод формулы), ее регулирование.
42. Виды и устройство якорных обмоток машин постоянного тока. Их основные параметры. Выбор типа обмоток.
43. Типы проводников, применяемых на подстанциях. Выбор сечения проводников.
44. Назначение и типы проходных и опорных изоляторов для внутренней и наружной установки.
45. Выбор жестких шин и изоляторов.
46. Электрические кабели, их классификация. Виды изоляции кабелей.
47. Особенности прокладки кабелей.

48. Типы, конструктивные особенности, технические данные рубильников, переключателей.
49. Типы, конструктивные особенности, технические данные предохранителей, контакторов.
50. Типы, конструктивные особенности, технические данные автоматических выключателей, магнитных пускателей.
51. Типы, конструктивные особенности, технические данные реле, программируемых реле.
52. Интеллектуальные системы управления.
53. Назначение, типы и конструкции разъединителей для наружной и внутренней установки.
54. Назначение, типы и конструкции отделителей и короткозамыкателей.
55. Типы, конструкции, достоинства, недостатки и область применения масляных баковых, маломасляных, воздушных, электромагнитных, вакуумных, элегазовых и синхронизированных выключателей, обслуживание.
56. Рабочее освещение. Аварийное освещение. Эвакуационное освещение.
57. Организация рабочего места для создания комфортных зрительных условий.
58. Нормы освещения рабочего места.
59. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.
60. Комплектные токопроводы, их конструкции и выбор.

## **7. Варианты заданий для проведения экзамена**

### **Вариант – 1**

*Задание 1. На каком явлении основан принцип действия электрических машин.*

*Задание 2. Комплектные токопроводы, их конструкции и выбор.*

### **Вариант – 2**

*Задание 1. В чем заключается принцип обратимости электрических машин.*

*Задание 2. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.*

### **Вариант – 3**

*Задание 1. Ученые, внесшие большой вклад в развитие электромашиностроения.*

*Задание 2. Нормы освещения рабочего места.*

### **Вариант – 4**

*Задание 1. Номинальные параметры электрических машин.*

*Задание 2. Организация рабочего места для создания комфортных зрительных условий.*

### **Вариант – 5**

*Задание 1. Основные режимы работы электрических машин.*

*Задание 2. Рабочее освещение. Аварийное освещение. Эвакуационное освещение.*

### **Вариант – 6**

*Задание 1. Основные части и узлы электрических машин постоянного тока.*

*Задание 2. Типы, конструкции, достоинства, недостатки и область применения масляных баковых, маломасляных, воздушных, электромагнитных, вакуумных, элегазовых и синхронизированных выключателей, обслуживание.*

**Вариант – 7**

*Задание 1. Достоинства и недостатки электрических машин постоянного тока.*

*Задание 2. Назначение, типы и конструкции отделителей и короткозамыкателей.*

**Вариант – 8**

*Задание 1. Типы якорных обмоток электрических машин постоянного тока.*

*Задание 2. Назначение, типы и конструкции разъединителей для наружной и внутренней установки.*

**Вариант – 9**

*Задание 1. Определение реакции якоря.*

*Задание 2. Интеллектуальные системы управления.*

**Вариант – 10**

*Задание 1. Коммутация (определение) и ее виды.*

*Задание 2. Типы, конструктивные особенности, технические данные реле, программируемых реле.*

**Вариант – 11**

*Задание 1. Перечислить причины, вызывающие искрение на коллекторе.*

*Задание 2. Типы, конструктивные особенности, технические данные автоматических выключателей, магнитных пускателей.*

**Вариант – 12**

*Задание 1. Способы улучшения коммутации.*

*Задание 2. Типы, конструктивные особенности, технические данные предохранителей, контакторов.*

**Вариант – 13**

*Задание 1. Уравнение ЭДС ГПТ.*

*Задание 2. Типы, конструктивные особенности, технические данные рубильников, переключателей.*

**Вариант – 14**

*Задание 1. Перечислить основные характеристики электрических машин постоянного тока.*

*Задание 2. Особенности прокладки кабелей.*

**Вариант – 15**

*Задание 1. Перечислить способы возбуждения электрических машин постоянного тока.*

*Задание 2. Электрические кабели, их классификация. Виды изоляции кабелей.*

**Вариант – 16**

*Задание 1. Перечислить потери в электрических машинах постоянного тока.*

*Задание 2. Выбор жестких шин и изоляторов.*

**Вариант – 17**

*Задание 1. Перечислить способы пуска ДПТ.*

*Задание 2. Назначение и типы проходных и опорных изоляторов для внутренней и наружной установки.*

**Вариант – 18**

*Задание 1. Назначение пусковых реостатов.*

*Задание 2. Типы проводников, применяемых на подстанциях. Выбор сечения проводников.*

**Вариант – 19**

*Задание 1. Перечислить способы регулирования скорости вращения ДПТ.*

*Задание 2. Виды и устройство якорных обмоток машин постоянного тока. Их основные параметры. Выбор типа обмоток.*

**Вариант – 20**

*Задание 1. Перечислить способы торможения ДПТ.*

*Задание 2. ЭДС якорной обмотки машины постоянного тока (вывод формулы), ее регулирование.*

**Вариант – 21**

*Задание 1. Основные части и узлы асинхронных двигателей.*

*Задание 2. Электрические машины постоянного тока: конструкция, принцип действия. Принцип обратимости. Электромагнитный момент и энергетическая диаграмма.*

**Вариант – 22**

*Задание 1. Скольжение (формула).*

*Задание 2. Классификация электрических машин, принцип действия. Схемы включения, способы создания магнитного потока, номинальные параметры. Основные режимы работы.*

**Вариант – 23**

*Задание 1. Потери в асинхронных двигателях.*

*Задание 2 Сварочный трансформатор: схема, назначение, регулирование сварочного тока.*

**Вариант – 24**

*Задание 1. Способы пуска в ход асинхронного двигателя.*

*Задание 2 КПД трансформатора (формула).*

**Вариант – 25**

*Задание 1. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.*

*Задание 2 Потери в трансформаторе.*

**Вариант – 26**

*Задание 1. Реверсирование асинхронных двигателей.*

*Задание 2 Схемы соединения трехфазных трансформаторов.*

**Вариант – 27**

*Задание 1. Рабочие характеристики асинхронных двигателей.*

*Задание 2 Номинальные параметры трансформаторов.*

**Вариант – 28**

*Задание 1. Классификация трансформаторов по назначению.*

*Задание 2 Коэффициент трансформации (формула), какой трансформатор называют повышающим, а какой понижающим?*

### **Вариант – 29**

*Задание 1. Классификация трансформаторов по виду охлаждения.*

*Задание 2 Принцип действия однофазного трансформатора*

### **Вариант – 30**

*Задание 1. Классификация трансформаторов по числу трансформируемых фаз.*

*Задание 2 Классификация трансформаторов по форме магнитопровода*

## **8. Рекомендуемая литература для разработки оценочных средств и подготовки обучающихся к экзамену:**

Основная учебная литература:

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Е.А. Конюхова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 320 с.
2. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.Д. Карнеева, Т.В. Чиркова.- 10-е изд., стер.-М.: ИЦ «Академия», 2013.-448с.
3. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн.2: Учебник для учреждений нач. проф. образования / Ю.Д. Сибикин. – 8-е изд; исп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.

Дополнительная учебная литература:

1. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справ.: Учебное пособие. – М.: Форум: Инфра-М, 2008. – 480 с.
2. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 2009 г. – М.: КНОРУС, 2013. – 488 с.
3. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 214 с. (аналогичные издания)
4. Кожунов В.И. Устройство электрических подстанций [Текст]: Учебное пособие. - М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2016. – 401 с.
5. Устройство и техническое обслуживание контактной сети [Текст]: учеб. пособие / В.Е. Чекулаев и др.; под ред. А.А. Федотова. – М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014. – 436 с.

## **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ЗАЧЕТ**

**1. Условия аттестации:** аттестация проводится в форме дифференцированного зачета по завершению освоения учебного материала.

**2. Время аттестации:** на проведение аттестации отводится 2 академических часа.

**3. План варианта** (соотношение контрольных задач/вопросов с содержанием учебного материала в контексте характера действий аттестуемых).

#### 4. Общие условия оценивания

Оценка по промежуточной аттестации может носить комплексный характер и включать в себя:

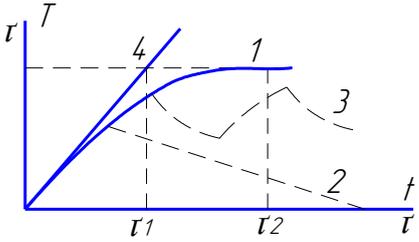
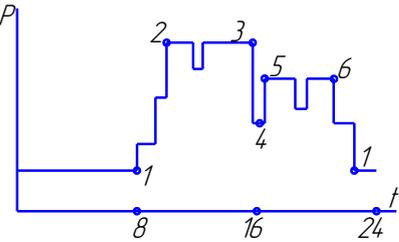
- результаты выполнения аттестационных заданий;
- оценку портфолио;
- прочие достижения обучающегося.

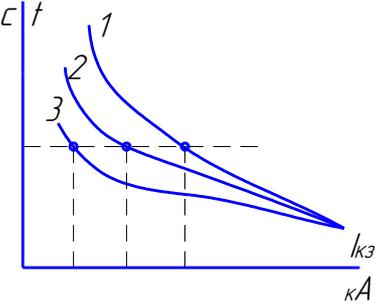
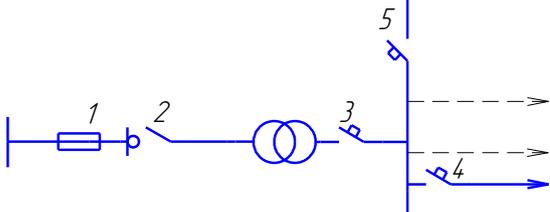
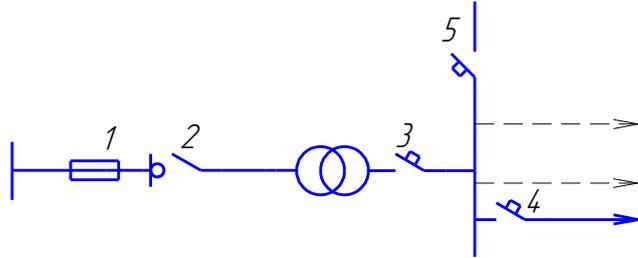
#### 5. Критерии оценки.

Оценка	Количество верных ответов
«5» - отлично	Выполнено 91-100 % заданий
«4» - хорошо	Выполнено 76-90% заданий
«3» - удовлетворительно	Выполнено 61-75 % заданий
«2» - неудовлетворительно	Выполнено не более 60% заданий

#### 6. Варианты заданий для проведения дифференцированного зачета

№ п/п	Задание (вопрос)	Эталон ответа	P <sub>max</sub>
Выберите правильный ответ или (и) дополните фразу			
1.	Найдите определение (ЭП) электроприемника <i>А. Устройство, где происходит прием и распределение электрической энергии без изменения его вида;</i> <i>Б. Устройство, служащее для преобразования электрической энергии в другие виды;</i> <i>В. Устройство, служащее для преобразования электрической энергии по напряжению;</i> <i>Г. Устройство, служащее для преобразования электрической энергии по роду тока.</i>	Б	4
2.	Какие из перечисленных характеристик не являются главными при расчете нагрузок: <i>А. номинальная мощность;</i> <i>Б. расчетный ток;</i> <i>В. паспортная мощность;</i> <i>Г. режим работы.</i>	В	4

3.	<p>Какая кривая соответствует повторно-кратковременному режиму работы?</p>  <p>         А. 1          Б. 2          В. 3          Г. 4       </p>	В	4
4.	<p>Какой участок графика двухсменной работы соответствует максимуму нагрузки 2-ой смены:</p>  <p>         А. 1-2          Б. 2-3          В. 3-4-5          Г. 5-6       </p>	Г	4
5.	<p>По нагрузке какой смены обычно принято выбирать оборудование?</p> <p>         А. Первой          Б. Второй          В. Третьей          Г. По наиболее загруженной       </p>	Г	4
6.	<p>Назовите формулу для определения <math>K_C</math> (коэффициента спроса).</p> <p>         А. <math>K = \frac{P_{CM}}{P_H}</math>    Б. <math>K = \frac{P_M}{P_{CM}}</math>    В. <math>K = \frac{P_M}{P_H}</math>    Г. <math>K = \frac{P_{CM}}{P_M}</math> </p>	В	4
7.	<p>Назовите формулу для определения <math>K_{И}</math> (коэффициент использования).</p> <p>         А. <math>K = \frac{P_{CM}}{P_H}</math>    Б. <math>K = \frac{P_M}{P_{CM}}</math>    В. <math>K = \frac{P_M}{P_H}</math>    Г. <math>K = \frac{P_{CM}}{P_M}</math> </p>	А	4
8.	<p>Укажите элемент схемы, служащий для защиты всего ответвления при к.з:</p>  <p>         А. 1          Б. 2          В. 3          Г. 4       </p>	Б	4
9.	<p>Радиальные схемы питающих сетей применяются...</p> <p>         А. для питания мощных сосредоточенных нагрузок;          Б. для питания ответственных ЭП (механизмы доменных печей, потребители химической и нефтеперерабатывающей промышленности)          В. для питания агрегатов взаимно-связанных механизмов;          Г. для питания ЭП с толчковым режимом работы.       </p>	А	4
10.	<p>По какой характеристике нужно определить время срабатывания</p>		

	<p>предохранителя, если температура окружающей среды увеличилась?</p>  <p> <i>A. 1</i>  <i>Б. 2</i>  <i>В. 3</i>  <i>Г. нет правильного ответа</i> </p>	В	4
11.	<p>Какой коммутационный аппарат защищает трансформатор при К.З. на стороне ВН?</p>  <p> <i>A. 1</i>  <i>Б. 2</i>  <i>В. 3</i>  <i>Г. 4</i> </p>	В	4
12.	<p>Как должны быть обозначены шины при переменном трехфазном токе?</p> <p> <i>A. шины фазы А- красным цветом; шины фазы В – зеленым; шины фазы С – желтым;</i>  <i>Б. шины фазы А- желтым цветом; шины фазы В –красным; шины фазы С –зеленым;</i>  <i>В. шины фазы А- зеленым цветом; шины фазы В – желтым; шины фазы С – красным;</i>  <i>Г. шины фазы А- желтым цветом; шины фазы В – зеленым; шины фазы С – красным.</i> </p>	Г	4
13.	<p>Какой коммутационный аппарат защищает трансформатор при К.З. на стороне НН?</p>  <p> <i>A. 1</i>  <i>Б. 2</i>  <i>В. 3</i>  <i>Г. 4</i> </p>	А	4
14.	<p>Какой тип ТП применяется для питания ответственных потребителей I и II категории?</p> <p> <i>A. однитрансформаторные ТП;</i>  <i>Б. двухтрансформаторные ТП;</i>  <i>В. трехтрансформаторные ТП;</i>  <i>Г. нет правильного ответа</i> </p>	Б	4
15.	<p>В каком случае можно применить однитрансформаторные ТП?</p> <p> <i>A. для неответственных производств III и II категории с резервированием (машиностроение, металлообработка и т.п.);</i>  <i>Б. ответственные отрасли с потребителями I и II категории (химия, нефтепереработка и т.д.);</i>  <i>В. для наиболее ответственных потребителей, где перерыв в подаче электроэнергии недопустим;</i>  <i>Г. для потребителей I категории.</i> </p>	А	4

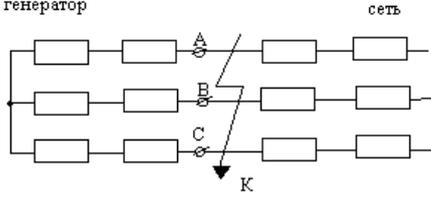
16.	<p>Какое значение параметра является номинальным?</p> <p><i>А. значение, замеренное при номинальном напряжении;</i>  <i>Б. значение, замеренное при номинальном токе;</i>  <i>В. значение, указанное изготовителем электротехнического устройства;</i>  <i>Г. значение, замеренное при нормальном режиме эксплуатации.</i></p>	В	4
17.	<p>Какое буквенное обозначение должен иметь проводник защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевой защитный проводник в электроустановках до 1 кВ:</p> <p><i>А. N</i>  <i>Б. PEN</i>  <i>В. M</i>  <i>Г. PE</i></p>	А	4
18.	<p>К потребителю электрической энергии относится...</p> <p><i>А. аппарат, агрегат, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии;</i>  <i>Б. электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории;</i>  <i>В. электроприемник или группа электроприемников, и размещающихся на определенной территории;</i>  <i>Г. электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом.</i></p>	А	4
19.	<p>Расчетной нагрузкой называется...</p> <p><i>А. длительная нагрузка, вызывающая в проводнике тот же максимальный перегрев над окружающей температурой, что и заданная переменная нагрузка;</i>  <i>Б. неизменная во времени нагрузка, вызывающая в проводнике ту же величину теплового износа изоляции, что и заданная переменная нагрузка;</i>  <i>В. длительная неизменная по величине нагрузка, эквивалентная фактической переменной нагрузке по наиболее тяжелому тепловому воздействию на элементы электрической сети;</i>  <i>Г. неизменная по величине нагрузка.</i></p>	Б	4
20.	<p>Выделите главное достоинство однострансформаторных подстанций.</p> <p><i>А. наиболее простое и дешевое решение питания ЭП II и III категорий надёжности. При взаимном резервировании и чётко налаженном складском резерве - до 20% I категории;</i>  <i>Б. наивыгоднейшее использование трансформаторной мощности и возможность удовлетворения прироста нагрузок;</i>  <i>В. выбор наивыгоднейшей мощности трансформаторов соседних цеховых ТП и сечение резервной перемычки по условиям взаимного резервирования в пределах допустимых ПУЭ;</i>  <i>Г. высокая экономичность выбора режимов питания в часы малых нагрузок.</i></p>	Г	4
21.	<p>Определить местоположение подстанции – это значит ...</p> <p><i>А. найти приемлемое, с технологической точки зрения, расположение подстанции;</i>  <i>Б. найти свободное место на территории цеха;</i></p>	В	4

	<p><i>В. найти координаты центра нагрузок;</i>  <i>Г. найти такое расположение подстанции, где будет допустимой величина потери напряжения.</i></p>		
22.	<p>Схема замещения для расчета токов КЗ – это ...  <i>А. вариант электрической схемы, где все элементы заменены сопротивлениями;</i>  <i>Б. вариант расчетной схемы, где все элементы заменены сопротивлениями, а магнитные связи – электрическими;</i>  <i>В. вариант электрической схемы для расчета токов КЗ;</i>  <i>Г. вариант электрической схемы для расчета токов и напряжений КЗ, а также составления векторных диаграмм.</i></p>	А	4
23.	<p>Для электроприемников, работающих в повторно-кратковременном режиме, за номинальную мощность принимается мощность, приведенная...  <i>А. к продолжительному режиму;</i>  <i>Б. к длительному режиму;</i>  <i>В. номинальному режиму работы;</i>  <i>Г. к постоянному режиму работы.</i></p>	Б	4
24.	<p>Электроприемники в отношении обеспечения надежности электроснабжения не делятся на...  <i>А. электроприемники особой группы;</i>  <i>Б. электроприемники первой категории;</i>  <i>В. электроприемники второй категории;</i>  <i>Г. электроприемники третьей категории.</i></p>	А	4
25.	<p>Что называется системой электроснабжения промышленного предприятия?  <i>А. совокупность устройств для передачи и распределения энергии к цехам и промышленным установкам предприятия;</i>  <i>Б. совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией;</i>  <i>В. совокупность устройств для производства, передачи и распределения электрической энергии;</i>  <i>Г. совокупность потребителей электроэнергии.</i></p>	А	4
26.	<p>Для выбора компенсирующего устройства (КУ) необходимо знать...  <i>А. ток КУ;</i>  <i>Б. тип КУ;</i>  <i>В. напряжение КУ;</i>  <i>Г. расчетную реактивную мощность.</i></p>	Г	4
27.	<p>Для электроприемников характерны следующие режимы работы:  <i>А. длительный;</i>  <i>Б. кратковременный;</i>  <i>В. повторный;</i>  <i>Г. повторно-кратковременный.</i></p>	В	4
28.	<p>При продолжительном режиме работы электрического двигателя его нагрузка...  <i>А. постепенно нарастает до номинального значения;</i>  <i>Б. постепенно снижается;</i>  <i>В. неизменна;</i>  <i>Г. нарастает до номинального значения, а затем снижается.</i></p>	А	4

29.	<p>Повторно-кратковременный режим работы характеризуется длительностью рабочего периода – продолжительностью включения, который определяется...</p> <p><i>А. отношением времени всего цикла ко времени включения;</i>  <i>Б. отношением времени включения ко времени всего цикла;</i>  <i>В. отношением времени включения ко времени паузы;</i>  <i>Г. отношением времени паузы ко времени включения.</i></p>	В	4
30.	<p>Графиком электрической нагрузки называют...</p> <p><i>А. зависимость напряжения от тока нагрузки;</i>  <i>Б. изменение напряжения во времени;</i>  <i>В. изменение тока во времени;</i>  <i>Г. зависимость тока нагрузки от напряжения.</i></p>	В	4
31.	<p>При расчете электрических нагрузок под характерными сутками понимают:</p> <p><i>А. 1 декабря и 1 июня текущего года;</i>  <i>Б. сутки с наибольшим потреблением электроэнергии;</i>  <i>В. первый рабочий недели;</i>  <i>Г. выходной день.</i></p>	А	4
32.	<p>Режим работы электрической сети, при котором система находится в состоянии с резко изменяющимися параметрами, называется .....</p> <p><i>А. нормальный установившийся;</i>  <i>Б. переходный неуставившийся;</i>  <i>В. аварийный;</i>  <i>Г. после аварийный установившийся.</i></p>	В	4
33.	<p>Число трансформаторов на подстанции определяется отношением .....</p> <p><i>А. установленной мощности к номинальной мощности;</i>  <i>Б. напряжений на первичной и вторичной обмотки;</i>  <i>В. входного и выходного токов;</i>  <i>Г. числа витков первичной и вторичной обмоток.</i></p>	А	4
34.	<p>Основу энергосистемы, без которой передача электроэнергии невозможна составляет .....</p> <p><i>А. ТЭС;</i>  <i>Б. ГЭС;</i>  <i>В. АЭС;</i>  <i>Г. ЛЭП.</i></p>	Г	4
35.	<p>Основными частями ТЭС является ....</p> <p><i>А. гидротурбина и гидрогенератор;</i>  <i>Б. паротурбина и парогенератор;</i>  <i>В. реактор и генератор;</i>  <i>Г. солнечные батареи.</i></p>	Б	4
36.	<p>Тип режима работы электроприемника, отвечающий строго ритмичному процессу с периодом поточного и автоматизированного производства по жесткой программе, называется .....</p> <p><i>А. периодический;</i>  <i>Б. циклический;</i>  <i>В. не циклический;</i>  <i>Г. не регулярный.</i></p>	А	4
37.	<p>Для определения тока короткого замыкания расчетную схему преобразовывают в ....</p> <p><i>А. принципиальную схему;</i></p>	Б	4

	<p><i>Б. схему замещения;</i>  <i>В. схему совмещения;</i>  <i>Г. монтажную схему.</i></p>		
38.	<p>Короткое замыкание, при котором замыкание двух фаз между собой сопровождается замыканием точки повреждения на землю, называется ...</p> <p><i>А. трехфазным;</i>  <i>Б. двухфазным;</i>  <i>В. двухфазным на землю;</i>  <i>Г. однофазным.</i></p>	В	4
39.	<p>Для компенсации реактивной мощности в электрических сетях применяют</p> <p><i>А. реакторы;</i>  <i>Б. статические конденсаторы;</i>  <i>В. трансформаторы;</i>  <i>Г. электрические аппараты.</i></p>	Б	4
40.	<p>Основной частью проекта электроснабжения объекта является ....</p> <p><i>А. определение ожидаемых нагрузок;</i>  <i>Б. выбор средств защиты;</i>  <i>В. выбор электропроводки;</i>  <i>Г. определение мощностей потребителей.</i></p>	А	4
41.	<p>График электрических нагрузок, позволяющий составить характеристику при длительном наблюдении за действующими объектами, называется ...</p> <p><i>А. индивидуальный;</i>  <i>Б. групповой;</i>  <i>В. типовой;</i>  <i>Г. годовой.</i></p>	В	4
42.	<p>Правильное определение ожидаемых нагрузок делает правильный выбор ..</p> <p><i>А. средств компенсации реактивной мощности;</i>  <i>Б. устройств регулирования напряжения;</i>  <i>В. релейной защиты сетей;</i>  <i>Г. вида электропроводки.</i></p>	В	4
43.	<p>Какие трансформаторы не применяются в цеховых трансформаторных подстанциях ...</p> <p><i>А. масляные;</i>  <i>Б. совтоловые;</i>  <i>В. сухие;</i>  <i>Г. сварочные.</i></p>	Г	4
44.	<p>Определите значение потери напряжения % в электрической сети, если напряжение на зажимах источника питания 26В, а на зажимах потребителя 25В.</p> <p><i>А. 2%;</i>  <i>Б. 1%;</i>  <i>В. 4%;</i>  <i>Г. 10%.</i></p>	В	4
45.	<p>Укажите процент допускаемой перегрузки трансформатора на подстанции.</p> <p><i>А. 10%;</i>  <i>Б. 20%;</i>  <i>В. 50%;</i>  <i>Г. 30%.</i></p>	Г	4

46.	Недостатком сухих трансформаторов, применяемых на трансформаторных подстанциях, является.... <i>А. подверженность грозovým перенапряжениям;</i> <i>Б. большая стоимость;</i> <i>В. пожароопасность;</i> <i>Г. большие габариты.</i>	А	4
47.	Достоинством энергосистемы не является ... <i>А. надежность питания потребителей;</i> <i>Б. возможность менять направления потоков энергии в течении суток;</i> <i>В. постоянство напряжения и частоты;</i> <i>Г. возможность получения высоких и сверхвысоких напряжений.</i>	Г	4
48.	Основными частями АЭС являются ... <i>А. гидротурбина и гидрогенератор;</i> <i>Б. паротурбина и парогенератор;</i> <i>В. реактор и генератор;</i> <i>Г. солнечные батареи.</i>	В	4
49.	Тип режима работы электроприемника, когда условия стабильности потребления электрической энергии не соблюдаются, а технологический процесс носит неустановившийся характер, называют .... <i>А. нерегулярный;</i> <i>Б. нециклический;</i> <i>В. периодический;</i> <i>Г. циклический.</i>	А	4
50.	Отношение среднемесячной нагрузки предприятия к номинальной нагрузке называется коэффициентом .....	Б	4
51.	В качестве защиты магистральных линий электропередач применяют следующий вид релейной защиты ... <i>А. высокочастотная;</i> <i>Б. защита напряжения;</i> <i>В. токовая направленная;</i> <i>Г. токовая ненаправленная.</i>	А	4
52.	Для подачи сигнала о срабатывании соответствующей защиты применяют <i>А. реле максимального тока;</i> <i>Б. реле минимального напряжения;</i> <i>В. реле времени;</i> <i>Г. указательное реле.</i>	Г	4
53.	Мощность, которая не преобразовывается в другие виды и идет лишь на создание магнитных и электрических полей, это- ..... мощность <i>А. активная;</i> <i>Б. реактивная;</i> <i>В. полная;</i> <i>Г. суммарная.</i>	Б	4
54.	Схема электроснабжения, при которой каждая питающая линия соединяет один электроприемник с распределительным пунктом или подстанцией, называется ..... <i>А. принципиальной;</i>	В	4

	<i>Б. магистральной;</i> <i>В. радиальной;</i> <i>Г. смешанной.</i>		
55.	Укажите величину, не являющуюся расчетной при определении тока короткого замыкания ..... <i>А. Р;</i> <i>Б. S<sub>б</sub>;</i> <i>В. I<sub>б</sub>;</i> <i>Г. U<sub>б</sub>.</i>	А	4
56.	Электроустановка, состоящая из трансформаторов, преобразователей электроэнергии, распределительных устройств, устройств защиты и управления, называется ... <i>А. осветительной установкой;</i> <i>Б. подстанцией;</i> <i>В. электрической сетью;</i> <i>Г. сигнальным устройством.</i>	Б	4
57.	Укажите вид короткого замыкания указанного на рисунке.  <i>А. однофазное;</i> <i>Б. двухфазное;</i> <i>В. двухфазное на землю;</i> <i>Г. трехфазное.</i>	Г	4
58.	При работе в каком режиме достигается тепловое равновесие и устанавливается определенная температура электроприемника ..... <i>А. кратковременным;</i> <i>Б. повторно-кратковременном;</i> <i>В. длительном;</i> <i>Г. непрерывном.</i>	В	4
59.	На трехфазное короткое замыкание в системах электроснабжения от общего количества КЗ приходится.... <i>А. 5%</i> <i>Б. 65%</i> <i>В. 10%</i> <i>Г. 20%</i>	А	4
60.	При каком режиме работы после включения и нагревания электроприемников за время отключения температура понижается до температуры окружающей среды? <i>А. длительном;</i> <i>Б. кратковременном;</i> <i>В. повторно-кратковременном;</i> <i>Г. непрерывном.</i>	Б	4
61.	Укажите единицу измерения базисной мощности при расчете тока короткого замыкания. <i>А. В</i> <i>Б. Вт</i> <i>В. кВ·А</i>	В	4

	<i>Г. Вар</i>		
62.	<p>На рисунке изображен элемент системы электроснабжения, назовите его</p> <p><i>А. Нагрузка;</i>  <i>Б. Выключатель;</i>  <i>В. Потребитель;</i>  <i>Г. Кабельная линия.</i></p>		Г 4
63.	<p>Способность релейной защиты срабатывать в минимально короткие сроки, в течение которых оборудование не выходит из строя, называется ...</p> <p><i>А. селективность;</i>  <i>Б. чувствительность;</i>  <i>В. быстроедействие;</i>  <i>Г. надежность.</i></p>		В 4
64.	<p>Ток, возникающий при аварийном режиме работы, называется ...</p> <p><i>А. ток срабатывания;</i>  <i>Б. ток номинальный;</i>  <i>В. оперативный ток;</i>  <i>Г. ток короткого замыкания.</i></p>		Г 4
65.	<p>Уменьшение ожидаемых нагрузок при расчете ведет к....</p> <p><i>А. потерям мощности, перегреву;</i>  <i>Б. увеличению мощности, перегреву;</i>  <i>В. перегрузке, стабильности мощности;</i>  <i>Г. стабильности мощности.</i></p>		А 4
66.	<p>При определении ожидаемой нагрузки считаются допустимыми ошибки в пределах.....</p> <p><i>А. 5%</i>  <i>Б. 10%</i>  <i>В. 15%</i>  <i>Г. 0%</i></p>		Б 4
67.	<p>При выборе этих трансформаторов необходимо учитывать их токсичность.</p> <p><i>А. Масляные;</i>  <i>Б. Совтоловые;</i>  <i>В. Сухие;</i>  <i>Г. Сварочные.</i></p>		Б 4
68.	<p>По какому значению тока производят расчет и выбор сечения провода?</p> <p><i>А. <math>I_p</math></i>  <i>Б. <math>I_n</math></i>  <i>В. <math>I_{cp}</math></i>  <i>Г. <math>I_{пуск}</math></i></p>		А 4
69.	<p>Кратковременная предельная допустимая температура, при которой снимается перегрузка, составляет....</p> <p><i>А. 100° С</i>  <i>Б. 120° С</i>  <i>В. 140° С</i>  <i>Г. 160° С</i></p>		В 4
70.	<p>При увеличении температуры изоляции трансформатора на 6°С от среднего значения при номинальной нагрузке ее срок службы...</p> <p><i>А. увеличивается в 2 раза;</i>  <i>Б. не изменится;</i>  <i>В. увеличивается в 4 раза;</i>  <i>Г. уменьшается в 2 раза.</i></p>		Г 4

## **7. Рекомендуемая литература для разработки оценочных средств и подготовки обучающихся к дифференцированному зачету:**

### Основная учебная литература:

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Е.А. Конюхова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 320 с.
2. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.Д. Карнеева, Т.В. Чиркова.- 10-е изд., стер.-М.: ИЦ «Академия», 2013.-448с.
3. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн.2: Учебник для учреждений нач. проф. образования / Ю.Д. Сибикин. – 8-е изд; исп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.

### Дополнительная учебная литература:

- 1.Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справ.: Учебное пособие. – М.: Форум: Инфра-М, 2008. – 480 с.
2. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 2009 г. – М.: КНОРУС, 2013. – 488 с.
3. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 214 с. (аналогичные издания)
4. Кожунов В.И. Устройство электрических подстанций [Текст]: Учебное пособие. - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2016. – 401 с.
5. Устройство и техническое обслуживание контактной сети [Текст]: учеб.пособие/В.Е. Чекулаев и др.; под ред. А.А. Федотова. – М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014. – 436 с.

## 3.2 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУМДК 01.02

Предметом оценки являются сформированные практический опыт, умения и знания, а также динамика освоения общих и профессиональных компетенций. Оценка освоения междисциплинарного курса предусматривает следующие формы промежуточной аттестации:

### ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ЗАЧЕТ

**1. Условия аттестации:** аттестация проводится в форме дифференцированного зачета по завершению освоения учебного материала.

**2. Время аттестации:** на проведение аттестации отводится 2 академических часа.

**3. План варианта** (соотношение контрольных задач/вопросов с содержанием учебного материала в контексте характера действий аттестуемых).

#### 4. Общие условия оценивания

Оценка по промежуточной аттестации может носить комплексный характер и включать в себя:

- результаты выполнения аттестационных заданий;
- оценку портфолио;
- прочие достижения обучающегося.

#### 5. Критерии оценки.

Оценка	Количество верных ответов
«5» - отлично	Выполнено 91-100 % заданий
«4» - хорошо	Выполнено 76-90% заданий
«3» - удовлетворительно	Выполнено 61-75 % заданий
«2» - неудовлетворительно	Выполнено не более 60% заданий

#### 6. Варианты заданий для проведения дифференцированного зачета

##### Вопрос

Кто несет ответственность за обеспечение безопасных условий работы и соблюдение действующих норм по технике безопасности ?

- Сварщик
- + Администрация предприятия
- Общественный контроль
- Руководитель сварочных работ

**Вопрос**

Можно ли производить сварочные работы в непосредственной близости от огнеопасных и легковоспламеняющихся материалов ?

- С разрешения администрации
- Да
- +Нет
- По необходимости

**Вопрос**

Какое расстояние должно быть при сварке на открытом воздухе от места сварки до огнеопасных материалов ?

- 1 м
- 5 м
- +10 м
- более 10 м

**Вопрос**

Сколько квадратных метров производственной площади должно приходиться на каждый сварочный пост ?

- 2,8 кв. м
- +4 кв. м
- 6 кв. м
- Произвольно

**Вопрос**

На каком расстоянии допускается проводить работы по резке металла с применением пропан-бутана или природного газа, а также открытого огня от отдельных баллонов с кислородом и горючими газами ?

- +5 м
- Более 5 м
- 10 м
- Более 10 м

**Вопрос**

Допустимое напряжение светильников местного освещения

- +12 В
- 42 В
- 220 В
- 360 В

**Вопрос**

Стационарные рабочие места при сварке металлоконструкций должны быть оборудованы сварочными стендами и грузоподъемными устройствами в соответствии с санитарными нормами при массе:

- 10 кг
- 13 кг
- +15 кг
- 20 кг

**Вопрос**

На какой высоте в соответствии с ГОСТ 12.4.059 рабочие места необходимо оборудовать ограждениями ?

- Расположенные выше 1 м
- + Расположенные выше 1,3 м
- Расположенные выше 2 м
- Расположенные выше 2,5 м

**Вопрос**

На какой высоте в соответствии с ГОСТ 26887 рабочие места необходимо сооружать леса (площадки) из несгораемых материалов ?

- Более 2 м
- Более 3 м
- Более 3,5 м
- + Более 5 м

**Вопрос**

На каком расстоянии должно находиться рабочее место сварщика от газопровода ?

- + 3 м
- 5 м
- Более 5 м
- 10 м

**Вопрос**

На каком расстоянии должны находиться токоведущие провода от ацетиленового генератора, баллонов ?

- + 1 м
- 3 м
- 5 м
- Более 5 м

**Вопрос**

На каком расстоянии от ацетиленового генератора, баллонов должен находиться радиатор ?

- + 1 м
- 5 м
- 10 м
- Более 10 м

**Вопрос**

Что относится к опасным и вредным производственным факторам в процессе сварки ?

- + Твердые и газообразные токсические вещества в составе сварочного аэрозоля
- + Интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне
- + Интенсивное тепловое излучение свариваемых изделий и сварочной ванны

**Вопрос**

От чего зависит интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне ?

- + От мощности дуги

- + От применяемых сварочных материалов
- + От защитных и плазмообразующих газов

**Вопрос**

От чего зависит напряженность электромагнитных полей ?

- от мощности дуги
- от применяемых сварочных материалов
- +от конструкции и мощности сварочного оборудования
- +от конфигурации свариваемых изделий

**Вопрос**

При сварке внутри изделий, размещенных в помещении температура подаваемого вентиляционными установками воздуха не должна быть ниже

- температуры в помещении
- +20 градусов С
- 25 градусов С
- 36 градусов С

**Вопрос**

Какой сигнальный цвет обозначает знак безопасности "Стоп", "Запрещение"?

- +Красный
- Желтый
- Зеленый
- Синий

**Вопрос**

Какой сигнальный цвет обозначает знак безопасности "Внимание"?

- Красный
- +Желтый
- Зеленый
- Синий

**Вопрос**

Какой сигнальный цвет обозначает знак безопасности "Безопасность", "Разрешение" ?

- Красный
- Желтый
- +Зеленый
- Синий

**Вопрос**

Какова периодичность проведения повторного инструктажа по технике безопасности газосварщиков ?

- Не реже 1 раза в год
- +Не реже 1 раза в 6 месяцев
- Не реже 1 раза в 3 месяца
- Не реже 1 раза в 2 года

**Вопрос**

При каком минимальном напряжении должны наноситься предупредительные знаки и обеспечиваться блокировка шкафов ?

- 36 В переменного или 80 В постоянного тока
- +42 В переменного или 100 В постоянного тока
- 60 В переменного или 127 В постоянного тока
- 80 В переменного или 110 В постоянного тока

**Вопрос**

Какое должно быть минимальное сечение медного токоподводящего провода при силе сварочного тока до 100 А ?

- 12 кв.мм
- +16 кв.мм
- 23 кв.мм
- 25 кв.мм

**Вопрос**

Светофильтры какой марки следует применять электросварщику при силе сварочного тока свыше 75 до 200 А включительно ?

- Э-1
- +Э-2
- Э-3
- Э-4

**Вопрос**

Как заземляется сварочное оборудование ?

- Должен быть предусмотрен приваренный к оборудованию медный провод, расположенный в доступном месте с надписью «Земля».
- + На оборудовании должен быть предусмотрен болт и вокруг него контактная площадка, расположенные в доступном месте с надписью «Земля».
- На оборудовании должен быть предусмотрен зажим, расположенный в доступном месте с надписью «Земля».
- Всё перечисленное

**Вопрос**

На каком расстоянии должны располагаться кабели электросварочных машин от трубопроводов ацетилена и других горючих газов ?

- + Не менее 1 м
- Не менее 5 м
- Не более 5 м
- Не менее 10 м

**Вопрос**

Какое допускается максимальное напряжение холостого хода (среднее значение) для источников постоянного тока при ручной дуговой сварки ?

- 80 В
- +100 В
- 110 В
- 127 В

**Вопрос**

Какое допускается максимальное напряжение холостого хода (действующее значение) для источников переменного тока при ручной дуговой сварки ?

- +80 В

- 100 В
- 110 В
- 220 В

### **Вопрос**

На каком расстоянии от сварочного поста должен располагаться однопостовой источник сварочного тока ?

- Не далее 10 м
- + Не далее 15 м
- Более 15 м
- Не далее 25 м

### **Вопрос**

Где должен подключаться токопровод к изделиям больших размеров для выполнения сварки ?

- В самом толстом месте конструкции, при условии надежного контакта.
- + В непосредственной близости к месту сварки, при условии надежного контакта.
- На расстоянии 5 м от места сварки
- Место крепления токопровода не зависит от места сварки.

### **Вопрос**

Что включает в себя понятие «плотность электрического тока» ?

- + Сила тока, приходящаяся на единицу площади поперечного сечения проводника.
- Сила тока в наиболее тонком поперечном сечении проводника.
- Сила тока в наибольшем поперечном сечении проводника.
- Сила тока, приходящаяся на единицу объема проводника.

### **Вопрос**

Какую электрическую величину измеряют электрическим прибором – амперметром ?

- + Силу электрического тока в цепи.
- Силу электромагнитного поля.
- Напряжение в сварочной цепи.
- Мощность, потребляемую электрической цепью.

### **Вопрос**

Какую электрическую величину измеряют электрическим прибором – вольтметром ?

- Силу электрического тока в цепи.
- + Напряжение в электрической цепи.
- Силу электромагнитного поля.
- Электрическую мощность, потребляемую электрической цепью.

### **Вопрос**

Каким образом включают в электрическую цепь амперметр для измерения силы электрического тока ?

- + Амперметр включают в электрическую цепь последовательно с остальными элементами.

- Амперметр подключают параллельно участку цепи, на котором измеряют силу электрического тока.
- Амперметр подключают параллельно вольтметру.
- Амперметр подключается последовательно вольтметру.

### **Вопрос**

Каким образом включают в электрическую цепь вольтметр для измерения напряжения на участке электрической цепи ?

+Вольтметр включают параллельно тому участку цепи, на котором измеряют напряжение.

- Вольтметр включают в электрическую цепь последовательно с остальными элементами цепи.
- Вольтметр включают последовательно с добавочным резистором и остальными элементами участка цепи.
- Вольтметр включается в электрическую цепь параллельно амперметру.

### **Вопрос**

Какой основной критерий при выборе провода для электрических цепей ?

+Исходя из допустимой плотности тока.

- Исходя только из длины проводника
- Исходя из удельного сопротивления проводника.
- Исходя из удельного сопротивления проводника и его длины.

### **Вопрос**

Какова частота промышленного переменного тока, вырабатываемого электростанциями в России ?

- +50 Гц.
- 60 Гц.
- 100 Гц
- 150 Гц.

### **Вопрос**

Для чего применяется импульсный стабилизатор горения дуги ?

+Для облегчения повторного возбуждения дуги при переходе на обратную полярность.

- Для уменьшения напряжения холостого хода сварочного источника питания.
- Для облегчения возбуждения дуги.
- Для преобразования частоты.

### **Вопрос**

Для чего служит трансформатор ?

- Для преобразования частоты переменного тока.
- +Для преобразования напряжения переменного тока.
- Для преобразования напряжения постоянного тока.
- Для уменьшения напряжения холостого хода сварочного источника питания.

### **Вопрос**

Что такое режим холостого хода сварочного источника питания ?

- Первичная обмотка трансформатора подключена к сети, а вторичная к потребителю.
- +Первичная обмотка трансформатора подключена к сети, а вторичная обмотка разомкнута.
- Первичная обмотка трансформатора не подключена к сети, а вторичная обмотка замкнута.
- Первичная обмотка трансформатора разомкнута, а вторичная обмотка замкнута.

### **Вопрос**

Какой тип источников питания предназначен для сварки на переменном токе?

- +Сварочные трансформаторы.
- Сварочные выпрямители.
- Инверторные источники питания.
- Все перечисленные.

### **Вопрос**

Какой тип источников питания предназначен для сварки на постоянном токе?

- Сварочные трансформаторы.
- Сварочные источники любого типа.
- +Сварочные выпрямители, генераторы, тиристорные источники питания.
- Только инверторные источники питания.

### **Вопрос**

Что такое сварочный выпрямитель ?

- +Преобразователь энергии сети в энергию выпрямленного тока, используемую для сварочных работ.
- Генератор для преобразования энергии сети в энергию переменного тока, используемую для сварочных работ.
- Генератор для преобразования энергии сети в энергию выпрямленного тока, используемую для сварочных работ.
- Преобразователь энергии сети в энергию переменного тока.

### **Вопрос**

Что представляет собой сварочный выпрямитель ?

- +Трансформатор и полупроводниковый блок выпрямления.
- Трехфазный трансформатор и сварочный генератор в однокорпусном исполнении.
- Сварочный генератор и полупроводниковый блок выпрямления.
- Всё перечисленное

### **Вопрос**

Для чего применяется осциллятор ?

- +Для возбуждения дуги и повышения устойчивости ее горения.
- Для повышения качества сварных швов.
- Для улучшения динамических характеристик источника питания.
- Для уменьшения напряжения холостого хода сварочного источника питания.

**Вопрос**

Чему равно общее напряжение нескольких одинаковых источников ЭДС, соединенных последовательно ?

- Напряжению одного из соединенных источников ЭДС
- Произведению напряжений соединенных источников ЭДС
- +Алгебраической сумме напряжений соединенных источников ЭДС
- Наибольшему напряжению одного из соединенных источников ЭДС

**Вопрос**

Чему равно общее напряжение нескольких одинаковых источников ЭДС, соединенных параллельно ?

- +Напряжению одного из соединенных источников ЭДС
- Произведению напряжений соединенных источников ЭДС
- Алгебраической сумме напряжений соединенных источников ЭДС

**Вопрос**

Какая внешняя характеристика наиболее приемлема для ручной дуговой сварки ?

- +Крутопадающая.
- Жесткая
- Возрастающая
- Пологопадающая

**Вопрос**

Какие вольт-амперные характеристики имеют сварочные источники питания?

- +Возрастающая, пологопадающие, крутопадающие и жесткие.
- Падающие, жесткие и возрастающие.
- Пологопадающие, жесткие и крутовозрастающие.
- Падающие и возрастающие.

**Вопрос**

Как надо подключить источник постоянного тока при сварке на обратной полярности ?

- Отрицательный полюс к электроду.
- +Положительный полюс к электроду
- Не имеет значения.

**Вопрос**

Какая максимальная длина гибкого кабеля допускается при подключении передвижной электросварочной установки к коммутационному аппарату ?

- 10 м
- +15 м
- 20 м
- 30 м

**Вопрос**

С какой квалификационной группой по электробезопасности допускаются электросварщики для проведения электросварочных работ ?

- +Не ниже второй.
- Не ниже третьей.

- Не ниже четвертой.
- С первой

### **Вопрос**

Кто должен присоединять и отсоединять от сети электросварочные установки ?

- Сварщик, работающий на этих установках, под наблюдением мастера или начальника участка.
- Электротехнический персонал с группой по электробезопасности не ниже II.
- +Электротехнический персонал с группой по электробезопасности не ниже III.
- Работники по приказу предприятия.

### **Вопрос**

Какое напряжение применяется для светильников местного освещения в помещениях с повышенной опасностью ?

- +Для стационарно установленных на более 42 В, а для переносных светильников – 12 В.
- Для стационарно установленных на более 42 В, а для переносных светильников – 36 В.
- Для стационарно установленных на более 220 В, а для переносных светильников – 12 В.
- Для стационарно установленных на более 220 В, а для переносных светильников – 36 В.

### **Вопрос**

На какой минимальной высоте над рабочим местом разрешается подвешивать временную электропроводку ?

- +2,5 м
- 3,5 м
- 6 м
- 3 м

### **Вопрос**

На какой минимальной высоте над проходами разрешается подвешивать временную электропроводку ?

- 2,5 м
- +3,5 м
- 6 м
- 3 м

### **Вопрос**

На какой минимальной высоте над проездами разрешается подвешивать временную электропроводку ?

- 2,5 м
- 3,5 м
- +6 м
- 3 м

### **Вопрос**

На каком расстоянии должны располагаться сварочные кабели от баллонов с кислородом?

- Не менее 5 м.
- + Не менее 0,5 м.
- Не менее 8,5 м.
- Не менее 1 м

### **Вопрос**

В соответствии с требованиями каких документов должны выполняться сварочные работы?

- + Государственных стандартов
- + Правил пожарной безопасности
- + Указаний заводов-изготовителей электросварочного оборудования
- Документов работодателей

### **Вопрос**

В соответствии с требованиями каких документов необходимо выполнять электросварочные работы во взрывоопасных и взрывопожароопасных помещениях ?

- + Государственных стандартов по взрывобезопасности
- + Инструкции по организации безопасного ведения огневых работ на взрывоопасных объектах
- Инструкций предприятий
- Всё перечисленное

### **Вопрос**

Каким должно быть напряжение распределительных электрических сетей, к которым допускается присоединять источники сварочного тока ?

- + Не выше 660 В
- Выше 660 В
- 1000 В
- Не выше 1000 В

### **Вопрос**

Какой кабель должен использоваться для подвода сварочного тока от источника к электрододержателю установки ручной дуговой сварки ?

- + Гибкий сварочный медный кабель с резиновой изоляцией и в резиновой оболочке
- Кабель с изоляцией из полимерных материалов
- Гибкий сварочный медный кабель в оболочке из полимерных материалов
- Любой кабель с изоляцией

### **Вопрос**

На каком расстоянии от коммутационного аппарата должна располагаться переносная (передвижная) электросварочная установка ?

- + Не более 15 м.
- Более 15 м.
- Не более 20 м.
- Не менее 20 м.

### **Вопрос**

Что необходимо предусмотреть (при необходимости) для обеспечения улавливания сварочных аэрозолей непосредственно у места их образования при проведении сварочных работ в закрытых помещениях ?

+Местные отсосы

- Фильтры, исключающие выброс вредных веществ в окружающую среду
- Зачистку поверхности металла на 5 см от места сварки
- Общую вентиляцию

### **Вопрос**

Что должно быть установлено в вентиляционных устройствах помещений для электросварочных установок с целью исключения выброса вредных веществ в окружающую среду ?

- Местные отсосы

+Фильтры, исключающие выброс вредных веществ в окружающую среду

### **Вопрос**

Какие работники должны допускаться к выполнению электросварочных работ ?

- Не младше 16 лет

+Имеющие документ о сварочном образовании

+Прошедшие инструктаж и проверку знаний требований безопасности

+Имеющие группу по электробезопасности не ниже II и соответствующие удостоверения

### **Вопрос**

Чем обязан пользоваться сварщик, при выполнении электросварочных работ в помещениях повышенной опасности ?

- Металлическими щитками

+Диэлектрическими перчатками

+Галошами и ковриками.

+Спецодеждой

### **Вопрос**

Что необходимо применять сварщику при выполнении электросварочных работ в замкнутых или труднодоступных пространствах?

+Защитные каски

- Металлические щитки

- Спецодежду

- Всё перечисленное

### **Вопрос**

Допускается ли производство сварочных работ на закрытых сосудах, находящихся под давлением (котлы, баллоны, трубопроводы), и сосудах, содержащих воспламеняющиеся или взрывоопасные вещества?

+Не допускается

- Допускается

- Допускается по приказу предприятия

- В зависимости от квалификации сварщика

### **Вопрос**

Какова последовательность установки переносного заземления?

- Присоединить к заземляющему устройству. Установить на токоведущие части. Проверить отсутствие напряжения.
- Установить на токоведущие части. Проверить отсутствие напряжения. Присоединить к заземляющему устройству.
- Проверить отсутствие напряжения. Установить на токоведущие части. Присоединить к заземляющему устройству.
- + Проверить отсутствие напряжения. Присоединить к заземляющему устройству. Установить на токоведущие части.
- В любой последовательности

### **Вопрос**

Как разделяются электросварочные установки по степени механизации технологических операций?

- Ручные и автоматические
- Полуавтоматические и автоматические
- Ручные и полуавтоматические
- + Ручные, полуавтоматические и автоматические

### **Вопрос**

На каком расстоянии от сварочного поста электросварочной установки должен располагаться однопостовой источник сварочного тока?

- + Не далее 15 м.
- Далее 15 м
- 20 м
- Не далее 20 м

### **Вопрос**

Каким должно быть номинальное напряжение первичной цепи электросварочной установки?

- + Не выше 660 В
- 660 В и выше
- 1000 В
- 1000 В и выше

### **Вопрос**

Какой ширины должны быть предусмотрены проходы в помещениях для электросварочных установок для обеспечения удобства и безопасности производства сварочных работ и доставки изделий к месту сварки и обратно?

- + Не менее 0,8 м.
- 0,5 м
- Не менее 0,5 м
- Не регламентируется

### **Вопрос**

Каковы минимальные размеры специальных кабин, в которых должны быть размещены сварочные посты для ручной дуговой сварки?

- + Не менее 2 на 1,5 м.
- Не менее 2 на 2 м.
- Не менее 1,5 на 1,5 м.
- Размеры не регламентируются.

### **Вопрос**

При каких электросварочных работах должен быть предусмотрен отсос газов непосредственно из зоны сварки?

- +При ручной сварке толстообмазанными электродами
- При ручной сварке любыми покрытыми электродами
- +При автоматической сварке под флюсом
- Всё перечисленное неверно

### **Вопрос**

Где следует устанавливать регулятор сварочного тока?

- +Рядом со сварочным трансформатором или над ним
- Под сварочный трансформатором
- Место установки значения не имеет.
- Там, где есть место

### **Вопрос**

Какой ширины должны быть проходы с каждой стороны стеллажа для выполнения ручных сварочных работ на крупных деталях или конструкциях?

- +Не менее 1 м.
- Не менее 0,5 м
- Менее 1 м
- Ширина проходов не регламентируется

### **Вопрос**

Каким должно быть напряжение холостого хода источников переменного тока при ручной сварке при номинальном напряжении питающей электрической сети?

- +80 В
- 140 В
- 100 В
- не более 140 В

## **7. Рекомендуемая литература для разработки оценочных средств и подготовки обучающихся к дифференцированному зачету:**

Основная учебная литература:

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Е.А. Конюхова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 320 с.
2. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.Д. Карнеева, Т.В. Чиркова.- 10-е изд., стер.-М.: ИЦ «Академия», 2013.-448с.
3. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей про-мышленных предприятий. В 2 кн. Кн.2: Учебник для учереждений нач. проф. образования / Ю.Д. Сибикин. – 8-е изд; исп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.

Дополнительная учебная литература:

1. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справ.: Учебное пособие. – М.: Форум: Инфра-М, 2008. – 480 с.
2. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 2009 г. – М.: КНОРУС, 2013. – 488 с.
3. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 214 с. (аналогичные издания)
4. Кожунов В.И. Устройство электрических подстанций [Текст]: Учебное пособие. - М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2016. – 401 с.
5. Устройство и техническое обслуживание контактной сети [Текст]: учеб.пособие/В.Е. Чекулаев и др.; под ред. А.А. Федотова. – М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014. – 436 с.

### **3.4. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ УП.01.01 УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА**

#### **1. Описание**

Обучающиеся допускаются к сдаче дифференцированного зачета по учебной практике при условии выполнения всех видов работ на практике, предусмотренных программой и своевременном предоставлении портфолио по учебной практике, включающего в себя:

- титульный лист;
- индивидуальное задание;
- дневник учебной практики;
- отчет по практике;
- выполненное индивидуальное задание;
- положительный аттестационный лист и характеристики руководителей практики от организации прохождения практики и образовательной организации об уровне освоения профессиональных компетенций.

Образцы документов представлены в приложении **Пакет документов УП.01.01 УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА**.

На проведения дифференцированного зачета отводится *120* минут.

#### **3. Критерии оценки**

**Оценка «5» «отлично»** - обучающийся демонстрирует полноту выполнения структурных элементов практики. Индивидуальное задание выполнено в полном объеме на качественном уровне. Контролирующая документация представлена исчерпывающе. Наличие положительных отзывов с баз практики о выполненных видах работ. Содержание портфолио свидетельствует о большой проделанной работе, творческому отношению к содержанию. Прослеживается стремление к самобразованию и повышению квалификации. Проявляется использование различных источников информации. В оформлении документов проявляется оригинальность и высокий уровень владения информационно-коммуникационными технологиями. Контрольные задания выполнены верно.

**Оценка «4» «хорошо»** - обучающийся демонстрирует выполнение в целом структурных элементов практики. Имеются небольшие замечания по выполнению индивидуального задания. Контролирующая документация представлена в полном объеме. Наличие положительных отзывов с баз практики о выполненных видах работ. Используются основные источники информации. Отсутствует творческий элемент в оформлении. Проявляется достаточный уровень владения информационно-коммуникационными технологиями. Контрольные задания выполнены с небольшим количеством ошибок и неточностей.

**Оценка «3» «удовлетворительно»** -обучающийся демонстрирует выполнение большинства структурных элементов практики. Индивидуальное задание выполнено не в полном соответствии с требованиями. Контролирующая документация представлена частично. Отзывы с баз практикисодержат замечания и рекомендации по совершенствованию профессиональныхуменийи навыков.Источники информации представлены фрагментарно.Отсутствует творческий элемент в оформлении. Проявляется низкий уровень владения информационно-коммуникационными технологиями. Контрольные задания выполнены с ошибками (не более 50 %).

### **3.5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ ПП.01.01ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА (ПО ПРОФИЛЮ СПЕЦИАЛЬНОСТИ)**

#### **1. Описание**

Обучающиеся допускаются к сдаче дифференцированного зачета по производственной практике при условии выполнения всех видов работ на практике, предусмотренных программой и своевременном предоставлении портфолио по производственной практике, включающего в себя:

- титульный лист;
- индивидуальное задание;
- дневник производственной практики;
- отчет по практике;
- выполненное индивидуальное задание;
- положительный аттестационный лист и характеристики руководителей практики от организации прохождения практики и образовательной организации об уровне освоения профессиональных компетенций.

Образцы документов представлены в приложении **Пакет документов ПП.01.01 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА (ПО ПРОФИЛЮ СПЕЦИАЛЬНОСТИ)**.

На проведения дифференцированного зачета отводится 120 минут.

#### **3. Критерии оценки**

**Оценка «5» «отлично»** -обучающийся демонстрируетполноту выполнения структурных элементов практики. Индивидуальное задание выполнено в полномобъеме на качественном уровне. Контролирующая документация представлена исчерпывающе.Наличиеположительных отзывов с баз практики овыполненных видах работ. Содержание портфолио свидетельствует о большой проделанной работе,творческому отношениюк содержанию.Прослеживаетсястремлениексамообразованиюи пов

ышению квалификации. Проявляется использование различных источников информации. Во оформлении документов проявляется оригинальность и высокий уровень владения информационно-коммуникационными технологиями. Контрольные задания выполнены верно.

**Оценка «4» «хорошо»** - обучающийся демонстрирует выполнение в целом структурных элементов практики. Имеются небольшие замечания по выполнению индивидуального задания. Контролирующая документация представлена в полном объеме. Наличие положительных

отзывов с баз практики о выполненных видах работ. Используются основные источники информации. Отсутствует творческий элемент в оформлении. Проявляется достаточный уровень владения информационно-коммуникационными технологиями. Контрольные задания выполнены с небольшим количеством ошибок и неточностей.

**Оценка «3» «удовлетворительно»** - обучающийся демонстрирует выполнение большинства структурных элементов практики. Индивидуальное задание выполнено не в полном соответствии с требованиями. Контролирующая документация представлена частично. Отзывы с баз практики содержат замечания и рекомендации по совершенствованию

профессиональных умений и навыков. Источники информации представлены фрагментарно. Отсутствует творческий элемент в оформлении. Проявляется низкий уровень владения информационно-коммуникационными технологиями. Контрольные задания выполнены с ошибками (не более 50 %).

## 4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ЭКЗАМЕНА КВАЛИФИКАЦИОННОГО

Экзамен квалификационный проводится непосредственно после завершения освоения программы профессионального модуля, т. е. после изучения междисциплинарных курсов и прохождения учебной и (или) производственной практики в составе профессионального модуля. Экзамен квалификационный представляет собой форму независимой оценки результатов обучения с участием работодателей.

### 1. Назначение

Экзамен квалификационный является формой промежуточной аттестации по профессиональному модулю ПМ.01ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ОТРАСЛЯМ, проводится с целью проверки готовности обучающегося к выполнению вида деятельности: ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ОТРАСЛЯМ. Спецификацией устанавливается состав оценочных средств, используемых при организации экзамена (квалификационного) по ПМ.01ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ОТРАСЛЯМ.

**2. Время аттестации:** на проведение аттестации отводится академических часов.

**3. План варианта** (соотношение контрольных задач/вопросов с содержанием учебного материала в контексте характера действий аттестуемых)

Одно практическое задание на проверку освоения *ПК 1.1; ПК 1.2; ОК 2; ОК 3; ОК 6; ОК 7; ОК 8; ОК9;* предоставление портфолио для проверки сформированности *ОК1; ОК4; ОК5.*

### 4. В результате оценки осуществляется проверка следующих объектов:

Объекты оценивания	Показатели	Критерии	Тип задания; № задания
ПК 1.1. Выполнять основные виды работ по проектированию электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования. ПК 1.2. Читать и составлять электрические схемы электроснабжения электротехнического и электротехнологического обоор	- <i>составление электрических схем электроснабжения электротехнического о и электротехнологического оборудования</i> - <i>работы по проектированию электроснабжения электротехнического о и</i>	- <i>правильное составление электрических схем оборудования</i> - <i>порядок запуска оборудования</i>	<i>Практические задания №1-16</i>

<p>удования.</p> <p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.</p> <p>ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.</p> <p>ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.</p> <p>ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.</p> <p>ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.</p> <p>ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.</p> <p>ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.</p> <p>ОК 11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать</p>	<p><i>электротехнологического оборудования.</i></p>		
--	---	--	--

предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.			
--	--	--	--

## 5. Варианты заданий для проведения экзамена квалификационного

### Вариант – 1

*Инструкция*

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.
3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.

*Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.*

**Текст задания:**

1. Начертить электрическую схему, произвести сборку и подключение к сети четырехлампового встраиваемого люминесцентного светильника.
2. Составить электрическую схему подключения электродвигателя с магнитным пускателем. Произвести контроль целостности обмотки катушки контактора и при необходимости произвести замену катушки на исправную катушку. После сборки продемонстрировать работу контактора путем подключения его к сети.

### Вариант – 2

*Инструкция*

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.
3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.

*Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.*

**Текст задания:**

1. Начертить электрическую схему, выполнить разметку и соединение обмоток асинхронного электродвигателя с последующим испытанием.
2. Составить электрическую схему, выполнить соединение обмоток генератора постоянного тока, подключить к нему электрическую нагрузку и произвести запуск.

### Вариант – 3

*Инструкция*

1. Внимательно прочитайте задание.

2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.
3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.

Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.

**Текст задания:**

1. Начертить электрическую схему, произвести сборку и подключение к сети четырехлампового встраиваемого светодиодного светильника.
2. Составить электрическую схему, выполнить подключение асинхронного трехфазного двигателя к схеме нереверсивного магнитного пускателя. Подключить получившуюся схему к электрической сети.

**Вариант – 4**

*Инструкция*

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.
3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.

Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.

**Текст задания:**

1. Начертить электрическую схему, выполнить разметку и соединение обмоток асинхронного электродвигателя с последующим испытанием.
2. Составить электрическую схему, выполнить подключение асинхронного электродвигателя к электрической сети через нереверсивный магнитный пускатель с использованием защиты ФУЗ-М.

**Вариант – 5**

*Инструкция*

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.
3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.

Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.

**Текст задания:**

1. Начертить электрическую схему, выполнить подключение счетчика электрической энергии в щите учета электроэнергии.
2. Составить электрическую схему, выполнить сборку и подключение к сети двухлампового люминесцентного светильника со стартерно-дрессельным ПРА.

**Вариант – 6**

*Инструкция*

1. Внимательно прочитайте задание.

2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.
3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.

Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.

**Текст задания:**

1. Начертить электрическую схему, выполнить соединение обмоток генератора постоянного тока, подключить к нему электрическую нагрузку и произвести запуск.
2. Составить электрическую схему, выполнить замену неисправного трехполюсного автоматического выключателя в щитке на исправный.

**Вариант – 7**

*Инструкция*

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.
3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.

Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.

**Текст задания:**

1. Составить электрическую схему сборки реверсивной схемы управления асинхронным электродвигателем, собрать схему реверсивного управления, устранить неисправности в схеме.
2. Составить электрическую схему, выполнить соединение обмоток генератора постоянного тока, подключить к нему электрическую нагрузку и произвести запуск.

**Вариант – 6**

*Инструкция*

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.
3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.

Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.

**Текст задания:**

1. Начертить электрическую схему, выполнить соединение обмоток генератора постоянного тока, подключить к нему электрическую нагрузку и произвести запуск.
2. Составить электрическую схему, выполнить замену неисправного трехполюсного автоматического выключателя в щитке на исправный.

**Вариант – 8**

*Инструкция*

- 1. Внимательно прочитайте задание.*
- 2. Выполняйте задания с строго определенной последовательности.*
- 3. После выполнения всех заданий доложите результаты аттестационной комиссии.*

*Вы можете воспользоваться измерительными приборами и инструментами.*

***Текст задания:***

- 1. Составить электрическую схему подключения ТЭНовэлектрокалиферной установки.*
- 2. Составитьэлектрическую схему подключения электродвигателя с магнитным пускателем. Произвести контроль целостности обмотки катушки контактора и при необходимости произвести замену катушки на исправную катушку. После сборки продемонстрировать работу контактора путем подключения его к сети.*

**Лист  
согласования**

**Дополнения и изменения к ФОС на учебный год**

Дополнения и изменения к ФОС на учебный год по профессиональному модулю ПМ.01. Организация электроснабжения электрооборудования по отраслям

В комплект ФОС внесены следующие изменения:

Обновлен перечень практических и лабораторных занятий по МДК 01.01 Электроснабжение электротехнического оборудования.

Дополнения и изменения в ФОС обсуждены на заседании ЦК специальных дисциплин специальности *13.02.07. Электроснабжение (по отраслям)*

« 27» июня 2022г. (протокол № 11 ).

Председатель ЦК/ Сосков А.В./