

Министерство образования и науки Челябинской области  
ГБПОУ «Троицкий технологический техникум»

**СОГЛАСОВАНО**  
Председатель ЦМК  
Абзалилова Г.А.  
«24» мая 2024г.

**Комплект  
оценочных средств по профессиональному модулю  
ПМ.01 Технологическое обеспечение производства, передачи,  
распределения электрической энергии**

ООП специальности  
**13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и  
автоматизация**

Разработчики:  
Немчинова Эльвира Талгатовна

г. Троицк, 2024

## **Содержание**

1. Паспорт комплекта оценочных средств.....	3
1.1.Область применения комплекта оценочных средств.....	3
1.2.Система контроля и оценки освоения программы ПМ.....	3
1.2.1. Формы промежуточной аттестации по ОПОП при освоении профессионального модуля.....	8
1.2.2. Организация контроля и оценки освоения программы ПМ.....	9
2. Задания для контроля и оценки освоения программы учебной дисциплины.....	9
2.1. Задания для текущего контроля.....	9
2.2. Задания для промежуточной аттестации .....	17
3. Комплект материалов для оценки сформированности элементов общих профессиональных компетенций по виду деятельности ВД 05 Обслуживание оборудования подстанций электрических сетей	38
4. Средства контроля приобретения практического опыта .....	56
5. Рекомендуемая литература и иные источники.....	57
Приложение 1.....	58
Приложение 2.....	60

## **1. Паспорт комплекта оценочных средств**

### **1.1. Область применения комплекта оценочных средств**

Комплект оценочных средств, предназначен для проверки результатов освоения профессионального модуля ПМ.01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии (далее ПМ) основной профессиональной образовательной программы (далее ОП) по специальности

13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация

### **1.2 Система контроля и оценки освоения программы ПМ**

Комплект оценочных средств позволяют оценивать:

1. Освоение профессиональных компетенций (ПК), соответствующих виду деятельности, и элементов общих компетенций (ОК):

*Таблица 1*

<b>Профессиональные и общие компетенции</b>	<b>Показатели оценки результата</b>	<b>Средства проверки (№ заданий)</b>
1	2	3
ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии	Демонстрация умений применения электроэнергетических технологий по заданным условиям работы в соответствие с действующей нормативно-правовой базой и перспективным планом развития электроэнергетической системы	Интерпретация выполнения практических заданий, решения ситуационных задач, оценка тестового контроля. Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов; наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов; наблюдение за выполнением заданий на производственной практике.
ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей	Демонстрация навыков работы с электрическими схемами в соответствие с нормами технологического проектирования электрических подстанций и сетей, порядком составления электрических схем	Интерпретация выполнения практических заданий и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля. Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов; наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов; наблюдение за

		выполнением заданий на производственной практике.
ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии	Демонстрация навыков применения методов и средств измерения электротехнических параметров оборудования в соответствие с нормами испытаний и измерений, паспортами средств измерений	Интерпретация выполнения практически заданий и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов; наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов; наблюдение за выполнением заданий на производственной практике.
ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин	Демонстрация навыков контроля режимов работы электрических машин и машин и аппаратов в соответствие с техническими условиями и паспортами оборудования	Интерпретация выполнения практически заданий и лабораторных заданий, защита курсового проекта. Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов; наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов; наблюдение за выполнением заданий на производственной практике.
ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций	Демонстрация навыков работы с электрическими схемами в соответствие с нормами технологического проектирования электрических подстанций и сетей, порядком составления электрических схем	Интерпретация выполнения практически заданий и лабораторных заданий, защита курсового проекта. Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов; наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов; наблюдение за выполнением заданий на производственной практике.

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	<p>Демонстрация умений быстрого принятия решения в стандартных и нестандартных ситуациях.</p> <p>Демонстрация умений принимать решения в штатных и нештатных ситуациях.</p> <p>Демонстрация в разных ситуациях умений выбирать различные способы решения задач профессиональной деятельности.</p>	Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов; наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов; наблюдение за выполнением заданий на производственной практике.
ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	<p>Демонстрация умений использования современных средств поиска, результативность анализа и интерпретации информации и ее использование для качественного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития</p> <p>Демонстрация умений использования различных источников информации, включая электронные</p>	Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов; наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов; наблюдение за выполнением заданий на производственной практике.
ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Демонстрация знания алгоритма действия в чрезвычайных ситуациях, понимает значимость необходимости сохранения окружающей среды, ресурсосбережения.	Оценка деятельности обучающегося в процессе освоения образовательной программы на практических занятиях, при выполнении работ по производственной практике
ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Демонстрация умений понимать тексты на базовые и профессиональные темы; составлять документацию, относящуюся к процессам профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках	Оценка соблюдения правил оформления документов и построения устных сообщений на государственном языке Российской Федерации и иностранных языках

Таблица 2

<b>Вид деятельности</b>	<b>Виды работ на учебной или производственной практике и требования к их выполнению</b>
1	2
ВД 1 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии	<p>Учебная практика</p> <p>Виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- читать схемы технологического процесса производства электрической и тепловой энергии;</li> <li>- измерять нагрузки и напряжения в различных точках сети;</li> <li>- выбирать сечения проводов ВЛ и КЛ;</li> <li>- производить расчет районных и местных эл. сетей в различных режимах работы;</li> <li>- выбирать способы регулирования напряжения в электрической сети;</li> <li>- контролировать параметры качества передаваемой электроэнергии;</li> <li>- определять погрешность измерений и соответствия классу точности;</li> <li>- производить настройку приборов и сборку схем измерения;</li> <li>- составлять схемы обмоток якоря;</li> <li>- производить расчет и построение рабочих, механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя;</li> <li>- выбирать синхронные генераторы, и делать построение энергетической диаграммы;</li> <li>- производить расчет параметров схемы замещения трансформатора и делать построение эксплуатационных характеристик;</li> <li>- выбирать методы ограничения токов КЗ;</li> <li>- проверять электрооборудование на термическую и электродинамическую стойкость действию токов КЗ;</li> <li>- выбирать типы токоведущих частей и изоляторов распределительных устройств (РУ) станций, подстанций;</li> <li>- производить расчет заземляющих устройств в электроустановках высокого</li> </ul>

	<p>напряжения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать схемы РУ разных классов напряжения.</li> </ul> <p>Производственная практика</p> <p>Виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение основных характеристик электрической станции по технической документации объекта;</li> <li>- участие в составлении структурных схем выдачи мощности;</li> <li>- участие в оценке параметров качества передаваемой электроэнергии;</li> <li>- участие в регулировании напряжения на подстанциях;</li> <li>- участие в производстве измерений различных электрических параметров объекта и оценкой его состояния;</li> <li>- участие в расчете технико-экономических показателей работы объекта;</li> <li>- участие в подборе, проверке типов, конструкций электротехнических аппаратов до и выше 1000 В;</li> <li>- участие в составлении и корректировке главных схем станций и подстанций.</li> </ul>
--	---

## 2. Освоение умений и усвоение знаний

*Таблица 3*

<b>Освоенные умения, усвоенные знания</b>	<b>Показатели оценки результата</b>	<b>№ заданий для проверки</b>
1	2	3
У 1.Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; -определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; У 2.Выявлять и эффективно искать необходимую информацию, для решения	<p>Демонстрация умений быстрого принятия решения в стандартных и нестандартных ситуациях.</p> <p>Демонстрация умений принимать решения в штатных и нештатных ситуациях.</p> <p>Демонстрация в разных ситуациях умений выбирать различные способы решения задач профессиональной деятельности.</p>	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы

<p>задачи и/или проблемы;</p> <p>У 3.Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах</p> <p>У 4.Оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).</p> <p>З 1.Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>З 2.Структура плана для решения задач;</p> <p>З 3.Алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;</p> <p>З 4.Основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;</p> <p>З 5.Методы работы в профессиональной и смежных сферах;</p> <p>З 6.Порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.</p>		
<p>У 1.Определять задачи для поиска информации;</p> <p>У 2.Планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации</p> <p>У 3.Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска;</p> <p>У 4.Оценивать практическую значимость результатов поиска;</p> <p>У 5.Применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач</p> <p>У 6.Использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности;</p> <p>У 7.Использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач</p> <p>З 1.Номенклатура информационных источников, применяемых в</p>	<p>Демонстрация умений использования современных средств поиска, результативность анализа и интерпретации информации и ее использование для качественного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития</p> <p>Демонстрация умений использования различных источников информации, включая электронные</p>	<p>Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы</p>

<p>профессиональной деятельности;</p> <p>З 2.Приемы структурирования информации</p> <p>формат оформления результатов поиска информации;</p> <p>З 3.Современные средства и устройства информатизации;</p> <p>З 4.Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства</p>		
<p>У 1. Соблюдать нормы экологической безопасности</p> <p>У 2. Определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности</p> <p>У 3. Организовывать профессиональную деятельность с соблюдением принципов бережливого производства</p> <p>У 4. Организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона</p> <p>У 5. Эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях</p> <p>З 1. Правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности</p> <p>З 2. Основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности</p> <p>З 3. Пути обеспечения ресурсосбережения</p> <p>З 4. Принципы бережливого производства</p> <p>З 5. Основные направления изменения климатических условий региона</p> <p>З 6. Правила поведения в чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Демонстрация знания алгоритма действия в чрезвычайных ситуациях, понимает значимость необходимости сохранения окружающей среды, ресурсосбережения.</p>	<p>Оценка деятельности обучающегося в процессе освоения образовательной программы на практических занятиях, при выполнении работ по производственной практике</p>
<p>У 1. Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы</p> <p>У 2. Участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы</p> <p>У 3. Строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности</p>	<p>Демонстрация умений понимать тексты на базовые и профессиональные темы; составлять документацию, относящуюся к процессам профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>	<p>Оценка соблюдения правил оформления документов и построения устных сообщений на государственном языке Российской Федерации и</p>

<p>У 4. Кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)</p> <p>У 5. Писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы</p> <p>З 1. Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы</p> <p>З 2. Основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)</p> <p>З 3. Лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности</p> <p>З 4. Особенности произношения</p> <p>З 5. Правила чтения текстов профессиональной направленности</p>		иностранных языках
<p>У 1.Организовывать работу коллектива и команды;</p> <p>У 2.Взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности</p> <p>З 1.Психологические основы деятельности коллектива;</p> <p>З 2. Психологические особенности личности</p>	<p>Демонстрация умений работы в коллективе и команде, эффективно общаться, выходить из конфликтов, заниматься профилактикой конфликтов и контролем собственного эмоционального поведения.</p>	Анализ деятельности обучающегося в процессе освоения образовательной программы
<p>У 1.Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые);</p> <p>У 2.Понимать тексты на базовые профессиональные темы участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;</p> <p>У 3.Строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;</p> <p>У 4.Кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);</p> <p>У 5.Писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.</p> <p>З 1.Правила построения простых и сложных предложений на</p>	<p>Демонстрация умений понимать тексты на базовые и профессиональные темы; составлять документацию, относящуюся к процессам профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>	Анализ деятельности обучающегося в процессе освоения образовательной программы

<p>профессиональные темы;</p> <p>З 2.Основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);</p> <p>З 3.Лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;</p> <p>З 4. Особенности произношения правила чтения текстов профессиональной направленности.</p>		
<p>У 1. Читать схемы технологического процесса производства электрической и тепловой энергии.</p> <p>З 1. Энергетических ресурсов, используемых в энергетике;</p> <p>З 2. Основных возобновляемых и не возобновляемых энергоресурсов;</p> <p>З 3. Типов электрических станций на органическом топливе;</p> <p>З 4. Принципиальных схем технологического процесса, основных технологических систем и механизмов собственных нужд тепловых электростанций;</p> <p>З 5. Газотурбинных и парогазовых установок;</p> <p>З 6. Технологических процессов производства электроэнергии.</p> <p>У 2. Измерять нагрузки и напряжения в различных точках сети;</p> <p>У 3. Выбирать сечения проводов ВЛ и КЛ;</p> <p>У 4. Производить расчет районных и местных эл. сетей в различных режимах работы;</p> <p>У 5. Выбирать способы регулирования напряжения в электрической сети.</p> <p>З 7. Категорий потребителей электроэнергии;</p> <p>З 8. Способов уменьшения потерь передаваемой электроэнергии;</p> <p>З 9. Методов регулирования напряжения в узлах сети;</p> <p>З 10. Принципов и структуры</p>	<p>Демонстрация умений применения электроэнергетических технологий по заданным условиям работы в соответствие с действующей нормативно-правовой базой и перспективным планом развития электроэнергетической системы</p> <p>Демонстрация навыков работы с электрическими схемами в соответствие с нормами технологического проектирования электрических подстанций и сетей, порядком составления электрических схем</p> <p>Демонстрация навыков применения методов и средств измерения электротехнических параметров оборудования в соответствие с нормами испытаний и измерений, паспортами средств измерений</p> <p>Демонстрация навыков контроля режимов работы электрических машин и машин и аппаратов в соответствие с техническими условиями и паспортами оборудования</p> <p>Демонстрация навыков работы с электрическими схемами в соответствие с нормами технологического проектирования электрических подстанций и сетей, порядком составления электрических схем</p>	<p>Интерпретация выполнения практических заданий, решения ситуационных задач, оценка тестового контроля.</p> <p>Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов;</p> <p>наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов;</p> <p>наблюдение за выполнением заданий на производственной практике.</p>

электроснабжения потребителей электроэнергии;

З 11. Номинального напряжения электрических сетей, приемников электрической энергии, генераторов, трансформаторов;

З 12. Классификации электрических сетей;

З 13 . Конструкций ВЛ и КЛ;

З 14 . Параметров элементов электрической сети;

З 15 . Методики расчета потерь мощности электрической энергии в электрических сетях;

З 16 . Условий проверки нагрева проводов и кабелей;

З 17 . Основных показателей качества электрической энергии;

З 18 . Методики расчета местных и районных электрических сетей;

З 19 . Особенности режимов работы электрических сетей.

У 6. Контролировать параметры качества передаваемой электроэнергии;

У 7. Определять погрешность измерений и соответствия классу точности;

У 8. Производить настройку приборов и сборку схем измерения.

З 20 . Понятий об единицах измерения физических величин;

З 21 . Основных видов средств измерений и их классификации;

З 22 . Методов измерений;

З 23 . Метрологических показателей средств измерений;

З 24 . Погрешностей измерений;

З 25 . Приборов формирования стандартных измерительных сигналов;

З 26 . Влияния измерительных приборов на точность измерения;

З 27 . Автоматизации измерения;

З 28 . Принципов действия электроизмерительных приборов разного вида действия и осциллографов;

З 29 . Измерительных трансформаторов тока и напряжения;

З 30 . Методов измерения мощности и энергии;

<p>З 31 . Методов измерения сопротивления.</p> <p>У 9. Составлять схемы обмоток якоря;</p> <p>У10 . Производить расчет и построение рабочих, механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя;</p> <p>У11 . Выбирать синхронные генераторы, делать построение энергетической диаграммы;</p> <p>У12 . Производить расчет параметров схемы замещения трансформатора и делать построение эксплуатационных характеристик.</p> <p>З 32 . Типы и назначения, принципиальные действия, режимы работ электрических машин постоянного тока;</p> <p>З 33 . Генераторов, двигателей и специальных типов машин постоянного тока;</p> <p>З 34 . Принципов действия, конструкций, технических характеристик синхронных и асинхронных машин переменного тока;</p> <p>З 35 . Асинхронных машин специального назначения;</p> <p>З 36 . Устройств, принципов действия, технических характеристик и режимов работы трансформаторов;</p> <p>З 37 . Трансформаторов специального назначения.</p> <p>У13 . Выбирать методы ограничения токов КЗ;</p> <p>У14 . Проверять электрооборудование на термическую и электродинамическую стойкость действию токов КЗ;</p> <p>У15 . Выбирать типы токоведущих частей и изоляторов распределительных устройств (РУ) станций, подстанций;</p> <p>У16 . Производить расчет заземляющих устройств в электроустановках высокого напряжения;</p>		
--	--	--

<p>У17 . Выбирать схемы РУ разных классов напряжения.</p> <p>З 38 . Назначения, конструкций, технических параметров и принципов работы основного и вспомогательного электрооборудования (силовых и вторичных цепей);</p> <p>З 39 . Допустимых пределов отклонения частоты и напряжения;</p> <p>З 40 . Методов расчета технических и экономических показателей работы;</p> <p>З 41 . Схем электроустановок;</p> <p>З 42 . Значений энергосистем и ЕЭС России;</p> <p>З 43 . Структуры энергосистем, их принципиальных схем;</p> <p>З 44 . Режимов работы нейтралей в электроустановках;</p> <p>З 45 . Коротких замыканий в электроустановках;</p> <p>З 46 . Виды главных электрических схем электростанций и подстанций;</p> <p>З 47.. Требований норм технологического проектирования (НТП) к схемам станций и подстанций;</p> <p>З 48.. Конструкций открытых и закрытых РУ.</p>		

### **1.2.1. Формы промежуточной аттестации по ООП при освоении профессионального модуля**

*Таблица 4*

Элементы модуля, профессиональный модуль	Формы промежуточной аттестации
1	2
МДК.01.01. Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии вырабатываемой на электростанциях.	Экзамен
МДК.01.02. Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии	Экзамен
УП 01	Дифференцированный зачет
ПП 01	Дифференцированный зачет
<b>ПМ 01</b>	<b>Экзамен по модулю Эм</b>

## **1.2.2. Организация контроля и оценки освоения программы профессионального модуля**

Итоговый контроль освоения вида деятельности  
ВД 1 Технологическое обеспечение производства, передачи,  
распределения электрической энергии

осуществляется на, экзамене по модулю Эм. Условие допуска к экзамену по модулю является положительная аттестация по МДК, учебной практике и производственной практике.

Экзамен по модулю: проводится оценка теоретических знаний, выполнения практических заданий, основанных на профессиональных ситуациях. Условием положительной аттестации (вид деятельности освоен).

При отрицательном заключении хотя бы по одной из профессиональных компетенций принимается решение «вид деятельности не освоен».

Промежуточный контроль освоения профессионального модуля осуществляется при проведении экзамена по МДК и дифференцированного зачета по учебной и производственной практике.

Предметом оценки освоения МДК являются умения и знания. Экзамен по МДК проводится с учетом результатов текущего контроля.

## **2. Задания для контроля и оценки освоения программы учебной дисциплины**

### **2.1 Задания для текущего контроля**

**МДК 01.01 Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии вырабатываемой на электростанциях.**

#### **ТЕСТ**

#### **Применение электрических машин и трансформаторов**

1. Закончить предложение.

Трансформатор статический электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования ....

2. Что такое группа соединения трансформатора?

- а) это угол сдвига фаз между одноименными линейными высоким и низким напряжениями;
- б) это группа однофазных трансформаторов соединенных звездой;
- в) это отношение высокого напряжения к низкому;
- г) группа параллельно соединенных трансформаторов.

3. Закончить предложение.

Автотрансформатор - это трансформатор, в котором помимо магнитной связи между обмотками, существует ....

4. На что расходуется мощность, потребляемая трансформатором в режиме холостого хода?

- а) на покрытие потерь в обмотках;
- б) покрытие потерь в сердечнике;

- в) на покрытие механических потерь;
- г) на покрытие электрических потерь.

5. От чего зависит группа соединения трансформатора?

- а) от маркировки выводов;
- б) коэффициента трансформации;
- в) от числа витков обмоток трансформатора;
- г) нагрузки трансформатора.

6. Что произойдет если трансформатор подключить к источнику постоянного тока?

- а) уменьшится магнитный поток рассеяния первичной обмотки;
- б) ничего не произойдет;
- в) уменьшится основной магнитный поток;
- г) может вызвать недопустимый нагрев обмотки и даже ее перегорание.

7. Чему равен ток во вторичной обмотке трансформатора в режиме холостого хода?

- а) двойному значению номинального тока трансформатора;
- б) номинальному току трансформатора;
- в) нулю;
- г) 1/2 номинального тока.

8. Какие функции выполняет трансформаторное масло в силовом трансформаторе?

- а) для охлаждения;
- б) для подогрева;
- в) для увеличения электрической прочности;
- г) для увеличения массы трансформатора.

9. Для чего предназначен силовой трансформатор?

10. Что такое коэффициент трансформации трансформатора?

- а) это отношение высокого напряжения к низкому;
- б) это отношение низкого напряжения к высокому;
- в) это отношение потребляемой мощности к полезной;
- г) это отношение потерь в трансформаторе.

11. Расшифровать тип трансформатора: ТМН2500/110

Т

М

Н

2500

110

12. Что произойдет , если при подключении трансформатора на параллельную работу не соблюден порядок чередования фаз?

- а) может привести к короткому замыканию;
- б) понизится КПД трансформатора;
- в) увеличатся потери трансформатора;
- г) трансформатор будет работать в режиме генератора.

13. Что такое приведенный трансформатор?( дать определение)

14. Допустимо ли подключение трансформаторов на параллельную работу при разных коэффициентах трансформации?

- а) допускается;

б) не допускается;

15. От чего зависит коэффициент трансформации?

а) от группы соединения трансформатора;

б) зависит от числа витков обмоток трансформатора;

в) от частоты тока;

г) от потерь в сердечнике трансформатора.

16. Почему передачу электроэнергии на большие расстояния необходимо производить при высоких напряжениях?

а) в целях безопасности обслуживающего персонала;

б) в целях экономии магнитных материалов;

в) в целях уменьшения потерь и сечения проводов;

г) в целях повышения коэффициента мощности.

17. По конструкции магнитопровода трансформаторы бывают:

а) двухобмоточные;

б) специальные;

в) силовые;

г) броневые.

18. Является ли трансформатор электрической машиной?

а) является;

б) не является;

19. Где применяют силовые трансформаторы?

а) для электропечей;

б) для распределения и передачи энергии на большие расстояния;

в) для устройств автоматики и связи;

г) для сварочных аппаратов.

20. Закончить определение.

Генератор это электрическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии...

21. Что подразумевают под обратимостью электрических машин?

а) машина может работать в режиме генератора и в режиме двигателя;

б) машина быстро набирает обороты;

в) машина также может работать в режиме трансформатора;

г) машина одновременно вырабатывает два вида энергии.

22. Каких видов бывают асинхронные двигатели в зависимости от устройства ротора?

а) явнополюсные и неявнополюсные;

б) с короткозамкнутым ротором и с фазным ротором;

в) с обмоткой возбуждения.

23. Какие виды синхронных генераторов различают в зависимости от устройства ротора?

а) явнополюсные и неявнополюсные;

б) с фазным ротором;

в) с короткозамкнутым ротором;

г) с контактными кольцами;

24. Закончить определение.

Обмотки статора и ротора в индукционном регуляторе имеют ...

25. Какое достоинство имеет асинхронный двигатель с короткозамкнутым

ротором?

- а) длительный срок службы;
- б) надежность работы;
- в) хорошие пусковые свойства;
- г) хорошие регулировочные свойства.

26.На каком законе электротехники основан принцип действия машины переменного тока?

- а) На правиле Ленца;
- б) На законе Ома;
- в) На первом законе Кирхгофа;
- г) На явлении электромагнитной индукции.

27.Как ограничить пусковые токи в асинхронном двигателе с фазным ротором?

- а) соединить обмотку ротора в треугольник;
- б) закоротить обмотку ротора накоротко;
- в) включить в цепь ротора реостат;
- г) соединить обмотку статора в звезду.

28.Как выполнена обмотка ротора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?

- а) по типу статорной;
- б) по типу “беличьего” колеса;
- в) трехфазная обмотка, соединенная звездой;
- г) трехфазная обмотка, соединенная по схеме треугольник.

29.Где применяются асинхронные двигатели с фазным ротором?

- а) в стиральных машинах;
- б) в лифтах;
- в) подъемных кранах;
- г) на электротранспорте.

30. Посредством чего в индукционном регуляторе осуществляется поворот ротора относительно статора?

- а) электрической связи;
- б) коллектора;
- в) меднографитных щеток;
- г) червячной передачи.

31.У какого двигателя лучшие пусковые свойства?

- а) с короткозамкнутым ротором;
- б) с контактными кольцами.

32.Двигатель - это машина, предназначенная для преобразования электрической энергии ...

33.Где в электрической машине переменного тока происходит преобразование энергии одного вида в другой:

- а) в обмотке ротора;
- б) в обмотке статора (якоря) ;
- в) на корпусе машины;
- г) на валу.

34.Как называется генератор, если приводом для него служит гидравлическая турбина?

- а) турбогенератор;
- б) гидрогенератор;
- в) дизельгенератор;
- г) тахогенератор.

35. От какого источника тока питается обмотка возбуждения?

- а) от постоянного;
- б) от переменного;

36. С какой частотой должен вращаться ротор четырехполюсного синхронного генератора, чтобы частота ЭДС в нем была 50 Гц?

- а) 3000 об/мин;
- б) 1500 об/мин;
- в) 100 об/мин;
- г) 750 об/мин.

37. Что определяют по механической характеристике асинхронного двигателя?

- а) частоту ЭДС;
- б) величину тока нагрузки;
- в) величину напряжения холостого хода;
- г) предельно допустимую нагрузку.

38. Из какого материала выполняется статорная обмотка?

- а) из алюминия;
- б) из кремния;
- в) из меди;
- г) из электротехнической стали.

39. Обмотка статора синхронного двигателя подключается к источнику:

- а) постоянного тока;
- б) прямоугольных импульсов;
- в) трехфазного напряжения;
- г) однофазного синусоидального тока.

40. Укажите неверное утверждение о характеристиках синхронной машины:

- а) у синхронной машины частота вращения не зависит от частоты тока сети;
- б) обмотка возбуждения питается постоянным током и расположена на роторе;
- в) ротор бывает неявнополюсным (турбогенератор) и явнополюсным (гидрогенератор);
- г) скорость вращения ротора совпадает со скоростью вращения поля.

## ТЕСТ

1. Дополните фразу: Демпферная обмотка на роторе синхронного генератора применяется для \_\_\_\_\_ колебаний ротора.
2. Дополните фразу: В синхронной машине скорость вращения магнитного поля \_\_\_\_\_ скорости вращения ротора.
3. Дополните фразу: Обмотка ротора двигателя с короткозамкнутым ротором представляет собой \_\_\_\_\_.
4. Дополните фразу: В силовых трансформаторах магнитопровод собирают из \_\_\_\_\_ листов электротехнической стали.

5. Дополните фразу: Закончить предложение: Асинхронные машины используют в основном в режиме \_\_\_\_\_.
6. Дополните фразу: Пусковая обмотка однофазного асинхронного двигателя используется для создания \_\_\_\_\_.
7. Дополните фразу: Сдвиг фаз трехфазной асинхронной машины составляет \_\_\_\_\_ градусов.
- В8. Укажите неверное утверждение:
- а) асинхронный двигатель – самый распространенный электрический двигатель;
  - б) существует два основных типа машин переменного тока: синхронные и асинхронные;
  - в) синхронные генераторы – это крупные машины, устанавливаемые на электростанциях;
  - г) синхронные двигатели применяют только как машины малой мощности.
9. Дополните фразу: Обмотка возбуждения, расположенная на роторе синхронной машины, подключается к источнику \_\_\_\_\_ тока.
10. Дополните фразу: Влияние МДС обмотки якоря на основной магнитный поток называется \_\_\_\_\_.
11. Дополните фразу: «Выпрямление» тока в машине постоянного тока происходит на \_\_\_\_\_.
12. Дополните фразу: Двигатель последовательного возбуждения обладает хорошими \_\_\_\_\_ свойствами.
13. Дополните фразу: Двигатель последовательного возбуждения нашел широкое применение в \_\_\_\_\_.
14. Вставьте пропущенное слово: Трансформатор тока понижает первичные токи до значений 1А и .....
15. Вставьте пропущенное слово: Трансформатор напряжения понижает первичные напряжения до значений 100 В и .....
16. Вставьте пропущенное слово: Трансформатор тока работает в режиме, близком к короткому .....
17. Вставьте пропущенное слово: Первичная обмотка трансформатора тока включается в цепь измеряемого тока.....
18. Вставьте пропущенное слово: Трансформатор напряжения работает в режиме, близком к холостому.....
19. Вставьте пропущенное слово: Размыкать вторичную обмотку трансформатора тока, при протекании тока в первичной категорически .....
20. Ответить на вопрос: Каким должен быть порядок чередования фаз генератора и сети при включении на параллельную работу?

## ТЕСТ

### Применение электрических машин и трансформаторов

1. Что представляет собой обмотка якоря машины постоянного тока?
  - а) замкнутую цепь;
  - б) разомкнутую цепь;
  - в) электромагнит.
2. Для чего предназначена обмотка возбуждения в машинах постоянного тока?
  - а) для преобразования тока;
  - б) для соединения с потребителем;
  - в) для наведения основного магнитного потока.
3. Как изменить направление вращения двигателя постоянного тока?
  - а) подключить двигатель к источнику переменного тока;
  - б) изменить направление тока возбуждения;
  - в) изменить число витков обмотки якоря.
4. Что такое реверсирование двигателя?
  - а) остановка двигателя;
  - б) изменение направления вращения двигателя;
  - в) вывод двигателя в ремонт;
  - г) замена коллектора двигателя.
5. Основной недостаток машин постоянного тока?
  - а) низкий КПД;
  - б) низкая надежность;
  - в) необходимость использования дополнительного источника питания.
6. Где располагается обмотка якоря в машине постоянного тока?
  - а) на роторе;
  - б) на статоре;
  - в) на корпусе.
7. Как называется мощность на валу двигателя?
  - а) полная мощность;
  - б) механическая мощность;
  - в) полезная мощность.
8. Какую часть машины постоянного тока называют якорем?
  - а) статор;
  - б) ротор;
  - в) подшипниковый мост.
9. Где в машинах постоянного тока большой мощности располагается обмотка возбуждения?
  - а) на статоре;
  - б) на роторе;
  - г) на валу машины.
10. Как называется характеристика машины, при снятии которой напряжение остается неизменным?
  - а) регулировочная;
  - б) внешняя;
  - в) характеристика холостого хода.

11. Какие двигатели постоянного тока применяют в трамваях?

- а) последовательного возбуждения;
- б) параллельного возбуждения;
- в) смешанного возбуждения.

12. Почему запрещается работа двигателей последовательного возбуждения без нагрузки на валу?

- в) двигатель идет в разнос;
- б) пусковой момент двигателя равен нулю;
- в) снижается КПД двигателя.

13. Какой машине постоянного тока необходимый дополнительный источник питания?

- а) с независимым возбуждением;
- б) с последовательным возбуждением;
- в) с параллельным возбуждением.

14. Чем объясняется нелинейность характеристики холостого хода трансформатора?

- а) насыщением стали сердечника;
- б) отсутствием потребителя на вторичной обмотке;
- в) наличием изоляции между обмотками трансформатора.

15. Какую обмотку трансформатора называют первичной?

- а) к которой подключают потребитель;
- б) на которую подают напряжение;
- в) которая замкнута на коротко.

16. Какие условия должны быть выполнены при подключении трансформаторов на параллельную работу? (необходимо выбрать неправильный ответ)

- а) группы соединения должны быть равны;
- б) коэффициенты трансформации должны быть равны;
- в) в момент подключения первичные обмотки трансформаторов должны быть замкнуты накоротко.

17. Закончить предложение.

Индукционный регулятор – это асинхронная машина с фазным ротором, ротор которой заторможен посредством.....

18. Напряжение в индукционном регуляторе подается на

- а) обмотку статора;
- б) обмотку ротора;
- в) на вторичную обмотку.

19. Пусковой ток асинхронного двигателя превышает номинальный в

- а) 2-3 раза;
- б) 6-8 раз;
- в) 10 раз.

20. Обмотка ротора асинхронного двигателя с контактными кольцами соединена:

- а) в звезду;
- б) в треугольник;
- в) в зигзаг.

21. Синхронные двигатели применяются:

- а) в нефтяной и газовой промышленности;
- б) в лифтах и подъемных кранах;
- в) в электротранспорте.

22. С увеличением нагрузки на валу асинхронного двигателя скорость вращения ротора:

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется.

23. В трехфазной статорной обмотке машин переменного тока наводится:

- а) пульсирующее магнитное поле;
- б) круговое магнитное поле;
- в) эллиптическое магнитное поле.

24. В чем выражается напряжение короткого замыкания трансформатора?

- а) в вольтах;
- б) в процентах;
- в) в амперах.

25. Синхронный компенсатор предназначен

- а) для регулирования реактивной мощности сети;
- б) для потребления активной мощности из сети;
- в) для компенсации напряжения короткого замыкания.

26. Частота сети  $f$  в России равна:

- а) 60 Гц;
- б) 50 Гц;
- в) 30 Гц.

27. Для успокоения колебаний ротора синхронного генератора используется:

- а) вентилятор на валу двигателя;
- б) демпферная обмотка;
- в) обмотка возбуждения.

28. В синхронных машинах скорость вращения ротора:

- а) равна скорости вращения магнитного поля статора;
- б) не равна скорости вращения магнитного поля статора;
- в) равна 50 Гц.

29. Обмотка ротора двигателя с короткозамкнутым ротором представляет собой:

- а) трехфазную обмотку, соединенную звездой;
- б) «беличью» клетку;
- в) трехфазную обмотку, соединенную в «треугольник».

30. В силовых трансформаторах магнитопровод собираю из:

- а) круглых листов;
- б) прямоугольных листов;
- в) треугольных листов;

### **Проверочная тестовая работа**

1. Что обозначает буква в трансформаторе ТДЦТН – 6000:  
**Ц – принудительная циркуляция масла через водяной охладитель**
2. Закончите предложение:

Принцип действия трансформатора заключается в следующем:

Из сети трехфазного тока к первичной обмотке трансформатора подводится переменное напряжение. По первичной обмотке трансформатора протекает переменный ток. Ток намагничивает сталь магнитопровода, создается магнитный поток. Магнитный поток замыкается по замкнутому магнитопроводу и пересекает вторичную обмотку трансформатора. В ней создается переменная ЭДС.

3. Выберите лишнее утверждение:

После сборки, трансформатор поступает на испытательный стенд, где испытывается в трех режимах :

- а) режим холостого хода
- б) регулировочный режим**
- в) режим короткого замыкания
- г) режим работы под нагрузкой

4. Что такое коэффициент трансформации? Запишите формулу. Отношение числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной обмотки  $K = \frac{N_1}{N_2}$

5. Бак силового трансформатора предназначен

- а) для защиты внутренних частей от механических повреждений**
- в) для создания магнитного потока
- г) для контроля за уровнем масла

6. Обмотки трансформатора предназначены для

- а) для изолирования элементов конструкции друг от друга
- б) для наведения ЭДС и протекания тока**
- в) для создания магнитного потока

7. Регулятор напряжения предназначен для

- а) для изолирования элементов конструкции друг от друга
- б) для наведения ЭДС и протекания тока**
- в) для регулирования напряжения**

8. Перечислите от чего зависят группы соединения обмоток трансформатора

**От схем соединения обмоток**

**От маркировки выводов обмоток**

**От способа намотки**

9. В каких режимах могут работать синхронные машины. Перечислите.

**Генераторный, двигательный**

10. Почему синхронные машины называются синхронными?

- а) потому что ротор и магнитное поле статора врачаются синхронно**
- б) потому что скорость вращения ротора меньше скорости вращения магнитного поля.

# ТЕСТ

## Двигатели постоянного тока

1. Вставьте пропущенные слова:

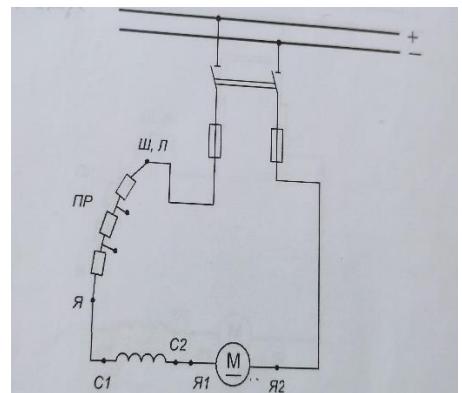
Принцип действия ДПТ: Из сети постоянного тока к щеткам подводится напряжение. В обмотку якоря поступает \_\_\_\_\_ ток. Одновременно в обмотку возбуждения также поступает постоянный ток. Ток возбуждения намагничивает сталь статора. В статоре создается \_\_\_\_\_.

При взаимодействии магнитного поля статора и поля якоря создается выталкивающая сила. Пара сил создает \_\_\_\_\_ и якорь набирает обороты.

2. Соотнесите вид двигателя со схемой:

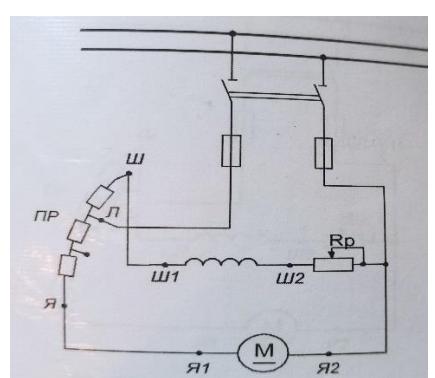
1)Двигатель параллельного возбуждения

a)



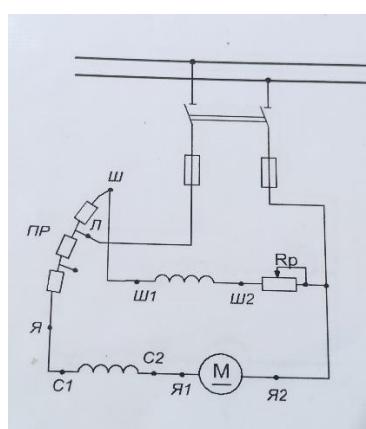
2)Двигатель последовательного возбуждения

б)



3)Двигатель смешанного возбуждения

в)



3. Выберите правильный ответ

Достоинством щунтового двигателя является:

- а) сравнительно постоянные обороты на валу
- б) увеличение КПД с ростом нагрузки

4. Выберите правильный ответ

Достоинством серийного двигателя является

- а) сравнительно постоянные обороты на валу
- б) хорошие тяговые свойства

5. Выберите правильный ответ

Недостатком серийного двигателя является

- а) большой пусковой ток
- б) опасность холостого хода, когда двигатель может пойти в «разнос»

6. Выберите лишние ответы

К электрическим потерям относятся

- а) Потери в обмотках
- б) Потери от вихревых токов
- в) Потери в скользящем контакте
- г) Потери гистерезиса

7. Выберите правильные ответы:

Какие потери относятся к механическим:

- а) Потери в подшипниках
- б) Потери от вихревых токов
- в) потери от трения коллектора о щетки
- г) потери от трения якоря о воздух

8. Запишите формулу КПД, расшифруйте ее значения.

9. Выберите правильный ответ

При больших нагрузках на двигатель КПД

- а) увеличивается
- б) уменьшается

10. Выберите правильный ответ

От чего зависит величина КПД двигателя

- а) от мощности двигателя
- б) от напряжения сети
- в) от тока возбуждения

эталон

1.	Постоянный Электромагнитное поле Вращающий момент
2.	1б,2а,3в
3.	А
4.	Б

5.	Б
6.	б,г
7.	а,в,г
8.	$\eta = \frac{P_2}{P_1}$ $P_2$ -полезная мощность, $P_1$ -подводимая мощность.
9.	б
10.	а

Государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение

«Троицкий технологический техникум»

## **Методические указания**

### **по выполнению практических работ**

по МДК 01.01. Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии вырабатываемой на электростанциях.

по специальности 13.02.03 Электрические станции, сети и системы  
Троицк, 2024

Методические указания для выполнения практических работ разработаны на основе рабочей основной образовательной программы по профессии (специальности) 13.02.02. Электрические станции, сети и системы

Разработчик: преподаватель Немчинова Э.Т.

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой методической комиссии

Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2

#### **Содержание:**

1. Пояснительная записка.
2. Общие требования по выполнению работы и оформлению отчета; критерии оценивания работ.
3. Тематика и содержание практической работы.
4. Список используемой литературы.

#### **1. Пояснительная записка**

**Цель проведения практической работы:** определить значения параметров трехфазного трансформатора, построить треугольник короткого замыкания.

**Объем времени на выполнение работы, согласно учебного плана и рабочей программы модуля – 2 часа.**

#### **2. Общие требования по выполнению работы и оформлению отчета; критерии оценивания работ.**

Обучающийся должен:

- строго выполнять весь объем самостоятельной подготовки, указанный в описаниях соответствующей практической работы;
- знать, что выполнению каждой работы предшествует проверка готовности обучающегося, которая проводится преподавателем;
- знать, что после выполнения работы обучающийся должен представить

отчет о проделанной работе с обсуждением полученных результатов и выводов.

Критерии оценки практической работы.

Оценка «5» – работа выполнена в полном объеме и без замечаний.

Оценка «4» – работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «3» – работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка.

Оценка «2» – допущены две (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые обучающиеся не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена.

### **3. Тематика и содержание практической работы**

#### Практическая работа № 2

Тема: Определение параметров трехфазного трансформатора и построение треугольника короткого замыкания

Цели работы : 1.Формирование знаний о трехфазном трансформаторе и его параметрах (ОК 01).

2. Формировать умение осуществлять интерпретацию теоретической информации о параметрах трансформатора для выполнения задания. (ОК02)

3. Формирование умения определять параметры трехфазного трансформатора и строить треугольник напряжений на основе исходных данных. (ОК01,ОК02).

4. Формировать умение проводить техническое обслуживание трехфазного трансформатора, оформлять техническую документацию по обслуживанию трехфазных трансформаторов. (ПК 1.1., ПК 1.5.)

Используемое оборудование:

ПК, офисное ПО, справочная литература.

Порядок выполнения работы (задание):

Задача: Определить необходимые данные для построения треугольника напряжений короткого замыкания. Исходные технические данные трехфазных трансформаторов серии ТМ приведены в табл. 1.2: номинальная мощность  $S_{\text{ном}}$ , номинальные первичное  $U_{1\text{ном}}$  и вторичное  $U_{2\text{ном}}$  напряжения, напряжение короткого замыкания  $u_k$ , мощность короткого замыкания  $P_{k \text{ ном}}$  мощность холостого хода  $P_{0\text{ном}}$ , ток холостого хода  $i_0$ .

Обмотки соединены Y/Y; параметры приведены к рабочей температуре.

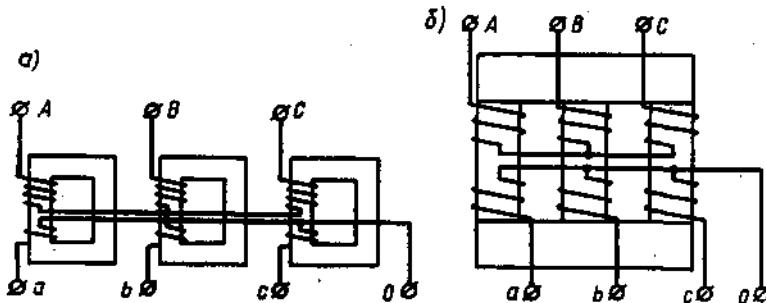
Таблица 1.2. Варианты исходных значений задачи.

Тип трансформатора	$S_{\text{ном}}$ , кВ · А	$U_{1\text{ном}}$ , кВ	$U_{2\text{ном}}$ , кВ	$u_k$ , %	$P_{k\text{ном}}$ , кВт	$P_{0\text{ном}}$ , кВт	$i_0$ , %
TM-1000/10	1000	10	0,4	5,5	12,2	2,45	1,4
TM-1600/10	1600	10	0,4	5,5	18,0	3,3	1,3
TM-2500/10	2500	10	0,4	5,5	25,0	4,6	1,0
TM-4000/10	4000	10	0,4	5,5	33,5	6,4	0,9
TM-6300/10	6300	10	0,4	5,5	46,0	9,0	0,8
TM-630/10	630	10	0,4	5,5	7,6	1,56	2,0

## Краткие теоретические сведения:

Трансформирование трехфазной системы напряжений можно осуществить тремя однофазными трансформаторами, соединенными в трансформаторную группу (рис. 2.1, а). Однако относительная громоздкость, большой вес и повышенная стоимость — недостаток трансформаторной группы, поэтому она применяется только в установках большой мощности с целью уменьшения веса и габаритов единицы оборудования, что важно при монтаже и транспортировке трансформаторов.

Рис. 2.1. Трансформаторная группа (а) и трехфазный трансформатор (б)



В установках мощностью примерно до 60000 кВ·А обычно применяют трехфазные трансформаторы, у которых обмотки расположены на трех стержнях, объединенных в общий магнитопровод двумя ярмами (см. рис. 2.1.б). Но полученный таким образом магнитопровод является несимметричным: магнитное сопротивление потоку средней фазы  $\Phi_B$  меньше магнитного сопротивления потокам крайних фаз  $\Phi_A$  и  $\Phi_C$  (рис. 2.2, а).

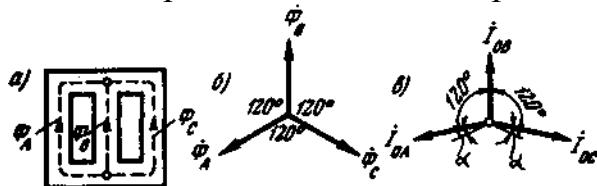


Рис. 2.2. Трехстержневой магнитопровод и векторные диаграммы

Для уменьшения магнитной несимметрии трехстержневого магнитопровода, т.е. уменьшения магнитного сопротивления потокам крайних фаз, сечение ярм делают на 10—15% больше сечения стержней, что уменьшает их магнитное сопротивление. Несимметрия токов х.х. трехстержневого трансформатора практически не отражается на работе трансформатора, так как даже при небольшой нагрузке различие в значениях токов  $I_A$ ,  $I_B$  и  $I_C$  становится незаметным.

Таким образом, при симметричном питающем напряжении и равномерной трехфазной нагрузке все фазы трехфазного трансформатора, выполненного на трехстержневом магнитопроводе, практически находятся в одинаковых условиях.

Обмотки трехфазных трансформаторов принято соединять по следующим схемам: звезда; звезда с нулевым выводом; треугольник; зигзаг с нулевым выводом. Схемы соединения обмоток трансформатора обозначают дробью, в числителе которой указана схема соединения обмоток ВН, а в знаменателе — обмоток НН. Например, Y/A означает, что обмотки ВН соединены в звезду, а обмотки НН — в треугольник.

Выводы обмоток трансформаторов принято обозначать следующим образом: обмотки ВН — начало обмоток А, В, С, соответствующие концы Х, Y, Z; обмотки НН — начала обмоток а, б, с, соответствующие концы х, у, z.

При соединении обмоток звездой линейное напряжение больше фазного ( $U_L = \sqrt{3}U_\phi$ )

Параметры трехфазного трансформатора:

$S_{\text{ном}}$  - номинальная мощность трансформатора – это полная мощность трансформатора, на которую он рассчитан заводом изготовителем. То есть, напряжение, которое в течение всего срока эксплуатации трансформатор выдерживает без перерыва.

$U_{1\text{ном}}$  – первичным напряжением называется такое напряжение, которое, необходимо подвести к его первичной обмотке, чтобы на зажимах разомкнутой вторичной обмотки получить вторичное номинальное напряжение, указанное в паспорте трансформатора.

$U_{2\text{ном}}$  – вторичным напряжением называется напряжение, которое устанавливается на выводах выходной обмотки при ненагруженном трансформаторе. На вход прикладывается номинальная величина параметра.

$u_k$  – напряжение короткого замыкания – это напряжение, при подведении которого к одной из обмоток трансформатора при замкнутой накоротко другой обмотке в ней проходит ток, равный номинальному.

$P_{k\text{ном}}$  – мощность короткого замыкания – это мощность, подводимая к трансформатору при проведении опыта короткого замыкания для силовых трансформаторов, составляет 1 – 4 % от номинальной мощности трансформатора. При этом, чем больше номинальная мощность трансформатора, тем меньше мощность при проведении опыта короткого замыкания, то есть меньше потери в обмотках.

$P_{0\text{ном}}$  – мощность холостого хода – это мощность потребляемая трансформатором в режиме холостого хода, расходуется на компенсацию магнитных потерь в стали магнитопровода.

$i_0$  – ток холостого хода – это ток, который протекает при холостом ходе трансформатора по его первичной обмотке. У идеального трансформатора (не имеющего потерь) это будет намагничивающий ток, т. е. ток, создающий намагничивающую силу (ампер-витки), необходимую для образования в магнитопроводе главного магнитного потока  $\Phi$ , сцепленного с обеими обмотками трансформатора.

Порядок выполнения работы:

1. Выписать исходные технические характеристики трансформатора в соответствии со своим вариантом (последняя цифра номера по списку группы).

B №1	B №2	B №3	B №4	B №5	B №6	B №7	B №8	B №9	B №10
TM 1000/1 0	TM 1600/1 0	TM 2500/1 0	TM 4000/1 0	TM 6300/1 0	TM 630/1 0	TM 1000/1 0	TM 1600/1 0	TM 2500/1 0	TM 4000/1 0

2. Произвести решение по следующим формулам

Решение производить по следующим формулам:

- Напряжение короткого замыкания первичной обмотки:

$$U_{IK} = 10^{-2} u_k U_{1\text{ном}};$$

- Ток короткого замыкания первичной обмотки:

$$I_{IK} = I_{1\text{ном}} = S_{\text{ном}} / (\sqrt{3} U_{1\text{ном}});$$

- Коэффициент мощности режима короткого замыкания:

$$\cos \varphi_k = P_{k,\text{ном}} / (\sqrt{3} U_{1k} I_{1k});$$

- Найти угол  $\varphi$  в градусах;

- Полное сопротивление короткого замыкания:

$$z_k = U_{1k} / (\sqrt{3} I_{1k});$$

- Активная составляющая сопротивления короткого замыкания:

$$r_k = z_k \cos \varphi_k;$$

- Коэффициент реактивной мощности режима короткого замыкания:

$$\sin \varphi = \sqrt{(1 - \cos^2 \varphi)}$$

- Реактивная составляющая сопротивления короткого замыкания:  $x_k = z_k \sin \varphi_k$ ;

- Построить треугольник напряжений короткого замыкания со сторонами

Стороны треугольника напряжений короткого замыкания (рис. 2.3):

$$U_k = I_{1k} z_k; \quad U_{k,a} = I_{1k} r_k; \quad U_{k,p} = I_{1k} x_k;$$

Принимаем масштаб напряжения  $m_u = 5$  В/мм, тогда длина векторов (сторон треугольника короткого замыкания) равна полученным предыдущим значениям, деленным на 5.

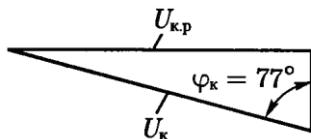


Рис. 2.3. Треугольник напряжений короткого замыкания

### Требования к содержанию отчета по работе .

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист (Приложение1)
2. Содержание (Приложение 2)(рамка с большим штампом)
3. Выполнен в электронном виде или написан от руки.
4. Задание и его выполнение (рамка с маленьким штампом)
5. Выводы.
6. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы.

1. Как можно выполнить трансформирование трехфазной системы напряжений?
2. Где применяют трехфазные трансформаторы?
3. По каким схемам принято соединять обмотки трехфазных трансформаторов?
4. Каким образом определяется отношение линейных и фазных напряжений трехфазного трансформатора?
5. Что такое напряжение короткого замыкания трансформатора?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

**ПО ТЕМЕ:** ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ИСПЫТАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

**Цель работы:** ознакомиться с конструкцией, методами испытания и построения характеристик генератора, а также с помощью характеристик изучить свойства генератора.

**План работы:**

1. Ознакомиться с конструкцией машин постоянного тока.
2. Записать паспортные данные исследуемой машины.
3. Опытным путем определить и построить характеристики генератора независимого возбуждения.

### **Содержание работы:**

1. Паспорт машины:

Тип -                    P=                    I=                    U=                    n=

2. Используемые приборы, реостаты

№ п/п	Наименование прибора	Предел измерения	Система	Класс точности
1				
2				
3				
4				
5				
6				

3. Сопротивление обмоток генератора:

обмотка якоря – 2 Ом

обмотка возбуждения – 180 Ом

Сопротивление обмоток привести к температуре 75°C по формуле:

$$R_{75} = R \frac{235^\circ + 75^\circ}{235^\circ + t^\circ}$$

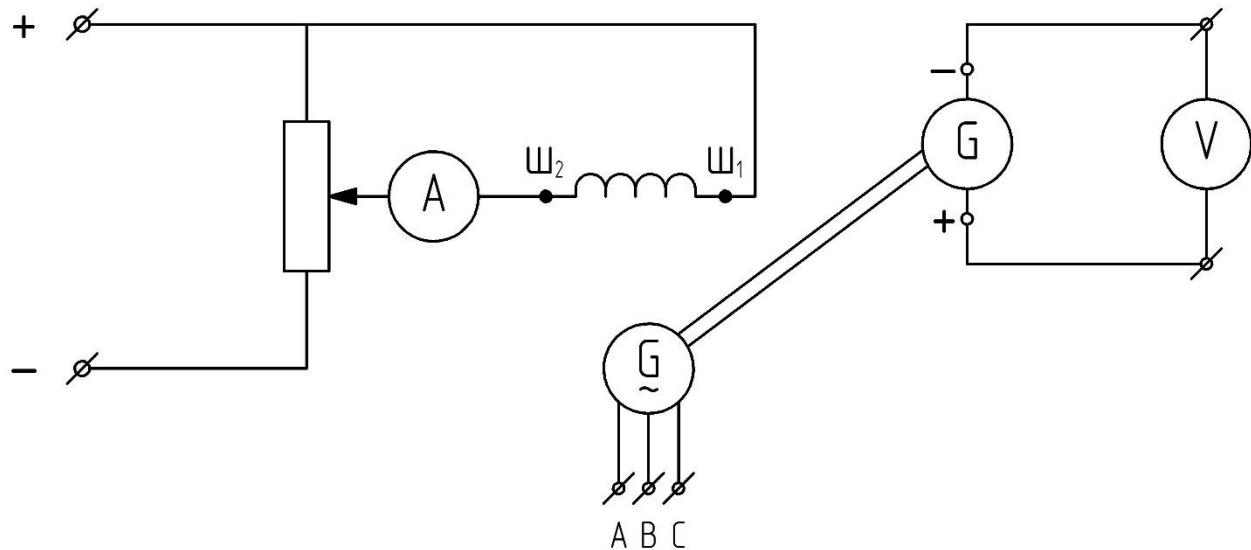
t° - температура окружающей среды.

4. Характеристика холостого хода:

$$U_0 = f(i_B) \quad \text{при} \quad I_a = 0, \quad n = \text{const}$$

Опыт производится по схеме №1

Схема №1



Генератор приводится во вращение с номинальной скоростью. Первое показание вольтметра при токе  $i_B = 0$ , есть напряжение от потока остаточной магнитной индукции. Затем при помощи потенциометра увеличить ток возбуждения от  $i_B = 0$  до  $i_{B,\text{наиб}}$  при котором напряжение на зажимах генератора достигает  $1,0 + 1,1/U_{\text{ном}}$  получим восходящую ветвь кривой. Изменим ток возбуждения от  $i_{B,\text{наиб}}$  до  $i_B = 0$ , получим нисходящую ветвь кривой. За практическую характеристику холостого хода принимается средняя кривая. Во избежание погрешности за счет явления гистерезиса, изменение тока возбуждения следует производить все время в одном и том же направлении, уменьшая или увеличивая его.

По характеристике холостого хода определить степень насыщения магнитной системы машины. Данные опыта занести в таблицу №1.

Таблица №1

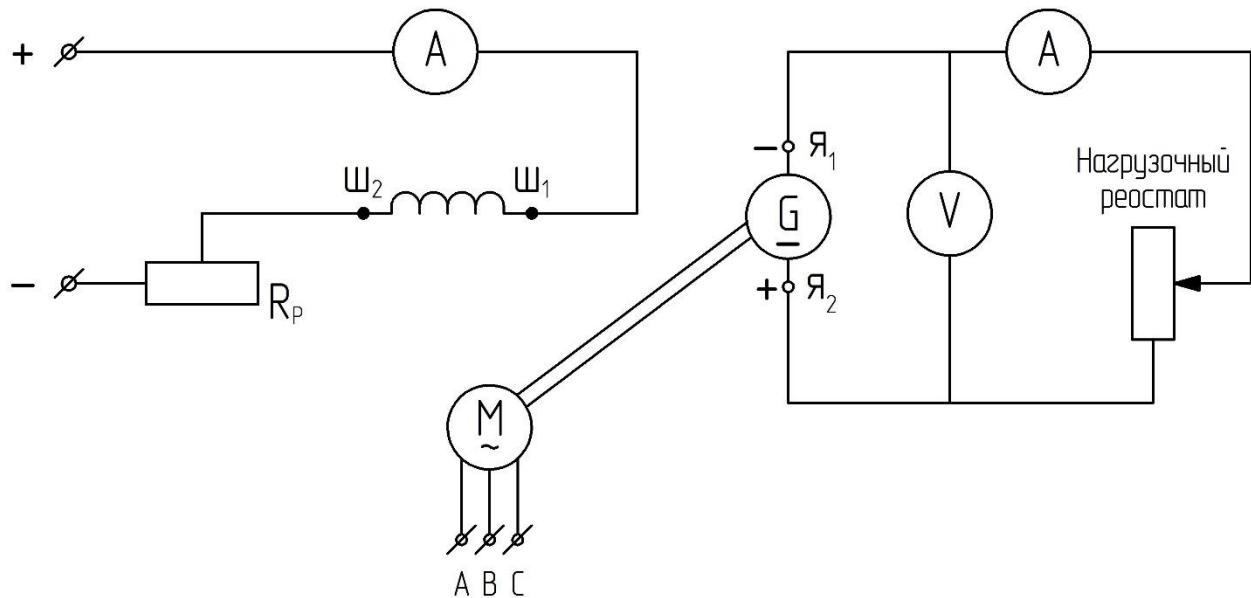
№№ отсчета	Измеряемая величина	Ед. измерения	1	2	3	4	5	6
Данные опыта	$i_B$	A						
	$i_B$	A						
	$U_0$	B						
	$U_0$	B						

##### 5. Нагрузочная характеристика:

$$U = f(i_B) \quad \text{при } I_A = \text{const}; \quad n = \text{const}$$

Опыт производится по схеме №2

Схема №2



Возбудить генератор до  $U = /1,0 + 1,1/U_{\text{ном}}$  и установить ток якоря  $I_a = /0,5 + 0,55/I_{\text{ном}}$ . Уменьшая ток возбуждения и соблюдая условие  $I_a = \text{const}$ , снова произвести отчет показаний приборов.

Данные занести в таблицу №2

Таблица №2

№№ отсчета	Измеряемая величина	Ед. измерения	1	2	3	4	5	6
Данные опыта	$i_B$	A						
	U	V						

6. Внешняя характеристика:

$$U = f(I_a) \quad \text{при } I_B = \text{const}; \quad n = \text{const}$$

Опыт производится по схеме №2

Нагрузить генератор до тока  $I_a = /0,5 + 0,55/I_{\text{ном}}$  при  $U_{\text{ном}}$  и  $n_{\text{ном}}$ . Ток возбуждения, который при этом получается, поддерживается в течение опыта постоянным.

Уменьшая ток якоря до нуля, снять характеристику.

Данные опыта занести в таблицу №3.

По характеристике определить процентное изменение напряжения при сбросе нагрузки:

$$\Delta U = \frac{U_0 - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%$$

Таблица №3

№№ отсчета	Измеряемая величина	Ед. измерения	1	2	3	4	5	6
Данные опыта	$i_B$	A						
	U	V						

7. Регулировочная характеристика:

$$i_B = f(I_A) \text{ при } U = \text{const}; \quad n = \text{const}$$

Опыт производится по схеме №2 на холостом ходу установить  $U = U_{\text{ном}}$  при номинальной скорости вращения. Увеличивая  $I_A$  и  $i_B$  так, чтобы  $U = \text{const}$  Снять характеристику. Данные опыта занести в таблицу №4.

Таблица №4

№№ отсчета	Измеряемая величина	Ед. измерения	1	2	3	4	5	6
Данные опыта	$I_A$	A						
	$I_B$	A						

8. Дать письменные ответы на контрольные вопросы:

- a. Назовите основные элементы машины
- b. Объясните для чего используется получение характеристики: холостого хода, внешней, регулировочной, нагрузочной.

#### Используемая литература

1. Кацман М.М. Электрические машины, -М: Академия, 2016
2. Кацман. М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу, - М: Академия, 2016

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

**ПО ТЕМЕ:** ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ИСПЫТАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

**Цель работы:** Ознакомиться с конструкцией, методами испытания и построения характеристик генератора, а так же установить влияние последовательной обмотки возбуждения на характеристики генератора.

**План работы:**

1. Ознакомиться с установкой.
2. Записать паспортные данные исследуемой машины.
3. Опытным путем определить и построить характеристики генератора.

#### Содержание работы:

1. Паспорт машины:

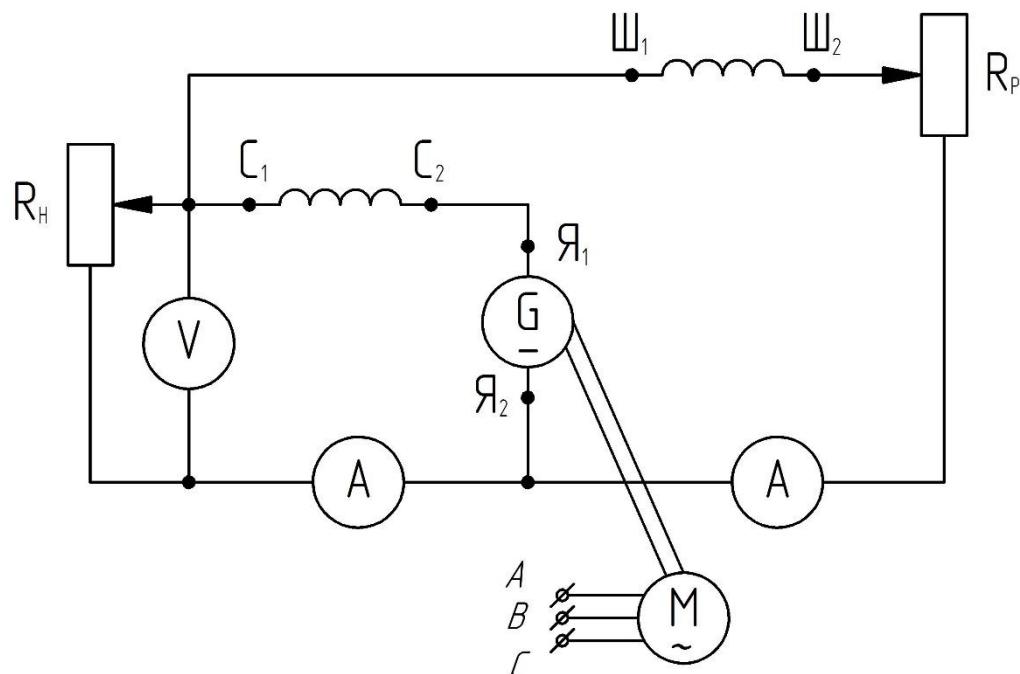
Тип - P= I= U= n=

2. Используемые приборы, реостаты

№ п/п	Наименование прибора	Предел измерения	Система	Класс точности
1				
2				
3				
4				
5				
6				

3. Подготовка машины к снятию характеристик. Собрать схему №1 для проверки согласности включения. Привести генератор во вращение и дать какую-нибудь нагрузку. Замерить напряжение в зажимах генератора.

Схема №1



Переключить концы последовательной обмотки при неизменном сопротивлении цепи возбуждения, дать ту же самую нагрузку, снова измерить напряжение.

Если напряжение во втором случае уменьшилось, значит обмотки включены встречно: потоки параллельной и последовательной обмоток вычитаются.

#### 4. Внешняя характеристика:

$$U = f(I_H) \text{ при } R_B = \text{const}, n = \text{const}$$

Опыт производится по схеме №1.

a) снятие внешней характеристики при параллельном возбуждении. Последовательную обмотку возбуждения при этом отключить, для чего следует любой конец провода, присоединенный к одному из зажимов последовательной обмотки возбуждения пересоединить к другому.

Нагрузить генератор до тока  $I_a = I_{\text{ном}}$ . Ток возбуждения, который при этом получается поддерживать в течении опыта постоянным, уменьшая ток якоря до нуля, снять характеристику.

Данные опыта занести в таблицу №1

Таблица №1

№№ отсчета				1	2	3	4	5	6
Параллельное возбуждение	Данные опыта	U	B						
		I <sub>я</sub>	A						
Согласное возбуждение	Данные опыта	U	B						
		I <sub>я</sub>	A						
Встречное возбуждение	Данные опыта	U	B						
		I <sub>я</sub>	A						

б) снятие внешней характеристики при согласном включении проводится аналогично.

в) снятие внешней характеристики при встречном включении проводится следующим образом. Меняют местами провода соединяющие последовательную обмотку возбуждения. Привести якорь генератора во вращение, установить на холостом ходу при  $I_a = 0, U_{\text{ном.}}$  затем генератор постепенно нагружают до  $I_a = (0,3 - 0,4)I_{\text{ном.}}$  при неизменном токе возбуждения. Полученные данные занести в таблицу №1. Для наглядности три внешние характеристики построить на одних осях координат.

### 5. Регулировочная характеристика:

$$i_B = f(I_{\text{я}}) \text{ при } U = \text{const}, n = \text{const}$$

опыт производится по схеме №1

а) для получения характеристики при параллельном возбуждении отключить последовательную обмотку, как указывалось ранее. На холостом ходу генератора  $I_{\text{я}} = 0$  установить номинальное напряжение. Затем постепенно нагрузить генератор, регулируя ток возбуждения так, чтобы  $U_{\text{ном.}} = \text{const.}$

Данные опыта занести в таблицу №2

Таблица №2

№№ отсчета				1	2	3	4	5	6
Параллельное возбуждение	Данные опыта	I <sub>B</sub>	A						
		I <sub>я</sub>	A						
Согласное возбуждение	Данные опыта	I <sub>B</sub>	A						
		I <sub>я</sub>	A						

б) снятие регулировочной характеристики при согласном соединении обмоток проводится аналогично. Обе характеристики построить на одних осях координат.

### 6. Дать письменные ответы на контрольные вопросы.

1. Как влияет последовательная обмотка возбуждения?

2. Укажите области применения генератора постоянного тока различного возбуждения.

### Используемая литература

1. Кацман М.М. Электрические машины, -М: Академия, 2016
2. Кацман. М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу, - М: Академия, 2016

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

**ПО ТЕМЕ:** ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

**Цель работы:** Ознакомиться с конструкцией двигателя, аппаратурой пуска двигателя, получить опытным путем рабочие и регулировочные характеристики, на основании которых выяснить свойства двигателя.

**План работы:**

1. Ознакомиться с установкой.
2. Записать паспортные данные машины.
3. Опытным путем определить и построить рабочие характеристики, механическую и регулировочную характеристики двигателя.

**Содержание работы:**

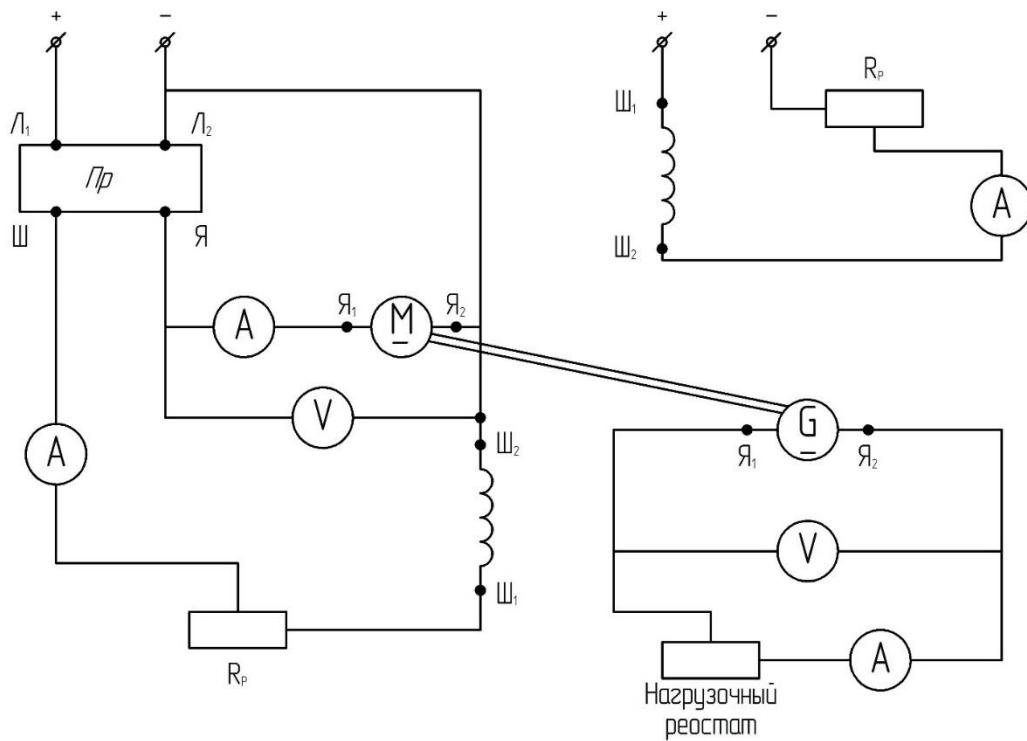
1. Паспорт машины:

Тип -                     $P =$                      $I =$                      $U =$                      $n =$

2. Используемые приборы, реостаты

№ п/п	Наименование прибора	Предел измерения	Система	Класс точности
1				
2				
3				
4				
5				
6				

3. Снятие рабочих характеристик  $n, M, I_A, \eta = f(P_2)$  при  $U = \text{const}, i_B = \text{const}$



Для получения рабочих характеристик механических характеристик двигателя собрать схему №1.

Запустить двигатель, подать независимое питание в обмотку возбуждения нагрузочного генератора и нагрузкой генератора достичь тока якоря двигателя  $I_{\text{дв.}} = (0,65 - 0,7)I_{\text{дв.ном.}}$ .

При помощи реостата в цепи возбуждения достичь номинальной скорости двигателя. Ток возбуждения, который при этом получается поддерживать в опыте постоянным. Сохраняя напряжение на двигателе номинальным, изменять нагрузку генератора в пределах от  $0,7I_{\text{дв.ном.}}$  до холостого хода нагрузочного генератора.

Данные опыта занести в таблицу №1 и по расчетным данным построить рабочие и механические характеристики двигателя.

Мощность подводимая к двигателю:  $P_{1\text{дв.}} = U_{\text{дв.}} \cdot I_{\text{я дв.}}$

Полезная мощность на валу двигателя:  $P_{2\text{дв.}} = P_{1\text{ген.}} = U_{\text{ген.}} \cdot I_{\text{я ген.}}$

Таблица №1

№№ отсчета		1	2	3	4	5	6
Опытные данные	$U_{\text{дв.}}$	V					
	$I_{\text{я дв.}}$	A					
	$n$	об/мин					
	$U_{\text{ген.}}$	V					
	$I_{\text{я ген.}}$	A					
Расчетные данные	$P_{1\text{дв.}}$	Вт					
	$M_{\text{дв.}}$	Н·м					
	$P_{2\text{дв.}}$	Вт					
	$n$	%					

КПД двигателя

$$\eta = \frac{P_{2\text{дв.}}}{P_{1\text{дв.}}} \cdot 100\%$$

момент развиваемый двигателем

$$M = \frac{9,55 \cdot P_{2\text{дв.}}}{n}$$

4. Регулировочная характеристика двигателя  $n = f(i_B)$   $U = \text{const}$   $M_2 = \text{const}$   
Опыт проводится по схеме №1

При помощи нагружочного генератора достичь в цепи якоря двигателя тока равного  $0,3I_{\text{дв.ном.}}$ . Изменить ток возбуждения двигателя сохраняя постоянным ток якоря генератора, замерить скорость двигателя. Данные опыта занести в таблицу №2 и построить регулировочную характеристику.

Таблица №2

№№ отсчета		1	2	3	4	5	6
Данные опыта	$U_{\text{дв.}}$	B					
	$I_{a\text{дв.}}$	A					
	$i_B$	A					
	n	об/мин					

5. Дать письменные ответы на контрольные вопросы:

1. Посчитать процентное изменение скорости двигателя при сбросе номинальной нагрузки.

#### Используемая литература

- Кацман М.М. Электрические машины, -М: Академия, 2016
- Кацман. М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу, - М: Академия, 2016

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

**ПО ТЕМЕ:** ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

**Цель работы:** Ознакомиться с конструкцией двигателя, получить опытным путем рабочие характеристики, с помощью которых выяснить свойства двигателя.

**План работы:**

- Ознакомиться с установкой.
- Записать паспортные данные машины.
- Опытным путем определить и построить рабочие характеристики двигателя и механическую характеристику двигателя.

#### Содержание работы:

1. Паспорт машины:

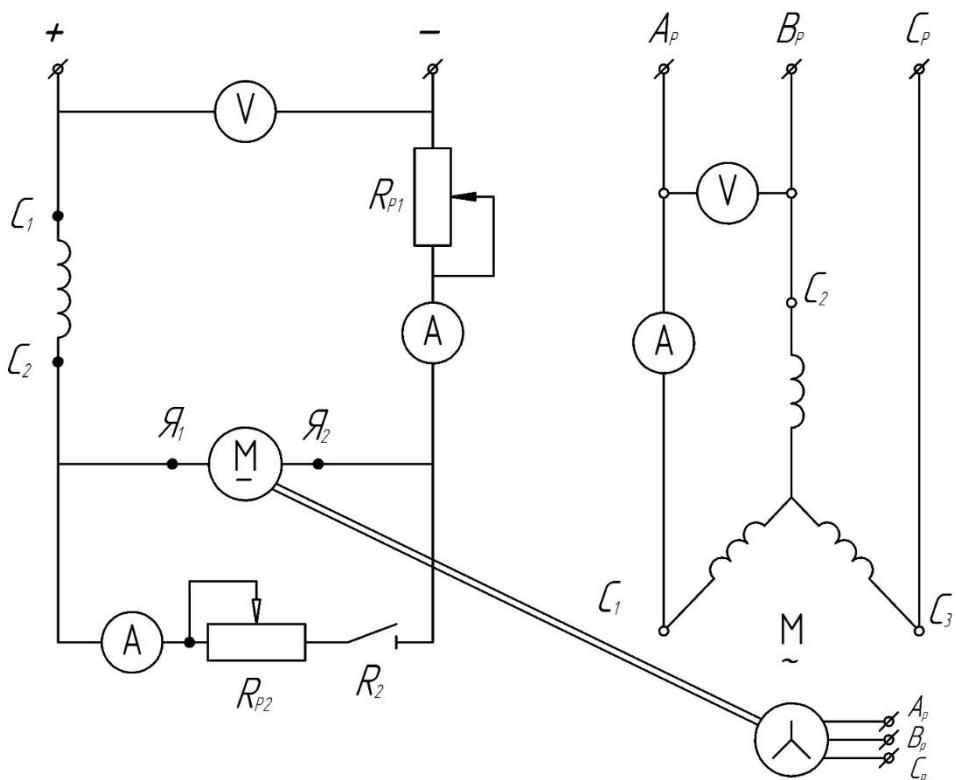
Тип -	P=	I=	U=	n=
-------	----	----	----	----

## 2. Используемые приборы, реостаты

№ п/п	Наименование прибора	Предел измерения	Система	Класс точности
1				
2				
3				
4				
5				
6				

3. Снятие рабочих характеристик  $n, M, \eta, P_2 = f(I_a)$  при  $U = \text{const}$   
Опыт проводится по схеме №1

## Схема №1



Перед пуском двигателя (рубильник Р1 – разомкнуть) включить асинхронный двигатель с фазным ротором. Запустить двигатель последовательного возбуждения, изменения напряжение асинхронного двигателя снять характеристики в пределах изменение тока в якоре испытуемого двигателя до  $0,7I_{\text{ном}}$ . Данные занести в таблицу №1.

Таблица №1

№№ отсчета		1	2	3	4	5	6
Опытные данные	$U_{дв.}$	B					
	$I_{я\,дв.}$	A					
	n	об/мин					
	$U_{дв.\sim}$	B					

	$I_{\text{дв.~}}$	A						
Расчетные данные	$P_{1\text{дв.}}$	Bт						
	$P_{\text{дв.~}}$	Bт						
	$M_{\text{дв.}}$	N·м						
	$\eta$	%						

Мощность проводимая к двигателю:  $P_{1\text{дв.}} = U_{\text{дв.}} \cdot I_{\text{я~дв.}}$

$$\text{Полезная мощность на валу двигателя: } P_{2\text{дв.}} = P_{2\text{дв.~}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{дв.}} \cdot I_{\text{дв.}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi$$

$$\eta = 0,78 \cos \varphi = 0,4$$

КПД двигателя:

$$\eta = \frac{P_{2\text{дв.}}}{P_{1\text{дв.}}} \cdot 100\%$$

Момент развиваемый двигателем:

$$M = \frac{9,55 \cdot P_{2\text{дв.}}}{n}$$

По данным таблицы №1 построить рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения и естественную механическую характеристику

#### 4. Регулирование скорости двигателя.

Наиболее удобным способом регулирования скорости двигателя последовательного возбуждения является шунтирование обмотки якоря или обмотки возбуждения. Опыт провести по схеме №1.

Рубильник Р1 замкнуть при этом ток двигателя равен  $I_c = I_{\text{ш}} + I_{\text{я}}$ , чем меньше шунтирующее сопротивление, больше ток в обмотке возбуждения  $I_c$ , тем меньше скорость двигателя.

Данные опыта занести в таблицу №2

Таблица №2

№№ отсчета		1	2	3	4	5	6
Данные опыта	n	об/мин					
	$I_c$	A					

#### 5. Дать письменные ответы на контрольные вопросы:

- Почему при пуске двигателя ток возбуждения должен быть наибольшим?
- Каковы достоинства и недостатки двигателя с последовательным возбуждением?

#### Используемая литература

- Кацман М.М. Электрические машины, -М: Академия, 2016
- Кацман. М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу, - М: Академия, 2016

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ПО ТЕМЕ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КПД ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

**Цель работы:** ознакомиться с основными методами определения КПД электрических машин постоянного тока.

- План работы:**
1. Ознакомиться с установкой.
  2. Записать паспортные данные испытуемых машин.
  3. Ознакомиться с методами определения КПД электрических машин.
  4. Определить КПД двигателя постоянного тока.
  5. Определить КПД генератора постоянного тока.

**Содержание работы:**

1. Паспорт машины:

Генератор		Двигатель	
Тип -		Тип -	
P =	U =	P =	U =
I =	n =	I =	n =

№ п/п	Наименование прибора	Предел измерения	Система	Класс точности
1				
2				
3				
4				
5				
6				

3. Сопротивление обмоток:

Генератор:

обмотка якоря – 1,8 Ом  
обмотка возбуждения параллельная – 200 Ом

Двигатель:

обмотка якоря – 0,9 Ом  
обмотка возбуждения последовательная – 0,05 Ом  
обмотка возбуждения параллельная – 96 Ом

Сопротивление всех обмоток привести к температуре 75°C по формуле:

$$R_{75} = R \frac{235^\circ + 75^\circ}{235^\circ + t^\circ}$$

t° - температура окружающей среды.

4. Методы опытного определения КПД электрических машин постоянного тока делятся на:

- прямой (непосредственный)
- косвенный

К прямому методу относятся:

- а) способ агрегата
- б) способ тарированной машины (метод нагрузки).

К косвенному методу относятся:

- а) метод возвратной работы (метод суммарных потерь)
- б) метод торможения
- в) метод отдельных потерь
- способ вспомогательного двигателя
- способ холостого хода.

В работе рассматриваются два способа:

- а) способ вспомогательного двигателя
- б) способ холостого хода

Метод отдельных потерь является более точным и имеет преимущества. Он не требует наличие двух одинаковых машин и даёт представление не только о КПД и сумме потерь, но и о составляющих этой суммы.

5. Способ вспомогательного двигателя заключается в следующем.

По схеме 1 запускается вспомогательный двигатель. Установить скорость двигателя  $n_{\text{дв.}} = n_{\text{ген. ном.}}$ .

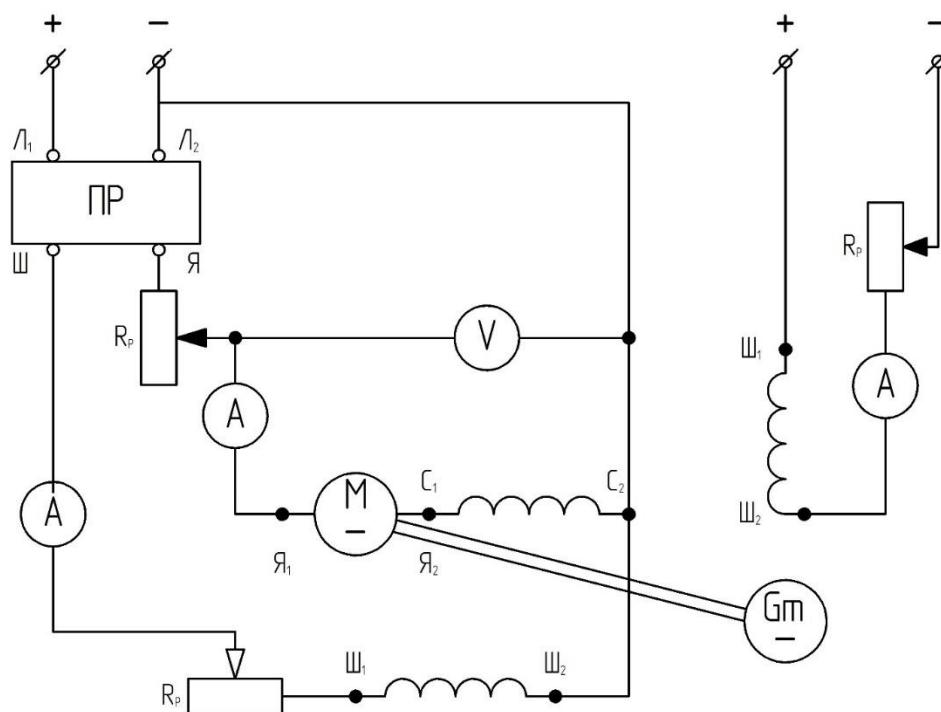
Замерить мощность  $P_a = U_{\text{дв.}} \cdot I_{\text{дв.}}$ ;  $U_{\text{дв.}} = 75 \text{ В}$ ;  $I_{a,\text{дв.}} = 1,2 \text{ А}$

Затем вспомогательный двигатель соединяется с испытуемой машиной и снова запускается  $i_b = 0,5 \text{ А}$  остаётся постоянным. Сохраняется скорость вращения двигателя с помощью регулировочного реостата в цепи якоря двигателя. Замеряется потребляемая мощность  $P_{a2} = U_{\text{дв.}} \cdot I_{a,\text{дв.}}$ .

Разность  $P_{a2} - P_{a1}$ , равна механическим потерям испытуемой машины. Подать независимое питание в обмотку возбуждения испытуемой машины

$$i_{b,\text{ном.}} = \frac{U_{\text{ном.}}}{R_b 75}$$

Схема 1



$R_{B\ 75}$  - сопротивление параллельной обмотки возбуждения испытуемой машины при  $75^{\circ}\text{C}$ .

Запустить вспомогательный двигатель ток возбуждения и скорость вращения остаются постоянными. Замерить мощность  $P_{a3} = U_{\text{дв.}} \cdot I_{a\ \text{дв.}}$ .

Разность  $P_{a3} - P_{a2}$  равна потерям в стали испытуемой машины. Остальные потери находятся расчётным путём.

При работе машины в режиме генератора независимого возбуждения потери определяются:  $\Delta P_{\text{м.а.}} = I_{\text{ном. ген.}}^2 \cdot R_{a\ 75}$

а) потери в меди цепи якоря:

$I_{\text{ном. ген.}}$  – номинальный ток генератора

$R_{a\ 75}$  - сопротивление обмотки якоря, приведённое к  $75^{\circ}\text{C}$ .

б) потери в щеточном контакте

$$\Delta P_{\text{щ.к.}} = 2\Delta U_{\text{щ.к.}} \cdot I_{\text{ном.ген.}}$$

$\Delta U_{\text{щ.к.}}$  - падение напряжения в щеточном контакте одной полярности, для угольных и графических щеток  $\Delta U_{\text{щ.к.}} = 1 \text{ В}$

в) потери в обмотке возбуждения  $\Delta P_B = i_{B\ \text{ном.}}^2 \cdot R_B\ 75$

г) добавочные потери  $\Delta P_{\text{доб.}} = 0,01 \cdot P_{\text{ном.ген.}}$

д) потери механические и потери в стали берутся из опыта.

Сумма всех потерь в генераторе:

$$\sum \Delta P_{\text{ген.}} = \Delta P_{\text{м.а.}} + \Delta P_{\text{щ.к.}} + \Delta P_{\text{доб.}} + \Delta P_B + \Delta P_{\text{мех.}} + \Delta P_{\text{ст.}}$$

КПД генератора:

$$\eta_{\text{ген.}} = \frac{P_{\text{ном.ген.}}}{P_{\text{ном.ген.}} + \sum \Delta P_{\text{ген.}}} \cdot 100\%$$

6. Способ холостого хода. По схеме 1 двигатель с параллельным возбуждением пускается на холостом ходу. Измерить ток якоря -  $I_a$ , ток возбуждения  $i_B$  и напряжение на зажимах двигателя  $U$ . Так как при  $n = \text{const}$  механические потери  $\Delta P_{\text{мех.}} = \text{const}$  и потери в стали  $\Delta P_{\text{ст.}} \equiv \Phi^2 \equiv E_a^2$  то сумма потерь механических и потерь в стали равна мощности холостого хода

$$P_0 = U \cdot I_a - I_a^2 \cdot R_a$$

Одновременным изменением тока возбуждения и напряжение на якоре снять для данной постоянной скорости вращения 5-6 точек.

Данные опыта занести в таблицу №1

Таблица №1

№№ отсчета	Данные опыта			Данные расчета	
	$U$ [В]	$I_a$ [А]	$i_B$ [А]	$E_a$ $= U - I_a \cdot R_a$ [В]	$P_0 = U \cdot I_a - I_a^2 \cdot R_a$ [Вт]
1					
2					
3					
4					
5					
6					

По расчетным данным построить график зависимости  $P_0 = f(E_a)$  продолжение кривой до оси координат дает точку пересечения с осью, ордината которой равна  $\Delta P_{\text{мех}}$ . Остальные потери находятся расчётным путём

КПД двигателя равен:

$$\eta_{\text{дв.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}} - \sum \Delta P_{\text{дв.}}}{P_{\text{ном.дв.}}} \cdot 100\%$$

$$\sum \Delta P_{\text{дв.}} = \Delta P_{\text{м.а.}} + \Delta P_{\text{щ.к.}} + P_{\text{в}} + \Delta P_{\text{п.в.}} + \Delta P_{\text{доб.}} + \Delta P_{\text{мех.}} + \Delta P_{\text{ст.}}$$

Потери в обмотке якоря

$$\Delta P_{\text{м.а.}} = (I_{\text{ном.}} + i_{\text{вн.}})^2 \cdot R_{a\ 75}$$

$I_{\text{ном.}}$  - номинальный ток двигателя

$i_{\text{вн.}}$  - номинальный ток возбуждения параллельной обмотки

$R_{a\ 75}$  - сопротивление обмотки якоря двигателя при  $75^{\circ}\text{C}$

Потери в щеточном контакте

$$\Delta P_{\text{щ.к.}} = 2 \cdot \Delta U \cdot I_{\text{ном.дв.}}$$

Потери в параллельной обмотке возбуждения

$$\Delta P_{\text{в}} = U_{\text{ном.}} \cdot i_{\text{в.ном.}} = i_{\text{в.ном.}}^2 \cdot R_{\text{в}\ 75}$$

Добавочные потери

$$\Delta P_{\text{доб.}} = 0,01 \cdot P_{\text{ном.дв.}}$$

Потери последовательной обмотки возбуждения

$$\Delta P_{\text{п.в.}} = I_{\text{ном.дв.}}^2 \cdot R_{\text{с}\ 75}$$

$R_{\text{с}\ 75}$  - сопротивление последовательной обмотки, приведенное к  $75^{\circ}\text{C}$

7. Подсчитать КПД генератора по методу отдельных потерь и КПД двигателя по методу холостого хода

8. Письменно ответить на контрольные вопросы:

1. Что такое постоянные и переменные потери?
2. Почему  $\eta_{\text{max}}$  наступает при равенстве потерь в стали и потерь в обмотках меди?

### Используемая литература

1. Кацман М.М. Электрические машины, -М: Академия, 2016
2. Кацман. М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу, - М: Академия, 2016

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

**ПО ТЕМЕ: ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ИСПЫТАНИЕ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

**Цель работы:** Ознакомиться с конструкцией, способом пуска, методом испытания и построения характеристик синхронного двигателя.

**План работы:**

1. Ознакомиться с установкой, записать паспортные данные.
2. Записать данные измерительных приборов и регулировочных реостатов.

3. Собрать схему.
4. Пустить двигатель и проверить работу регулирующей аппаратуры.
5. Получить V-образные кривые двигателя  $I_c = f(i_B)$  при  $P = P_{x.x}$ . (на холостом ходу, при  $P = P_h$  (под нагрузкой).
6. Получите рабочие характеристики двигателя.
7. Главные выводы и заключения.

### ***Содержание работы:***

#### **1. Паспорт машины:**

Тип			
Статор:	$U_c =$	Ротор:	$U_p =$
	$I_c =$		$i_B =$
	$S =$		
	$n =$		
	$\cos \varphi =$		
Тип			
	$P =$		$U =$
	$I =$		$n =$

#### **2. Используемые приборы, реостаты**

№ п/п	Наименование прибора	Предел измерения	Система	Класс точности
1				
2				
3				
4				
5				
6				

#### **3. Подготовка машины к работе.**

Самый распространенный способ пуска синхронного двигателя является асинхронный пуск.

Собрать схему №1, применяемую для двигателей малой мощности и низкого напряжения.

Обмотка статора двигателя АВС подключается к сети регулируемого напряжения через переключатель Р2 в положение звезда (Y). Обмотка возбуждения двигателя (ОВ) питается от возбудителя (В) и присоединяется к нему переключателем (Р1).

Амперметр в цепи возбуждения двигателя имеет 0 в середине шкалы. Сопротивление  $R_g$  (гасящее) предназначено для замыкания на него обмотки возбуждения двигателя.

Двигатель приводит во вращение генератор G соединенный с ним муфтой, который нагружают нагрузочным реостатом  $R_h$  и тем самым нагружается синхронный двигатель.

#### 4. Пуск двигателя

Обмотку статора включить в звезду, переключатель Р2 в положение (Y). Обмотку возбуждения двигателя (OB) замыкают рубильником Р1 на сопротивление  $R_g$ . Обмотку статора двигателя ABC включают в сеть регулируемого напряжения.

При скорости, близкой к синхронной, стрелка амперметра в цепи возбуждения двигателя будет колебаться в такт с частотой тока наводимого в обмотке ротора. В тот момент, когда стрелка подходит к нулю и начинает отклоняться в ту сторону, которой она соответствует рабочему состоянию двигателя, переключателем Р1 присоединяют обмотку возбуждения (OB) к возбудителю (переключатель Р1 в положение 2). При этом сопротивление в цепи возбуждения (регулировочный реостат R1) должно быть наибольшим, т.е. ток возбуждения  $i_B$  - наименьшим. Могут быть случаи, когда ротор втягивается в синхронизм за счёт реактивного момента до присоединения обмотки возбуждения к возбудителю. Это можно заметить по прекращению колебаний стрелками амперметра в цепи возбуждения. Тогда, реостат R1, присоединяют обмотку возбуждения двигателя (OB), переключателем Р1 из положения 1 в положение 2, к возбудителю. Уменьшая R1, т.е. увеличивая ток возбуждения двигателя, можно заметить, что ток в цепи статора будет расти или убывать. Правильным направлением тока возбуждения будет такое, при котором ток статора начнет уменьшаться.

#### 5. V-образные кривые:

- а)  $I_{cd} = f(i_B)$       при  $P = P_h$
- б)  $P = P_{x.x.}$

а) включив двигатель в сеть, заставить его вращать невозбужденный генератор. Тогда мощность двигателя на входе будет иметь некоторую величину  $P_{x.x.}$ . Увеличивают ток возбуждения до тех пор, пока ток статора синхронного двигателя  $I_{cd}$  не станет равным  $1,2 - 1,3 I_h$ . Это производится увеличением напряжения возбудителя В т.е. реостатом R1 в цепи его возбуждения.

Изменяя затем ток возбуждения  $i_B$  в пределах, пока двигатель сохраняет устойчивую работу, снимают показания приборов и заносят их в таблицу 1. Достаточное число отчётов равно 5-7. Активную мощность  $P_{x.x.}$  подсчитывают по формуле  $P_{x.x.} = I_{cd} \cdot U_{cd} \cdot \cos \varphi$  по формуле

$$\cos \varphi = \frac{P_{x.x.}}{S}$$

Таблица 1

№ наблюдения	$U_{cd}, В$	$i_B, A$	$I_{cd}, A$	$P_{x.x.}, Вт$	$\cos \varphi$
1					
2					
3					
4					
5					

6					
7					

$$б) P = P_H$$

Для получения  $V$  – образной кривой двигателя, работающего под нагрузкой, возбуждают генератор  $G$  и нагружают его нагрузочным реостатом  $R_H$ . Устанавливают определенную величину мощности потребляемой генератором и поддерживают ее неизменной, изменения ток возбуждения таким же образом как описано выше получают вторую кривую. Данные заносят в таблицу 1

(Продолжение) Таблица 1

№ наблюдения	$U_{cd}$ , В	$i_B$ , А	$I_{cd}$ , А	$P_{x.x.}$ , Вт	$\cos \varphi$
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

## 6. Рабочие характеристики:

$$I_{dc}; n; M = f(P_2) \text{ при } i_B = \text{const}$$

Для получения рабочих характеристик синхронного двигателя его включают в сеть, как было указано выше, и нагружают при помощи генератора постоянного тока. Ток возбуждения двигателя поддерживают все время постоянным. Данные заносятся в таблицу 2 и строят характеристики.

Таблица 2

№ наблюдения	$n$ об/мин	$U_{cd}$ В	$I_{cd}$ А	$I_r$ В	$U_r$ В	$I_{bg}$ А	$P_2$ Вт	$P_1$ Вт	$M$ Нм

Расчетным путем определяются:

$$P_2 = I_r - U_r$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot I_{cd} \cdot U_{cd} \cdot \cos \varphi ; (\cos \varphi = 1)$$

$$M = 9,55 \cdot \frac{P_2}{n}$$

## 7. Контрольные вопросы:

1. Описать пуск синхронного двигателя.
2. Объяснить рабочие характеристики.

3. Сделать вывод и заключение по работе.

### Используемая литература

- Кацман М.М. Электрические машины, -М: Академия, 2016
- Кацман. М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу, - М: Академия, 2016

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

#### ПО ТЕМЕ: ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ИСПЫТАНИЕ ТРЕХФАЗНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

**Цель работы:** изучить конструкцию синхронного генератора, изучить характеристики генераторов и их физический смысл.

**План работы:**

- Ознакомиться с установкой.
- Записать паспортные данные испытуемой машины.
- Опытным путем определить и построить характеристики генератора.

#### Содержание работы:

##### 1. Паспорт машины:

	Тип –	$\cos \varphi =$	$S =$
Статор:	$U =$	$I =$	$n =$
Ротор:	$U =$	$I =$	$f =$

##### 2. Используемые приборы, реостаты

№ п/п	Наименование прибора	Предел измерения	Система	Класс точности
1				
2				
3				
4				
5				
6				

##### 3. Характеристика холостого хода:

$$U_0 = f(i_B) \quad \text{при} \quad I_a = 0, \quad n = \text{const}$$

Генератор приводится во вращение с номинальной скоростью.

Изменяя ток возбуждения генератора с помощью регулируемого сопротивления  $R_{reg2}$  в цепи обмотки возбуждения возбудителя, замерить напряжение на зажимах статора.

По характеристике холостого хода определить степень насыщения магнитной системы машины. Данные опыта занести в таблицу 1.

Таблица 1

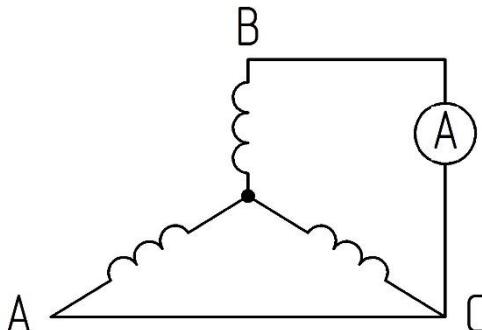
№№ отсчета	Измеряемая величина	Ед. измерения	1	2	3	4	5	6
Данные опыта	$I_B$	A						
	$U_0$	B						

#### 4. Характеристика короткого замыкания.

$$I_1 = f(i_B) \text{ при } U = 0 \quad f = f_{\text{ном}} = \text{const}$$

Обмотку статора замкнуть через амперметр по схеме 1

Схема 1



Генератор привести во вращение с номинальной скоростью. Плавно изменять ток возбуждения генератора реостатом  $R_{\text{рег2}}$  в пределах  $(0,1 - 0,45)i_{B \text{ ном}}$ .

Данные опыта занести в таблицу 2.

Таблица 2

№№ отсчета	Измеряемая величина	Ед. измерения	1	2	3	4	5	6
Данные опыта	$I_B$	A						
	$I_1$	A						

Используя данные опытов холостого хода и короткого замыкания определить отношение короткого замыкания.

$$\text{ОКЗ} = \frac{i_{B \text{ ном}}}{i_{B \text{ кном}}}$$

$i_{B \text{ ном}}$  - ток возбуждения, определяемый из характеристики холостого хода при номинальном напряжении.

$i_{B \text{ кном}}$  - ток возбуждения, определяемый из характеристики трехфазного короткого замыкания при номинальном токе статора.

#### 5. Внешняя характеристика $U = f(I)$ при $i_B = \text{const}$ , $\cos \varphi = \text{const}$ ,

$$f = f_{\text{ном}} = \text{const}$$

Первичным двигателем развернуть генератор до номинальной скорости и установить номинальное напряжение при холостом ходе.

Нагрузить генератор до тока  $I = 0,5I_{\text{ном}}$  примерно через равные интервалы, данные опыта записать в таблицу 3.

В качестве активной нагрузки служит жидкостный реостат, в качестве реактивной нагрузки служит индукционный регулятор, у которого обмотка ротора и статора включены последовательно.

Таблица 3

Данные опыта			
	Активная нагрузка		Индуктивная нагрузка
	I (A)	U (B)	I (A)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

По характеристике определить процентное изменение напряжения

$$\Delta U = \frac{U_{\text{ном}} - U_0}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%$$

#### 6. Нагрузочная характеристика.

$U = f(i_B)$  при  $U = \text{const}$ ,  $\cos \varphi = \text{const}$ ,  $f = f_{\text{ном}} = \text{const}$

В качестве нагрузки используется индукционный регулятор. Возбудить генератор до  $U_{\text{ном}}$  и установить ток статора  $I_1 = 0,2I_{\text{ном}}$ . Уменьшая ток возбуждения и соблюдая условия  $I_1 = \text{const}$  произвести отсчет показаний приборов. Данные занести в таблицу 4

Таблица 4

№ отсчета	Измеряемая величина	Ед. измерения	1	2	3	4	5	6
Данные опыта	$i_B$	A						
	U	B						

#### 7. Регулировочная характеристика:

$i_B = f(I)$  при  $U = \text{const}$ ;  $\cos \varphi = \text{const}$ ;  $f = f_{\text{ном}} = \text{const}$

При холостом ходе током возбуждения установить номинальное напряжение. Нагрузить генератор, увеличивая  $I_1$ . Первичным двигателем поддерживать скорость вращения постоянной, а током возбуждения – номинальное напряжение. Данные опыта занести в таблицу 5.

Таблица 5

Данные опыта				
	Активная нагрузка		Индуктивная нагрузка	
	$i_B$ (A)	$I_1$ (B)	$i_B$ (A)	$I_1$ (B)
1				
2				
3				
4				
5				

Дать письменные ответы на контрольные вопросы:

1. На что влияет ОКЗ?
2. Дать краткое описание конструкции синхронного генератора.

## НАЗНАЧЕНИЕ

Синхронные трехфазные генераторы переменного тока БМЗ-4,5/4-М предназначены для соединения с двигателями внутреннего сгорания в небольших стационарных и передвижных установках.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Генераторы выполняются только на напряжение 230В и частоту 50 Гц обмотка статора соединяется в звезду.

Исполнение генераторов - горизонтальное, на лапах каплезащищенное со встроенным возбудителем.

В качестве возбудителя в генераторах применяется 4- полюсной шунтовый генератор постоянного тока, магнитная система которого крепится на переднем щите генератора.

Изоляция обмоток якоря и статора класса «А».

Генераторы рассчитаны на продолжительный режим работы в следующих условиях:

- высота над уровнем моря не более 1000 м
- температура окружающего воздуха плюс 35°C
- относительная влажность окружающего воздуха не более 70% при 20°C.

Направление вращения генераторов левое, если смотреть со стороны привода (против часовой стрелки). Опорами вала генератора являются два шарикоподшипника №305. Напряжение генератора регулируется ползунковым реостатом. Технические данные генератора и возбудителя приведены в таблицах 1 и 2.

## СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Генератор представляет собой агрегат, состоящий из 2-х машин: генератора переменного тока и возбудителя постоянного тока, смонтированных на одном валу.

Таблица 1

Мощность		Скорость вращения об/мин	Соединение обмоток	Напряжение В	Ток статора при напряжении		КПД %	
КВ	КВт при $\cos \varphi = 0,8$				230 В	400 В	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0,8$
4,5	3,6	1500	Y	230	11,75	---	80,6	74,2

## Технические данные возбудителя

Потребляемая мощность, кВт	Мощность, кВт	Напряжение В	Ток А	Регулятор		Масса кг	Маховый момент кг м <sup>2</sup>
				Сопротивление Ом	Ток А		
5,2	4,8	0,25	22	11,40	15	5	124

## ГЕНЕРАТОР

Статор. Станина генератора - литая, чугунная. Сердечник набран из листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Пакет железа статора, скрепленный 6-ю скобами, запрессован статор и укреплен 2-мя винтами, расположенными диаметрально. Паз статора - полузакрытый, трапециoidalной формы. Обмотка статора - катушечная, двухслойная, состоит из мягких катушек, намотанных на шаблон из круглого обмоточного провода 1,65 марки ПБД или ПЭЛВО, удерживаемых в пазах деревянными клиньями. Обмотка пропитывается лаком.

Ротор генератора состоит из вала, к средней расширенной части которого винтами с цилиндрической головкой привернуты полюсы. Полюсы набраны из электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Катушки полюсов намотаны из круглого провода марки ПБД 1,81. Обмотка пропитана лаком. Выводные концы обмотки ротора присоединены к двум контактным кольцам, расположенными внутри переднего щита на валу генератора. Ротор балансирован динамически.

Подшипниковые щиты - чугунные. Для прохождения охлаждающего воздуха в щитах имеются жалюзи.

Подшипники генератора насажены на вал. Торцевые поверхности подшипников закрыты с обеих сторон чугунными крышками. Смазка подшипников осуществляется через закрываемые пробками маслоходы, установлены в переднем и заднем щитах.

Тип смазки – консистентные УТВ (113).

Траверса контактных колец представляет собой палец, покрытый бакелизированной бумагой, на которой насажены два щеткодержателя. В каждом щеткодержателе находится щетка типа ЭГ-4,10,12,5,32. Палец ввинчивается в отверстие переднего щита.

## ВОЗБУДИТЕЛЬ

Якорь возбудителя посажен в готовом виде выступающий конец вала генератора. Вращение якоря относительно вала предотвращается стопорным штифтом. В основном направлении якорь закреплен шпилькой, которая благодаря наличию на ней упорного венчика из двух гаек служит одновременно и съемщиком при снятии якоря с вала.

Пакет железа якоря набран из листовой электротехнической стали толщиной 0,5 мм и запрессован на чугунной втулке при помощи нажимной шайбы, закрепленной гайкой. Изоляцией между пластинами коллектора служат мikanитовые прокладки. Обмотка якоря - петлевая шаблонная из круглого провода марки ПЭЛВО Ø12. Секции удерживаются в пазах деревянными клиньями. Обмотка якоря пропитывается изоляционным лаком. Станина Возбудителя чугунная. Середняки полюсов собраны из листовой стали. Катушки полюсов намотаны из круглого провода марки ПЭЛВО Ø1,12 и пропитанный изоляционным лаком.

Траверса коллектора представляет собой чугунное колесо, установленное в расточке станины возбудителя с четырьмя алюминиевыми обоймами щеткодержателей, в которых находятся щетки. Генератор имеет две коробки выводов. Одна коробка предназначена для выводных концов обмотки статора и установлена на генераторе, другая для выводных концов обмотки возбудителя и ротора и установлена на возбудителе.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

**ПО ТЕМЕ:** ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ИСПЫТАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

**Цель работы:** Изучение конструкции трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором и приобретение практических навыков в сборке схем соединения двигателя, его пуске с применением пускового реостата и проведении опытов Х.Х. и К.З.

### *Используемое оборудование:*

1. Генератор постоянного тока

Паспорт машины:	Тип -
	P -
	I -
	U -
	n -

2. Электродвигатель постоянного тока:

Паспорт машины:	Тип -
	P -
	I -
	U -
	n -

### *Используемые приборы, реостаты*

№ п/п	Наименование прибора	Предел измерения	Система	Класс точности
1				
2				
3				
4				
5				
6				

### *Порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с конструкцией трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.

2. Записать его паспортные данные, а также данные измерительных приборов.
3. Собрать схему 1 и после проверки ее преподавателем произвести пробный пуск двигателя.
4. Выполнить опыт х.х.
5. Выполнить опыт к.з.

**Схема включения и пробный пуск двигателя.** В схеме соединений 1 для измерения активной мощности  $P_1$ , потребляемой двигателем из сети, предусмотрен двухэлементный трехфазный ваттметр, токовые катушки которого включены через измерительные трансформаторы. Для измерения фазного тока статора  $I_1$  в схеме применены два амперметра: амперметр A1 (с большим пределом измерения) для измерения тока при опыте к.з. и амперметр A2 (с меньшим пределом измерения) для измерения тока при опыте х.х. (на время пуска двигателя и при опыте к.з. этот амперметр следует шунтировать ключом 3). Следует обратить внимание, что в схеме 1 амперметры A1 и A2 и вольтметр V2 включены таким образом, чтобы измерять фазные значения тока и напряжения в обмотке статора. При соединение обмотки статора в треугольник эти приборы следует включить, как это показано на схеме 2.

После проверки схемы преподавателем выполняют пробный пуск двигателя:  
 а) устанавливают на выходе РНТ номинальное напряжение; б) ставят рукоятку пускового реостата ПР в положение «Пуск»; в) замыкают ключ 3 и включают рубильник Р2, подав напряжение на обмотку статора; г) медленно переводят рукоятку ПР из положения «Пуск» положение «Работа» и размыкают ключ 3.

Для остановки двигателя необходимо отключить рубильник Р2, поставить рукоятку ПР в положение «Пуск» и замкнуть ключ 3, подготовив двигатель для следующего пуска.

**Опыт холостого хода.** Установить с помощью РНТ номинальное напряжение и, осуществив пуск двигателя, снимают показания приборов и заносят их в таблицу. При этом двигатель должен работать без какой-либо нагрузки на валу ( $M_2 = 0$ ). Затем выполняют расчёты: мощность х.х (Вт)

$$P_{10} = P'_{10} r_t C_w$$

коэффициент мощности двигателя в режиме х.х.

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{(3U_1 I_{10})}$$

Где  $r_t$  - коэффициент трансформации трансформатора тока;  $C_w$  - цена деления ваттметра, Вт/дел.

Результаты вычислений заносят в таблицу.

**Опыт короткого замыкания.** Схема соединений 1. Закрепив вал двигателя так, чтобы исключить его вращение при включении двигателя, и поставив рукоятку РНТ в положение минимального напряжения, включают двигатель замыканием рубильника Р2. Затем медленно перемещают рукоятку РНТ в сторону повышения напряжения, пока оно не достигнет значения  $U_k$  (по

показанию вольтметра V2), при котором фазный ток к.з. в обмотке статора равен номинальному значению (фазного) тока  $I_{\text{ном}}$ . При этом снимают показания приборов и заносят их в таблицу. Затем отключают двигатель и выполняют расчёты: мощность короткого замыкания (Вт)

$$P_{1K} = P'_{1K} r_T C_w$$

коэффициент мощности двигателя в режиме к.з.

$$\cos \varphi_k = \frac{P_{1k}}{(3U_k I_{1\text{ hom}})}$$

полное сопротивление двигателя в режиме к.з. (Ом)

$$z_K = \frac{U_K}{I_{1\text{ hom}}}$$

## *Контрольные вопросы:*

1. В чём особенность устройства асинхронных двигателей с фазным ротором?
  2. Каков порядок действий при пуске двигателей с фазным ротором?
  3. Как провести опыт х.х.?
  4. Как провести опыт к.з.?

## **Используемая литература**

1. Кацман М.М. Электрические машины, -М: Академия, 2016
  2. Кацман. М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу, - М: Академия, 2016

## **МДК.01.02. Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии**

## **ТЕСТ СИНХРОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ**

1. Синхронный генератор предназначен для выработки электроэнергии

  - А) переменного трехфазного тока частотой 60 Гц
  - Б) переменного трехфазного тока частотой 50 Гц
  - В) постоянного тока частотой 50 Гц



12. За счет чего магнитное поле статора получается вращающимся

А) за счет вращения магнитного поля ротора

Б) за счет сдвига фазных токов на 120 градусов.

13. Косвенным называется охлаждение:

А) когда охлаждающее вещество (газ или жидкость) соприкасается с проводниками обмоток генератора, минуя изоляцию и сталь зубцов;

Б) когда охлаждающий газ (воздух или водород) с помощью вентиляторов, встроенных в торцы ротора, подается внутрь генератора и прогоняется через немагнитный зазор и вентиляционные каналы.

14. Непосредственным называется охлаждение:

А) когда охлаждающее вещество (газ или жидкость) соприкасается с проводниками обмоток генератора, минуя изоляцию и сталь зубцов;

Б) когда охлаждающий газ (воздух или водород) с помощью вентиляторов, встроенных в торцы ротора, подается внутрь генератора и прогоняется через немагнитный зазор и вентиляционные каналы.

15. Начальный разворот ротора является:

А) пусковым режимом

Б) рабочим режимом

16. Прямой механический разгон от турбины НЕвозможен:

А) СТГ на ТЭС с циклом ГТУ;

Б) СТГ на ТЭС с циклом ПТУ.

17. Регулирование реактивной нагрузки на генераторе, переведенном в режим компенсатора,

А) производится изменением тока в роторе.

Б) производится изменением тока в статоре.

18. Что такое  $\cos\phi$ ? Запишите формулу, расшифруйте каждое значение.

19. Асинхронный режим генератора возникает:

А) при исчезновении тока статора

Б) при исчезновении тока ротора (тока возбуждения)

## ТЕСТ

1. Максимальная мощность реакторных энергоблоков АЭС достигает

А) 1500 МВт

Б) 800 МВт

В) 500 МВт

2. Как должна работать схема АЭС в нормальном режиме в энергосистеме без воздействия противоаварийной автоматики при отключении любой отходящей линии или трансформатора связи:

А) Надежно

Б) На полную мощность и устойчиво

В) Экономично

3. Почему связь с энергосистемой осуществляется в схемах АЭС не менее чем тремя линиями?

4. Выберите лишнее. Что должно учитываться при выборе схемы АЭС.

А) единичная мощность агрегатов и их число

Б) реактивная мощность энергосистемы

В) напряжения, на которых выдается мощность в энергосистему.

5. В рассмотренной схеме по какой схеме выполнено РУ 330кВ?

А) 3/2 выключателя на присоединение

Б) 4/3 выключателя на присоединение

В) Четырехугольник

6. Генераторы G3 и G4, G5 и G6 по какой блочной схеме подключены к шинам РУ ВН?

А) Моноблок

Б) Укрупненный блок

7. Откуда получает питание резервный трансформатор РТ2?

А) от районной подстанции 110кВ

Б) от обмотки НН автотрансформатора связи

В) от РУ 330 кВ.

## ТЕСТ

### Автотрансформаторы

1. Номинальная (проходная) мощность автотрансформатора – это

А) мощность, которую автотрансформатор может принять из сети высшего напряжения или передать в эту сеть при номинальных условиях работы;

Б) мощность, передаваемая из первичной обмотки во вторичную за счет гальванической связи обмоток, без трансформации;

В) мощность, передаваемая магнитным путем из первичной обмотки во вторичную

2. Типовая (трансформаторная или расчетная) мощность автотрансформатора – это

А) мощность, которую автотрансформатор может принять из сети высшего напряжения или передать в эту сеть при номинальных условиях работы;

Б) мощность, передаваемая из первичной обмотки во вторичную за счет гальванической связи обмоток, без трансформации;

В) мощность, передаваемая магнитным путем из первичной обмотки во вторичную

3. Электрическая мощность автотрансформатора – это

А) мощность, которую автотрансформатор может принять из сети высшего напряжения или передать в эту сеть при номинальных условиях работы;

- Б) мощность, передаваемая из первичной обмотки во вторичную за счет гальванической связи обмоток, без трансформации;  
В) мощность, передаваемая магнитным путем из первичной обмотки во вторичную

4. В АВТОТРАНСФОРМАТОРНЫХ режимах мощность передается

А) Из обмотки ВН в обмотку СН и наоборот:

Б) из обмотки НН в обмотку СН или ВН

В) из обмотки НН в обмотку ВН и при этом автотрансформаторным путем из сети СН в сеть ВН

5. В ТРАНСФОРМАТОРНЫХ режимах мощность передается

А) Из обмотки ВН в обмотку СН и наоборот:

Б) из обмотки НН в обмотку СН или ВН

В) из обмотки НН в обмотку ВН и при этом автотрансформаторным путем из сети СН в сеть ВН

6. В КОМБИНИРОВАННЫХ режимах мощность передается

А) Из обмотки ВН в обмотку СН и наоборот:

Б) из обмотки НН в обмотку СН или ВН

В) из обмотки НН в обмотку ВН и при этом автотрансформаторным путем из сети СН в сеть ВН

7. Расшифровать аббревиатуру трансформатора, указывая единицы измерения

ТДТН-25000/110

АТДЦТН-125000/220/110/10

## ТЕСТ

### Типовые виды подстанций

1. Выполнить соответствие названию ПС и ее определению.

A) Тупиковая	1. Это подстанция, к которой подходят линии отпайками от линий между двумя энергообъектами.
Б) Ответвительная	2. Это подстанция к которой подходят одна или две линии от одного энергообъекта.
В) Узловая	3. Это подстанция, как бы «врезанная» между двумя энергообъектами. На ней линии заканчиваются и с нее начинаются.
Г) Проходная	4. Это подстанция, к которой электроэнергия подходит, от трех и более энергообъектов

2. Укажите подстанции последовательно по значимости в энергосистеме, начиная от самой значимой.

А) Тупиковая

Б) Ответвительная

В) Узловая

Г) Проходная

3. На каких подстанциях применяют схемы блоков.

А) Тупиковая

Б) Ответвительная

В) Узловая

Г) Проходная

4. Укажите недостатки устройства отделитель/короткозамыкатель?

А) подвергает сеть большим электродинамическим, термическим воздействиям

Б) вызывает просадку напряжения

В) приводит к потере устойчивости работы синхронных и асинхронных машин.

Г) неэкономичная

5. Почему на напряжении 6-10кВ секционный выключатель отключен и находится под АВР

А) для ограничения токов КЗ

Б) для параллельной работы трансформаторов

В) для выравнивания потенциала по секциям шин

6. На каком напряжении применяется схема заход –выход.

А) 35кВ

Б) 110 кВ

В) 220кВ

Г) 330кВ

7. Какие схемы соединений используются на схеме узловой подстанции на 21.00 мин.

8. Перенесите схему питания собственных нужд ПС для оперативного переменного тока. Опишите ее.

9. Перенесите схему питания собственных нужд ПС для оперативного постоянного тока. Опишите ее.

10. Укажите особенности схем подстанции.

## 2.2 Задания для промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену МДК 01.01 «Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии вырабатываемой на электростанциях»

1. Дайте понятие измерению и средствам измерений.

2. Перечислите меры электрических величин, охарактеризуйте их.

3. Охарактеризуйте меры электрического сопротивления. Изобразите эквивалентную схему сопротивления на катушки сопротивления на переменном токе.

4. Дайте краткую характеристику погрешностям измерений. Перечислите виды погрешностей, охарактеризуйте их.

5. Дайте краткую характеристику электроизмерительным приборам сравнения, приведите примеры.

6. Опишите устройство и работу механизма магнитоэлектрической системы.

7. Изобразите структурные схемы электронных вольтметров постоянного и переменного напряжений, дайте краткую характеристику.

8. Опишите измерительные трансформаторы тока. Перечислите типы параметров, конструкций, укажите схемы соединения обмоток.
9. Опишите назначение, устройство и работу электронного счетчика с аналоговым преобразователем мощности.
10. Изобразите схему включения счетчика с дистанционной передачей результатов счета и опишите его работу.
11. Опишите измерительные трансформаторы напряжения. Перечислите параметры и схемы соединения обмоток. Укажите режимы работы и условные обозначения.
12. Опишите устройство и работу механизма электромагнитной системы.
13. Расширение пределов измерения приборов с помощью шунтов и добавочных сопротивлений
14. Опишите устройство и работу механизма ферродинамической системы.
15. Объясните принцип действия измерительного механизма индукционной системы, опишите устройство.
16. Опишите устройство и работу механизма электростатической системы.
17. Изобразите структурную схему микропроцессорного электронного счетчика и опишите его работу.
18. Опишите способ расширения пределов измерения вольтметров.
19. Опишите способ расширения измерения амперметров.
20. Опишите устройство и работу измерительных трансформаторов тока и напряжения.
21. Опишите устройство и работу электронных счетчиков электрической энергии.
22. Перечислите методы измерения силы тока, напряжения, сопротивлений, объясните их.
23. Перечислите методы измерения индуктивностей и емкостей, активной и реактивной мощности, коэффициента мощности, частоты, магнитных величин, объясните их.
24. Объясните сущность компенсационного метода измерения постоянного напряжения, опишите преимущества и область применения.
25. Объясните устройство, принцип действия трансформатора.
26. Укажите основные уравнения трансформаторов. Изобразите электрическую схему замещения трансформатора.
27. Объясните опыт холостого хода и опыт короткого замыкания трансформатора. Изобразите векторные диаграммы трансформатора при нагрузке.
28. Перечислите внешние характеристики трансформатора. Объясните регулирование напряжения трансформаторов и как происходят потери трансформатора.
29. Изобразите схемы и назовите группы соединений обмоток трансформаторов. Объясните параллельную работу трансформаторов.
30. Объясните устройство и принцип работы многообмоточного трансформатора. Изобразите схему трехобмоточного трансформатора.
31. Объясните устройство и принцип работы автотрансформатора. Назовите виды. Перечислите преимущества автотрансформатора перед трансформатором.

32. Объясните эксплуатацию и техническое обслуживание измерительных трансформаторов.
33. Объясните технические осмотры силовых трансформаторов, запишите их содержание и порядок проведения.
34. Устройство и принцип работы асинхронной машины. Объясните пуск и схемы подключения асинхронного двигателя.
35. Запишите режимы работы асинхронного двигателя. Укажите уравнения напряжений асинхронного двигателя, уравнения МДС и токов асинхронного двигателя.
36. Объясните приведение параметров обмотки ротора, изобразите схемы замещения асинхронного двигателя.
37. Объясните врачающие моменты асинхронной машины.
38. Перечислите способы пуска трехфазных асинхронных двигателей (АД), охарактеризуйте их.
39. Опишите устройство и принцип действия синхронной машины.
40. Объясните, как осуществляется возбуждение синхронных машин. Опишите, как вращаются магнитное поле и ротор в синхронных двигателях.
41. Объясните принцип параллельной работы генераторов постоянного тока. Запишите условия включения генератора в параллельную работу.
42. Укажите способы включения синхронных генераторов в параллельную работу. Опишите распределение нагрузки по генераторам при параллельной работе.
43. Запишите элементы теории переходных процессов синхронных машин. Объясните процесс гашение магнитного поля.
44. Опишите конструкцию машин постоянного тока. Объясните принцип действия двигателя постоянного тока.
45. Объясните, как производится пуск двигателя постоянного тока. Запишите, какие существуют способы запуска двигателя постоянного тока.
46. Объясните, как возникает электромагнитный момент двигателя постоянного тока. Укажите потери, возникающие в машинах постоянного тока и методы определения КПД.
47. Укажите способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения, объясните их.
48. Опишите устройство и принцип работы генераторы постоянного тока.
49. Укажите классификацию генераторов постоянного тока по способу возбуждения, объясните их.
50. Запишите характеристики и область применения генераторов независимого, параллельного и смешанного возбуждения.

### **Практическая часть.**

1. Определите сопротивление шунта, если предел измерения микроамперметра на 150 мкА должен быть расширен до 15 А, а внутреннее его сопротивление  $R_A = 400$  Ом.

2. Синхронная машина имеет мощность 10 кВт и работает при  $\cos \phi = 0,8$ . Определите, какая реактивная мощность ( $Q$ ) требуется для работы машины.
3. Составьте схему соединения измерительного механизма с шунтом.
4. Трансформатор имеет 100 витков на первичной обмотке и 50 витков на вторичной обмотке. Если на первичную обмотку подается напряжение 220 В, какое напряжение будет на вторичной обмотке?
5. Номинальная мощность трехфазного электродвигателя 50кВт, полезная мощность 43 кВт, напряжения 127/220 В, коэффициент мощности 0,85. Найти КПД и ток электродвигателя для схемы соединения обмоток в треугольник.
6. Определите сопротивление шунта к амперметру с внутренним сопротивлением 0,016 Ом, если показания прибора нужно увеличить в пять раз.
7. Асинхронная машина потребляет активную мощность 15 кВт и работает при коэффициенте мощности  $\cos \phi = 0,85$ . Найдите полную мощность ( $S$ ) машины.
8. Определите класс точности прибора с пределом измерения 25 мА, если его абсолютная погрешность равна 0,05 мА.
9. Амперметр, имеющий внутреннее сопротивление 0,2 Ом и предел измерения 10А, необходимо использовать для измерения тока до 500 А. Определите сопротивление шунта и падение напряжения на амперметре и шунте.
10. Асинхронная машина имеет полную мощность 20 кВт и работает при  $\cos \phi = 0,7$ . Найдите реактивную мощность ( $Q$ ) машины.
11. Трансформатор, преобразующий напряжение с 12 В до 120 В, имеет 30 витков на вторичной обмотке. Сколько витков должно быть на первичной обмотке?
12. Номинальный ток двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением  $I_{\text{ном}} = 50$  А. Чему равен ток обмотки возбуждения?
13. Синхронная машина работает как генератор при напряжении 400 В и токе 25 А. Определите активную ( $P$ ) и реактивную ( $Q$ ) мощность, если  $\cos \phi = 0,9$ .
14. Мощность, потребляемая двигателем постоянного тока из сети  $P_1 = 2$  кВт, мощность нагрузки  $P_2 = 1,6$  кВт. Определить КПД двигателя в процентах.
15. Вольтметром на 15 В нужно измерить напряжение 120 В. Определите величину добавочного сопротивления, если внутреннее сопротивление вольтметра 200 Ом.
16. Асинхронная машина имеет два полюса и работает от сети с частотой 50 Гц. Найдите синхронную скорость этой машины и частоту скольжения, если фактическая скорость ротора составляет 1450 об/мин.
17. Трансформатор имеет входную мощность 500 Вт и выходную мощность 480 Вт. Какова его эффективность?
18. Якорь имеет 12 элементарных пазов. Обмотка якоря двухслойная. Определите число секций в обмотке и число коллекторных пластин.

19. Номинальный ток двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением  $I_{\text{ном}} = 80$  А. Чему равен ток обмотки возбуждения?
20. Мощность, потребляемая двигателем постоянного тока из сети  $P_1 = 5$  кВт, мощность нагрузки  $P_2 = 4,5$  кВт. Определить КПД двигателя в процентах.
21. Номинальный ток двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением  $I_{\text{ном}} = 80$  А. Чему равен ток обмотки возбуждения?
22. Рассчитайте добавочное сопротивление вольтметра для расширения пределов измерения напряжения с 0,3В до 30В. Внутреннее сопротивление вольтметра 240Ом.
23. Синхронная машина работает от сети с частотой 50 Гц. Определите синхронную скорость машины, если в ней 4 полюса.
24. Асинхронная машина имеет синхронную скорость 1500 об/мин и работает с механической нагрузкой на частоте 1450 об/мин. Найдите частоту скольжения (S) машины.
25. Трансформатор с коэффициентом трансформации 4 (например, 4:1) получает 10 А на первичной обмотке. Какой ток будет на вторичной обмотке?

### **Экзаменационные вопросы МДК.01.02 Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии**

1. Опишите структуру энергетики и ее основные компоненты.
2. Охарактеризуйте энергосистему и ее составляющие.
3. Дайте понятие о типах электрических станций и их характеристиках.
4. Перечислите виды энергоресурсов и их особенности.
5. Опишите запасы энергоресурсов и их местонахождение в мире.
6. Охарактеризуйте возобновляемые источники энергии и их значение.
7. Дайте понятие о первичной и вторичной энергии в энергетике.
8. Опишите технологию получения электрической энергии на тепловой электрической станции, сжигающей органическое топливо.
9. Охарактеризуйте основные технологические системы тепловых электростанций (ТЭС).
10. Перечислите варианты расположения основного оборудования на ТЭС.
11. В чем заключается отличие схемы технологического процесса теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) от котельной электрической станции (КЭС)?
12. Опишите структурные схемы котельных электрических станций (КЭС).
13. Охарактеризуйте структурные схемы теплоэлектроцентралей (ТЭЦ).
14. Дайте понятие о газотурбинных и паровых установках, их назначении и принципиальных схемах.
15. Обоснуйте экономическую целесообразность объединения циклов газотурбинной установки (ГТУ) и парогазовой установки (ПГУ).

16. Опишите назначение, классификацию, устройство и принцип действия основного теплового оборудования ТЭС.
17. Охарактеризуйте собственные нужды тепловых электростанций.
18. Дайте понятие о ядерном горючем и его топливных циклах.
19. Перечислите основные типы энергетических ядерных реакторов и принцип их работы.
20. Опишите технологию получения электрической энергии на атомной электростанции (АЭС).
21. Охарактеризуйте структурную схему атомной электростанции (АЭС).
22. Какие собственные нужды существуют у атомных электростанций?
23. Опишите природу гидроэнергетики и ее особенности.
24. Дайте понятие о напоре, расходе и мощности участка водостока в гидроэнергетике.
25. Перечислите классификацию гидроэлектростанций (ГЭС) и их основные сооружения.
26. Опишите технологию получения электрической энергии на гидроэлектростанциях (ГЭС).
27. Охарактеризуйте структурную схему гидроэлектростанции (ГЭС).
28. Какие собственные нужды существуют у гидроэлектростанций?
29. Обоснуйте необходимость развития новых способов преобразования энергии в электрическую.
30. Дайте общие сведения о солнечных, ветровых, геотермальных, приливных и других видах электростанций.
31. Опишите назначение и типы электрических подстанций, а также их структурные схемы.
32. Какие основные элементы имеют электрические воздушные и кабельные линии?
33. Охарактеризуйте потребителей электрической энергии и значение надежности электроснабжения для них.
34. Как осуществляется деление потребителей на категории по требованиям надежности электроснабжения?
35. Влияние качества электроэнергии на работу потребителей: опишите основные аспекты.
36. Перечислите виды загрязнений, вызванных выбросами тепловых установок ТЭС и АЭС, а также изменения биологической обстановки в районе действия ГЭС.
37. Каковы последствия влияния воздушных электрических линий на человека и окружающую среду?
38. Дайте понятие об энергосистеме: какие основные части она включает?
39. Какова роль межсистемных связей в электроснабжении потребителей?
40. Охарактеризуйте технические и экономические преимущества параллельной работы электростанций и энергосистем.
41. Как осуществляется распределение нагрузок между станциями различных типов?

42. Опишите режимы работы нейтралей в электрических сетях различного напряжения (до 1 кВ, 6-35 кВ, 110 кВ и выше).

43. Какие основные свойства имеют электрические сети с различными способами заземления нейтралей?

44. Перечислите типы синхронных генераторов, их параметры и расшифровку маркировки генераторов.

45. Охарактеризуйте типы силовых трансформаторов и автотрансформаторов, а также их параметры.

46. Какова нагрузочная способность трансформаторов и автотрансформаторов?

47. Объясните перегрузочную способность трансформаторов и автотрансформаторов в различных режимах работы.

48. Что такое короткое замыкание? Опишите его виды, причины и последствия для энергосистемы.

49. Как изменяются токи короткого замыкания в цепи генератора?

50. Объясните принципы составления схем замещения отдельных последовательностей при несимметричных коротких замыканиях.

### **Практическая часть.**

1. Как рассчитать мощность тепловой электростанции, если известны ее тепловые потери и КПД?

2. Опишите процесс выбора типа топлива для тепловой электростанции в зависимости от ее местоположения.

3. Каковы основные параметры, которые необходимо учитывать при проектировании котла для ТЭС?

4. Проведите анализ экономической эффективности использования парогазовой установки по сравнению с традиционной ТЭС.

5. Как определить оптимальный размер резервуара для хранения ядерного топлива на АЭС?

6. Какие факторы влияют на выбор типа реактора для атомной электростанции?

7. Как рассчитать потенциальную мощность гидроэлектростанции, зная высоту напора и расход воды?

8. Опишите методику оценки воздействия ГЭС на экосистему реки.

9. Каковы основные этапы проектирования солнечной электростанции?

10. Проведите расчет необходимого количества солнечных панелей для обеспечения электроэнергией небольшого населенного пункта.

11. Какие параметры необходимо учитывать при проектировании ветровой электростанции?

12. Как оценить экономическую целесообразность установки ветряных турбин в определенном регионе?

13. Опишите процесс выбора места для строительства электрической подстанции.

14. Как провести анализ надежности электроснабжения для группы потребителей с различными требованиями к качеству электроэнергии?

15. Какие методы используются для мониторинга качества электроэнергии в распределительных сетях?

16. Как рассчитать потери

электроэнергии в воздушной линии электропередачи на заданном расстоянии?

17. Опишите процесс расчета токов короткого замыкания в электрической сети.

18. Каковы основные шаги по разработке схемы заземления нейтрали в электрической сети 6-35 кВ?

19. Проведите анализ влияния загрязнения окружающей среды на работу тепловых электростанций.

20. Какие меры можно предпринять для снижения выбросов загрязняющих веществ от ТЭС и АЭС?

21. Как оценить влияние воздушных линий электропередачи на здоровье населения в близлежащих районах?

22. Опишите методику расчета нагрузки на трансформатор с учетом его перегрузочной способности.

23. Как провести анализ устойчивости энергосистемы при изменении нагрузки и генерации?

24. Какие параметры необходимо учитывать при выборе типа силового трансформатора для подстанции?

25. Проведите сравнительный анализ различных способов защиты от короткого замыкания в электрических сетях.

### **3 Комплект материалов для оценки сформированности элементов общих профессиональных компетенций по виду деятельности ВД 1 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии.**

#### **Методические рекомендации для выполнения курсового проекта специальности 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация по МДК.01.02. Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии**

г. Троицк  
2024

Методические рекомендации по выполнению КП специальности 13.02.12 «Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация» по очной и заочной формы обучения, регламентирует требования к содержанию и оформлению курсового проекта (КП), условия подготовки и процедуры проведения защиты КП, критерии оценки уровня и качества подготовки обучающихся.

Разработано преподавателем Немчиновой Э.Т.

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	4
1 Требования к структуре и содержанию КП.....	6
2. Требования к оформлению КП.....	9
3. Рекомендуемая литература:.....	14
Приложение А.....	15
Приложение Б.....	16
Приложение В.....	19
Приложение Г.....	20
Приложение Д.....	21
Приложение Е.....	22
Приложение	23
Ж.....	24
Приложение З.....	

### **Общие положения**

Методические рекомендации разработаны в соответствии:

- с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования» № 464 от

14.06.2013г.;

- с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования специальности 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация

**Целью** выполнения курсового проекта является установление соответствия уровня и качества подготовки обучающихся Государственному образовательному стандарту среднего профессионального образования в части государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки по МДК 01.02, дополнительным требованиям образовательного учреждения по специальности в части сформированных компетенций и готовности выпускника к профессиональной деятельности в соответствии с требованиями работодателей.

Задачи, решаемые при выполнении КП:

- ориентирует каждого преподавателя и обучающегося на конечный результат;
- позволяет в комплексе повысить качество учебного процесса, качество подготовки и объективность оценки подготовленности обучающихся;
- систематизирует знания, умения и опыт, полученные студентами во время обучения.

Содержание курсового проекта учитывает уровень требований ФГОС по профессии 13.02.03 «Электрические станции, сети и системы».

**Предметом** защиты КП по МДК.01.02. Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии специальности 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация является оценка качества подготовки обучающихся, которая осуществляется в двух основных направлениях:

- оценка уровня освоения МДК 01.02;
- оценка компетенций обучающихся.

Защита КП позволяет наиболее полно проверить освоенность выпускником профессиональных компетенций по профессиональному модулю.

Тематика КП, отвечает следующим требованиям: овладение профессиональными компетенциями, комплексность, реальность, актуальность.

К защите КП допускаются обучающиеся, выполнившие все требования к выполнению КП и успешно прошедшие текущий контроль по МДК.

**Вид деятельности: 1. Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

**Количество часов, отводимое на выполнение КП: 40 часов аудиторной нагрузки.**

# **1 Требования к структуре и содержанию КП**

## **1.1 Структура КП**

КП состоит из пояснительной записи и графической части.

1.1.1 Пояснительная записка объемом 30-40 страниц печатного текста. В пояснительной записи дается теоретическое и расчетное обоснование принятых в проекте решений.

1.1.2 Графическая часть состоит из двух листов схем форматом А1 или А4

- Принципиальная схема электрических соединений проектируемой электроустановки.

- Конструктивный чертеж ячейки ОРУ.

5. Порядок расположения документов КП в подшивке:

- титульный лист;
- задание на выполнение КП (распечатывается с двух сторон);
- содержание;
- введение;
- основная часть (расчетная);
- заключение;
- библиография.

Результаты работы над проектом должны быть изложены понятным языком, стилистически и грамматически правильно, логически последовательно, без исправлений и подчисток, без пропусков и произвольных сокращений. Изложение текста должно осуществляться в форме безличного монолога, ведущегося от третьего лица. Использование форм первого и второго лица нежелательно.

Закрепление тем КП за обучающимися, с указанием сроков выполнения оформляется заявлением обучающегося. Пример заявления в Приложении А.

Перечень вопросов, подлежащих разработке, определяется темой КП. Введение - раскрывает значение и роль проектируемой электроустановки и перспективы ее развития в современных условиях с учетом особенностей региона. Объем введения не должен превышать 5% от общего объема пояснительной записи. Задание и график работы над курсовым проектом представлен в Приложении Б

## **Темы курсового проекта**

1. Разработка электрической части КЭС
2. Разработка электрической части ТЭЦ
3. Разработка электрической части ПС

## **Требования к содержанию пояснительной записи**

1. Содержание - это указатель заголовков выполненной работы. Содержание раскрывает структуру КП.

Необходимо следить, чтобы названия разделов в тексте соответствовали аналогичным названиям в содержании, но, чтобы названия отдельных разделов не совпадали с общим названием работы (то есть с ее темой).

Содержание включает введение, наименования всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение (выводы), библиография, наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти структурные части работы.

Содержание включают в общее количество листов текстового документа. В содержании документа должны быть перечислены все приложения с указанием их номеров и заголовков.

2. Исходные данные полностью приводятся в задании (Приложение Б).
3. Объем пояснительной записи 30-40 страниц.

### **Требования к выполнению графической части**

Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации и состоит из двух чертежей:

1. Принципиальная электрическая схема. Формат А1 или А4.
2. Конструктивный чертеж ячейки ОРУ. Формат А1 или А4

## **2 Требования к оформлению КП**

Пояснительная записка КП и чертежи оформляются в соответствии с нормативными документами:

1. ГОСТ 2.111-68. Единая система конструкторской документации.

Нормоконтроль.

2. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторских документов. Основные требования к текстовым документам.

3. ГОСТ 2.102-68. Виды и комплектность конструкторских документов.

4. ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам.

5. ГОСТ 2.104 -68. Основные надписи.

6. ГОСТ 2.301-68. Форматы.

7. ГОСТ 3.302-68. Масштабы.

8. ГОСТ 2.106-96. Текстовые документы.

9. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе.

10. ГОСТ 7.1-2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

11. ГОСТ Р 7.05-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

12. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные

13. ГОСТ 2.316-68 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц

14. ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Обозначения буквенные

15. Чертежи, графики, диаграммы, схемы, помещаемые в КП должны соответствовать требованиям стандартов ЕСКД (ГОСТ 7.32-2017 СИБИД).

Требования нормоконтроля

Виды документов	Требования
1.Пояснительная записка	-соответствие темы выполненной работы (проекта) теме в заявлении о закреплении темы (приложение 1); -комплектность документации в соответствии с требованиями, установленными для КП; -соблюдение требований стандартов на текстовые документы; -соответствие показателей и расчетных величин нормативным данным, установленным в стандартах и в других нормативно-технических и нормативно-правовых документах;
2. Чертежи всех видов	-выполнение чертежей в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации на форматы, масштабы, основные надписи, изображения (виды,

	разрезы, сечения), нанесение размеров, условные изображения конструктивных элементов и т.п.;
2.1 Схемы	-соответствие условных графических обозначений элементов, входящих в схему, требованиям стандартов; -соответствие наименований, обозначений и количества элементов, указанных на схеме, данным, приведенным в перечнях; -использование типовых схем;
2.2 Таблицы	-соответствие оформленных таблиц требованиям стандартов
3. Наличие рамки	Рамка с большим штампом только на листе «СОДЕРЖАНИЕ» Приложение 4, остальные листы с маленьким штампом Приложение 5.

### Соответствие требованиям к оформлению КП:

№ п/ п	Объект	Параметры
1.	Титульный лист	Оформление соответствует утвержденному образцу (Приложение В)
2.	Наименование темы работы	Наименование темы соответствует утвержденному перечню тем
3.	Размер шрифта	16пт полужирный для наименований разделов, 14 пт полужирный для подразделов, 14 пт для основного текста, 10-12 пт для таблиц и рисунков
4.	Название шрифта	Times New Roman
5.	Междусторочный интервал	Полутонный для основного текста и заголовка Одинарный для таблиц
6.	Абзацный отступ (см)	1,25
7.	Рамка	Рамка выполняется на всех листах. Отступ от края листа слева – 20 мм, сверху, снизу и справа – по 5 мм.
8.	Поля (мм)	(от основной рамки): левое – не менее 3 мм, верхнее – 10 мм, нижнее – 10 мм, правое - не менее 3 мм.
9.	Выравнивание текста	Заголовок – по центру, основной текст – по ширине. Значения в таблицах – по центру
10.	Общий объем без приложений	30-40 страниц формата А4
11.	Объем введения	3-5% от общего объема без приложений
12.	Объем основной части	90-95% от общего объема без приложений
13.	Объем заключения (выводов и предложений)	2-5% от общего объема без приложений
14.	Нумерация страниц	Нумерация страниц производится арабскими цифрами в правом нижнем углу штампа. Номер страницы на титульном листе, задании на выполнение КП не проставляют. Нумерация страниц начинается с титульного листа. Нумерация страниц приложений продолжается.
15.	Структурные элементы КП	Титульный лист. Задание на выполнение КП. Содержание. Введение. Основная часть. Заключение. Библиография. Приложения.
16.	Оформление содержания	Содержание включает: Введение. Заголовки всех разделов, подразделов Заключение. Библиография. Приложения
17.	Оформление частей КП	Названия структурных элементов работы «Содержание», «Введение», «Заключение», «Библиография» располагаются в середине строки без точки в конце и печатаются с заглавной буквы без подчеркивания, шрифт 16пт, полужирный.

		Каждый раздел начинается с новой страницы, выполняется шрифтом 16пт, полужирный, подразделы-14пт, полужирный, пункты 14пт, обычный. Разделы разбиваются на 2-3 подраздела, а при необходимости на пункты и подпункты. Нумерация подраздела производится следующим образом «1.1 Наименование»
18.	Состав основной части	Требования к содержанию пояснительной записи
19.	Оформление формул и уравнений	Уравнения и формулы выделяются в отдельную строку, с расшифровкой каждого обозначения (Приложение Ж) Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной строки. Нумерация проставляется в круглых скобках арабскими цифрами справа от формулы. Нумерация может быть сквозной или в пределах раздела.
20.	Оформление иллюстраций (чертежи, схемы, рисунки, диаграммы)	Иллюстрации располагаются после текста, в котором упоминается впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте работы. Иллюстрации обязаны иметь наименование и пояснительные данные. Под иллюстрацией проставляется «Рисунок 1 – Наименование рисунка». Выравнивание по центру. Нумерация иллюстраций может быть сквозной или в пределах раздела арабскими цифрами.
21.	Оформление таблиц	Таблица размещается под текстом, где дана ссылка на нее, а также возможно ее размещение на следующей странице или в приложении, если ее размер превышает 2/3 страницы. При переносе части таблицы на другую страницу сверху справа пишут «Продолжение таблицы..» с указанием ее номера. Наименование таблицы помещается над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. Например: «Таблица 1 – Наименование таблицы». Нумерация сквозная или в пределах раздела арабскими цифрами. Приложение 3.
22.	Оформление графической части курсового проекта	Графическая часть должна выполняться на листах формата А1 или А4 выполненных в соответствии с требованиями ЕСКД.
23.	Оформление ссылок	Ссылки проставляются арабскими цифрами внутри текста в квадратных скобках с указанием на порядковый номер источника информации и указанием страницы.
24.	Оформление библиографии	Список содержит не менее 15 источников. Нумерация сквозная арабскими цифрами. В начале указывается нормативно-правовая база (Конституция РФ, кодексы, федеральные, региональные законы, постановления, положения, приказы, указы, письма, стандарты и.т.д.). Далее указываются литература в алфавитном порядке, затем монографии и научные статьи подряд в алфавитном

		порядке. В конце указываются интернет-ресурсы по адресной ссылке.
25.	Наличие приложений	Не обязательно. Общий объем приложений не должен превышать 10...15% объема всей работы. В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Каждое приложение начинается с новой страницы с указанием наверху справа страницы слова «Приложение», его обозначения. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ.

## **2 Рекомендуемая литература:**

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2013. – 348 с.
2. Системы энергетические. Термины и определения. ГОСТ 21027-75. – М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2013.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Электронный ресурс] / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. — 348 с. — 978-5-98908-105-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22731.html>
4. Проектирование электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Антонов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2014. — 104 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47343.html>
5. Коломиец Н.В. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, Г.А. Елгина. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 72 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55206.html>
6. Рожкова Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для сред. проф. образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. — М.: Издательский центр «Академия», 2015.
7. <http://www.mitek.spb.ru/catalog/id7/>

## **Приложение А**

Бланк заявления для закрепления темы

Зам.директора по ТО  
ГБПОУ «ТТТ»  
Л.В.Гартвик

---

(Фамилия И.О.)  
студент III курса  
гр.\_\_\_\_\_

### **Заявление**

Прошу закрепить за мной тему курсового проекта по МДК 01.02  
(Техническое обеспечение процесса производства, распределения и  
передачи электрической энергии)

---

---

Руководитель Немчинова Э.Т.

Защита курсового проекта \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Дата \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

## **Приложение Б**

### **Бланк задания**

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
«Троицкий технологический техникум»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель директора по ТО

\_\_\_\_\_ /Гартвик Л.В./  
(подпись)  
«\_\_\_\_\_» 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение курсового проекта  
Студент группы № \_\_\_\_\_

специальность 13.02.12. Электрические станции, сети, их релейная защита и  
автоматизация

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

Тема : Разработка электрической части подстанции \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ кВ  
утверждена приказом по техникуму № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Исходные данные

1. С шин \_\_\_\_ кВ питается город населением \_\_\_\_ тысяч жителей,  
\_\_\_\_\_ с установленной мощностью \_\_\_\_ МВт,  
 $\cos\phi = \text{_____}$ , Кпроса = \_\_\_\_\_.  
2. С шин \_\_\_\_ кВ питается город населением \_\_\_\_ тысяч жителей,  
электромеханический завод установленной мощностью \_\_\_\_ МВт,  $\cos\phi = \text{____}$ ,  
Кпроса = \_\_\_\_\_.  
3. С шин \_\_\_\_ кВ питается город населением \_\_\_\_ тысяч жителей,  
\_\_\_\_\_ с установленной мощностью \_\_\_\_ МВт,  
 $\cos\phi = \text{____}$ , Кпроса = \_\_\_\_\_.  
4. Связь с энергосистемой осуществляется по \_\_\_\_ ЛЭП.  
5. Номинальная мощность энергосистемы S ном = \_\_\_\_ МВА.

6. Сопротивление энергосистемы  $X_C = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом.

Сроки сдачи студентом законченной работы «» июня 20\_\_ г.

Перечень вопросов, подлежащих разработке

Введение Введение

1 Составление структурной схемы ПС

1.1 Расчет мощности нагрузки на шинах подстанции

1.2 Выбор трансформаторов ПС

1.3 Определение количества ЛЭП ПС

2 Составление принципиальной схемы ПС

2.1 Выбор ТСН и схемы питания собственных нужд

2.2 Выбор и описание схемы электрических соединений на шинах всех напряжений

3 Расчет токов КЗ

4 Выбор электрических аппаратов и токоведущих частей в заданных цепях

5 Выбор распределительных устройств ПС

6 Технико-экономические показатели ПС

Заключение

Библиография

Графическая часть

1 Принципиальная схема подстанции – Э1

2 Конструктивный чертеж ОРУ \_\_ ячейки линии – Э2

Календарный график:

Этапы работы	Характер работы	Срок выполнения	Отметка о выполнении
1.	Выдача задания на курсовой проект.		
2.	Определение содержания и структуры КП. Составление введения.		
3.	Разработка структурных схем КЭС, ТЭЦ, ПС.		
4.	Выбор генераторов на КЭС, ТЭЦ. Расчет мощности нагрузки на шинах ПС.		

5.	Выбор блочных трансформаторов на КЭС, ТЭЦ. Выбор трансформаторов на ПС.		
6.	Расчет мощности потребителей на ТЭЦ. Выбор автотрансформаторов связи на КЭС. Выбор ТСН и схемы питания собственных нужд ПС.		
7.	Определение отбора мощности на собственные нужды, выбор трансформаторов СН на КЭС и ТЭЦ.		
8.	Разработка принципиальной электрической схемы КЭС, ТЭЦ, ПС.		
9.	Выбор и описание схемы электрических соединений на шинах всех напряжений на КЭС, ТЭЦ, ПС		
10.	Разработка схемы питания собственных нужд КЭС, ТЭЦ		
11.	Расчет токов КЗ на КЭС, ТЭЦ, ПС		
12.	Расчет токов КЗ на КЭС, ТЭЦ, ПС		
13.	Выбор электрических аппаратов и токоведущих частей в заданных цепях КЭС, ТЭЦ, ПС.		
14.	Выбор распределительных устройств всех напряжений КЭС, ТЭЦ, ПС.		
15.	Технико-экономические показатели КЭС, ТЭЦ, ПС.		
16.	Составление заключения и библиографии.		
17.	Внедрение требований ЕСКД и норм контроля в оформление пояснительной записки и		

	графической части КП		
18.	Подготовка доклада на защиту курсового проекта. Проверка готовности пояснительной записки и графической части курсового проекта. Защита курсового проекта.		
19.	Защита курсового проекта		
20.	Защита курсового проекта		

Руководитель КП \_\_\_\_\_

(ФИО)

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

(ФИО)

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

## **Приложение В**

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное учреждение  
«Троицкий технологический техникум»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**  
**Преподаватель**

\_\_\_\_\_ /Немчинова Э.Т./  
«\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Курсовой проект**

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ГРЭС - МВт**  
**TTT.13.02.03.001. . ПЗ**

**Разработал:**

\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_ /  
(подпись, дата)

**Руководитель:**

**преподаватель ГБПОУ «ТТТ»**  
(ученая степень, должность, место работы)  
\_\_\_\_\_ /Немчинова Э.Т./  
(подпись, дата)

**Работа защищена с оценкой**

\_\_\_\_\_  
«\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Нормоконтролер:**

**преподаватель ГБПОУ «ТТТ»**  
(ученая степень, должность, место работы)  
\_\_\_\_\_ / Немчинова Э.Т./  
(подпись, дата)

2024

**Приложение Г**  
Пример оформления рамки и содержания

## Содержание

### **Введение**

#### **Задание**

1	Разработка структурной схемы станции.....	3
1.1	Выбор генераторов.....	5
1.2	Выбор блочных трансформаторов.....	6
1.3	Выбор трансформаторов (автотрансформаторов) связи.....	8
1.4	Определение отбора мощности на собственные нужды.	
	Выбор трансформаторов СН.....	9
2	Разработка принципиальной электрической схемы станции.....	11
2.1	Выбор и описание схемы электрических соединений на шинах всех...всех напряжений.....	12
2.2	Разработка схемы питания собственных нужд.....	13
3	Расчет токов КЗ.....	14
4	Выбор электрических аппаратов и токоведущих частей в заданных цепях.....	25
5	Выбор распределительных устройств всех напряжений.....	30
6.	Технико-экономические показатели станции.....	35
	Заключение.....	45
	Библиография.....	46
		47

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	TTT.13.02.03.001. ПЗ		
Разраб.	Иванов В.П.				Разработка электрической	Лит.	Лист
Провер.	Немчинова Э.Т.				части ПС 220/110/10кВ	5	Листов
Реценз.							
Н. Контр.	Немчинова Э.Т.						
Утврд.							

**Приложение Д**  
Рамка для основной части текста КП

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист

## Приложение Е

Пример выполнения текстового документа

### 1 Заголовок раздела

18 пт

5 мм

### 1.1 Наименование подраздела

12 пт

#### 1.1.1 Наименование пунктов

Далее текст \_\_\_\_\_

3-5 мм

Последняя строка подраздела

18 пт

### 1.2 Наименование подраздела

12 пт

Далее текст \_\_\_\_\_

10мм

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДДММММ.00.00.00.00.00.00.ПЗ

Лист

## **Приложение Ж**

### **Пример оформления формулы**

В рамках использования такого подхода конечные результаты производства продукции будут выражаться в величине прибыли от продаж и рассчитывается по формуле

$$\text{Пред} = \text{Цед} - \text{Сед}, \quad (1)$$

где Цед – цена продажи единицы продукции, Цед = 350 руб; [5, с.2]

Сед – полная себестоимость единицы продукции, Сед = 300 руб.

$$\text{Пред} = 350 - 300 = 50 \text{ руб.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист

## Приложение 3

### Примеры оформления таблиц

В таблице 1 приведена оценка кредитных рисков, согласно классификации выданных банком ссуд и их обеспечения.

Таблица 1 - Оценка кредитных рисков\*

Содержание кредитования по срокам	Группа риска	Процент отчислений в резерв (%)	В том числе проценты в разрезе степени обеспечения		
			обеспеченная	недостаточно	необеспеченная
1	2	3	4	5	6
Возврат ссуды в срок	1	2	2	2	2
Просроченная задолженность по ссуде от 30 до 60 дней	II III IV	5 30 75	5 - -	- 30 -	- - 75

\* При необходимости в таблице указываются единицы измерения

### Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Просроченная задолженность по ссуде от 60 до 180 дней	III IV V	30 75 100	30 - -	- 75	- -
Просроченная задолженность по ссуде свыше 180 дней	V	100	100	100	100

## **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО МОДУЛЮ**

### **ПМ.01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии**

#### **Задания для экзаменующихся № 1**

Количество вариантов 25

#### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

#### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы .**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

#### **Вариант № 1. Текст задания:**

##### **Часть А (теоретическая)**

1. Какова структура энергетики и какие основные компоненты она включает?

2. Что такое измерение и какие средства измерений используются в электроэнергетике?

##### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок

или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

**Задания для экзаменующихся № 2**

Количество вариантов 25

**Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы.**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

**Вариант № 2. Текст задания:**

**Часть А (теоретическая)**

1. Какие основные электрические величины существуют и каковы их меры?

2. Что такое энергосистема и какие ее составляющие?

**Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных

электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.

- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

**Задания для экзаменующихся № 3**

Количество вариантов 25

**Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы.**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

**Вариант № 3. Текст задания:**

**Часть А (теоретическая)**

1. Какие типы электрических станций существуют и каковы их характеристики?
2. Каковы характеристики электрического сопротивления и как выглядит

эквивалентная схема сопротивления на катушках при переменном токе?

Часть В (практическая)

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

**Задания для экзаменующихся № 4**

Количество вариантов 25

**Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы.**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

#### **Вариант № 4. Текст задания:**

##### **Часть А (теоретическая)**

1. Какие виды энергоресурсов вы знаете и в чем их особенности?
2. Какие погрешности могут возникать при измерениях и каковы их виды?

##### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

#### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

#### **Задания для экзаменующихся № 5**

Количество вариантов 25

##### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

#### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 5. Текст задания:**

#### **Часть А (теоретическая)**

- Где находятся основные запасы энергоресурсов в мире?
- Что такое электроизмерительные приборы сравнения? Приведите примеры.

#### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

#### **Инструкция:**

- Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
- Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
- Максимальное время выполнения задания 6 час.
- Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 6**

Количество вариантов 25

#### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и

иностранным языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 6. Текст задания:**

Часть А (теоретическая)

1. Как устроен и работает механизм магнитоэлектрической системы?
2. Каковы возобновляемые источники энергии и какое значение они имеют для энергетики?

Часть В (практическая)

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 7**

Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 7. Текст задания:**

#### **Часть А (теоретическая)**

1. В чем разница между первичной и вторичной энергией в энергетике?
2. Какова структура электронных вольтметров для постоянного и переменного напряжения?

#### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 8**

Количество вариантов 25

#### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 8. Текст задания:**

#### **Часть А (теоретическая)**

1. Как осуществляется получение электрической энергии на тепловой электростанции, использующей органическое топливо?
2. Что такое измерительные трансформаторы тока и какие типы параметров они имеют??

#### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 9**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции: Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций ОК ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 9. Текст задания:**

#### **Часть А (теоретическая)**

1. Какие основные технологические системы существуют на тепловых электростанциях (ТЭС)?
2. Каково назначение, устройство и работа электронного счетчика с аналоговым преобразователем мощности?

#### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 10**

Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций  
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 10. Текст задания:**

Часть А (теоретическая)

1. Какова схема включения счетчика с дистанционной передачей результатов счета и как он работает?

2. Каковы варианты расположения основного оборудования на ТЭС?

Часть В (практическая)

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

• Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.

• Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.

2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.

3. Максимальное время выполнения задания 6 час.

4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 11**

## Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические

схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций ОК  
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 11. Текст задания:**

#### **Часть А (теоретическая)**

1. Какие параметры имеют измерительные трансформаторы напряжения и каковы схемы соединения обмоток?

2. Чем отличается схема технологического процесса теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) от котельной электрической станции (КЭС)??

#### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

• Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.

• Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.

2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.

3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 12**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

#### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

#### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

#### **Вариант № 12. Текст задания:**

##### **Часть А (теоретическая)**

1. Как устроен и работает механизм электромагнитной системы?

2. Каковы структурные схемы котельных электрических станций (КЭС)?

##### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

• Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.

• Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

#### **Инструкция:**

- Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
- Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
- Максимальное время выполнения задания 6 час.
- Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 13**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

#### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

#### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

#### **Вариант № 13. Текст задания:**

##### **Часть А (теоретическая)**

1. Как расширяются пределы измерений приборов с помощью шунтов и добавочных сопротивлений?

2. Какие структурные схемы характерны для теплоэлектроцентraleй (ТЭЦ)?

##### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных

электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.

- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

**Задания для экзаменующихся № 14**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

**Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

**Вариант № 14. Текст задания:**

Часть А (теоретическая)

14. Как устроен механизм ферродинамической системы и как он работает?
14. Что такое газотурбинные и паровые установки, каково их назначение и

принципиальные схемы?

Часть В (практическая)

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

**Задания для экзаменующихся № 15**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

**Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций  
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к

реальным условиям профессиональной деятельности.

**Вариант № 15. Текст задания:**

**Часть А (теоретическая)**

15. Каков принцип действия измерительного механизма индукционной системы?
15. Почему целесообразно объединение циклов газотурбинной установки (ГТУ) и парогазовой установки (ПГУ)?

**Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

**Задания для экзаменующихся № 16**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

**Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

## **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 16. Текст задания:**

Часть А (теоретическая)

1. Как устроен механизм электростатической системы и как он функционирует?
2. Каково назначение, классификация, устройство и принцип действия основного теплового оборудования ТЭС?

Часть В (практическая)

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 17**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 17. Текст задания:**

Часть А (теоретическая)

1. Какие собственные нужды существуют у тепловых электростанций?
2. Какова структурная схема микропроцессорного электронного счетчика и его работа?

Часть В (практическая)

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 18**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности

применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 11. Текст задания:**

#### **Часть А (теоретическая)**

1. Какие способы расширения пределов измерения вольтметров существуют?
2. Что такое ядерное горючее и каковы его топливные циклы?

#### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 19**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций ОК ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 19. Текст задания:**

#### **Часть А (теоретическая)**

1. Какие методы расширения пределов измерения амперметров вы знаете?
2. Какие основные типы энергетических ядерных реакторов существуют и каков принцип их работы?

#### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 20**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций  
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 20. Текст задания:**

Часть А (теоретическая)

20. В чем заключается устройство и работа измерительных трансформаторов тока и напряжения?

20. Как осуществляется получение электрической энергии на атомной электростанции (АЭС)?

Часть В (практическая)

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.

- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.

2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.

3. Максимальное время выполнения задания 6 час.

4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

## Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

### **Вариант № 21. Текст задания:**

#### **Часть А (теоретическая)**

1. Как устроены электронные счетчики электрической энергии и как они работают?

2. Какова структурная схема атомной электростанции (АЭС)?

#### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

### **Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.

4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 22**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

#### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

#### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

#### **Вариант № 22. Текст задания:**

##### **Часть А (теоретическая)**

1. Какие методы используются для измерения силы тока, напряжения, сопротивлений, активной и реактивной мощности?

2. Какие собственные нужды имеются у атомных электростанций?

##### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

• Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.

• Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

#### **Инструкция:**

- Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
- Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
- Максимальное время выполнения задания 6 час.
- Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

### **Задания для экзаменующихся № 23**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

#### **Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

#### **Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

#### **Вариант № 23. Текст задания:**

##### **Часть А (теоретическая)**

- В чем заключается природа гидроэнергетики и какие у нее особенности?
- Какие методы применяются для измерения индуктивностей, емкостей, коэффициента мощности и частоты?

##### **Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных

электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.

- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

**Задания для экзаменующихся № 24**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

**Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к реальным условиям профессиональной деятельности.

**Вариант № 24. Текст задания:**

Часть А (теоретическая)

1. В чем заключается сущность компенсационного метода измерения постоянного напряжения, его преимущества и область применения?

2. Что такое напор, расход и мощность участка водостока в гидроэнергетике?

Часть В (практическая)

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.
2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.
3. Максимальное время выполнения задания 6 час.
4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

**Задания для экзаменующихся № 25**

Количество вариантов 25

Оцениваемые компетенции Количество вариантов 25

**Оцениваемые компетенции:**

ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии

ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей

ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии

ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин

ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций  
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**Условия выполнения задания: группа делится на подгруппы**

место: Лаборатории и мастерские ГБПОУ «Троицкого технологического техникума».

- используемое оборудование: лабораторные стенды, основное и вспомогательное оборудование мастерских ГБПОУ «Троицкого технологического техникума»;
- характеристики, отражающие сущность задания: в условиях, приближенных к

реальным условиям профессиональной деятельности.

**Вариант № 25. Текст задания:**

**Часть А (теоретическая)**

1. Какова классификация гидроэлектростанций (ГЭС) и какие основные сооружения они включают?

2. Каково устройство трансформатора, его принцип действия и основные уравнения?

**Часть В (практическая)**

Мастерская по обслуживанию электрических машин, электрических подстанций и электрических сетей.

- Сборка и монтаж электрических схем: Создание и тестирование различных электрических схем, включая схемы подключения генераторов, трансформаторов и потребителей.
- Работа с системами управления и автоматизации на примере реальных установок или симуляторов.

**Инструкция:**

1. Последовательность и условия выполнения задания (частей задания): теоретическая часть и практическое задание выполняется в мастерской.

2. Вы можете воспользоваться методическими рекомендациями, лабораторным электрооборудованием, схемами.

3. Максимальное время выполнения задания 6 час.

4. Перечень раздаточных и дополнительных материалов: соединительные провода, измерительные приборы, регулировочные устройства.

## **4.Средства контроля приобретения практического опыта**

### **Вопросы для дифференцированного зачета УП01**

1. Опишите основные этапы технологического процесса производства электрической и тепловой энергии.
2. Охарактеризуйте методы измерения нагрузок и напряжений в различных точках электрической сети.
3. Дайте понятие о том, как выбирать сечения проводов для воздушных (ВЛ) и кабельных линий (КЛ).
4. Опишите процесс расчета районных и местных электрических сетей в различных режимах работы.
5. Охарактеризуйте способы регулирования напряжения в электрической сети и их применение.
6. Дайте понятие о параметрах качества передаваемой электроэнергии и методах их контроля.
7. Опишите, как определять погрешность измерений и соответствие классу точности приборов.
8. Охарактеризуйте процесс настройки приборов и сборки схем измерения.
9. Дайте понятие о схемах обмоток якоря для различных типов электродвигателей.
10. Опишите методы расчета рабочих, механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя.
11. Охарактеризуйте критерии выбора синхронных генераторов и построение энергетической диаграммы.
12. Дайте понятие о параметрах схемы замещения трансформатора и их значениях в расчетах.
13. Опишите методы ограничения токов короткого замыкания (КЗ) и их применение в электроустановках.
14. Охарактеризуйте процедуры проверки электрооборудования на термическую и электродинамическую стойкость к токам КЗ.
15. Дайте понятие о типах токоведущих частей и изоляторов распределительных устройств (РУ) станций и подстанций.
16. Опишите процесс расчета заземляющих устройств в электроустановках высокого напряжения.
17. Охарактеризуйте различные схемы распределительных устройств (РУ) разных классов напряжения.
18. Дайте понятие о принципе работы асинхронного двигателя и его влиянии на характеристики устройства.
19. Опишите основные параметры, которые необходимо учитывать при выборе сечений проводов для электрических сетей.
20. Охарактеризуйте факторы, влияющие на качество передаваемой электроэнергии, и методы их контроля.
21. Дайте понятие о схеме замещения трансформатора и ее использовании в расчетах электрических сетей.

22. Опишите этапы проектирования распределительных устройств (РУ) с учетом современных требований.

23. Охарактеризуйте требования к изоляции для различных типов изоляторов в распределительных устройствах (РУ).

24. Дайте понятие о принципах работы заземляющих устройств в электроустановках высокого напряжения.

25. Опишите методы анализа режимов работы электрических сетей для повышения их надежности.

### **Вопросы для дифференцированного зачета ПП01**

1. Опишите основные характеристики электрической станции, которые можно определить по технической документации объекта.

2. Опишите структурные схемы выдачи мощности на электрических станциях.

3. Дайте понятие о параметрах качества передаваемой электроэнергии и их значениях для работы электрической сети.

4. Опишите роль регулирования напряжения на подстанциях и его влияние на стабильность работы сети.

5. Охарактеризуйте методы, используемые для измерения различных электрических параметров объекта, и их значение для оценки состояния оборудования.

6. Дайте понятие о технико-экономических показателях работы объекта и их важности для управления электрическими станциями.

7. Опишите процесс подбора и проверки типов конструкций электротехнических аппаратов для систем до и выше 1000 В.

8. Охарактеризуйте этапы составления и корректировки главных схем станций и подстанций.

9. Дайте понятие о значении технической документации для определения характеристик электрической станции.

10. Опишите, как участие в оценке параметров качества электроэнергии влияет на надежность электроснабжения.

11. Охарактеризуйте основные факторы, влияющие на регулирование напряжения на подстанциях.

12. Дайте понятие о методах измерения состояния электрооборудования и их применении в практике.

13. Опишите, как рассчитываются технико-экономические показатели работы объекта и какие данные для этого необходимы.

14. Охарактеризуйте критерии выбора электротехнических аппаратов для систем до 1000 В и выше 1000 В.

15. Дайте понятие о главных схемах станций и подстанций, а также их роли в проектировании электроустановок.

16. Опишите влияние структурных схем выдачи мощности на эффективность работы электрической станции.

17. Охарактеризуйте методы контроля качества передаваемой электроэнергии на уровне подстанций.

18. Дайте понятие о значении регулирования напряжения для обеспечения качественного электроснабжения потребителей.

19. Опишите процесс анализа состояния электрооборудования с использованием измерений различных параметров.

20. Охарактеризуйте взаимосвязь между технико-экономическими показателями и эксплуатационными характеристиками объекта.

21. Дайте понятие о типах конструкций электротехнических аппаратов, используемых в современных электросетях.

22. Опишите важность корректировки главных схем станций и подстанций в процессе эксплуатации оборудования.

23. Охарактеризуйте роль технической документации в процессе оценки параметров качества электроэнергии.

24. Дайте понятие о методах оптимизации структурных схем выдачи мощности для повышения эффективности работы станции.

25. Опишите основные этапы участия в проектировании новых электрических станций с учетом современных требований.

## **5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНЫЕ ИСТОЧНИКИ**

### **5.1. Основные печатные и/или электронные издания**

1. Ермуратский П.В. Электротехника и электроника / Ермуратский П.В., Лычкина Г.П., Минкин Ю.Б. - Саратов: Профобразование, 2019 - 416 с. - ISBN 978-5-4488-0135-8.

2. Игнатович В.М. И26 Электротехника и электроника: электрические машины и трансформаторы: учебное пособие для СПО / В.М. Игнатович, Ш.С. Ройз; под ред. Шапкиной О.Ф. - Саратов: Профобразование, 2019 - 124с.

3. Новикова Н.В. Электрические измерения. Лабораторный практикум: учеб.пособие / Н.В. Новикова, В.О. Афонько. - Минск: РИПО, 2018 -215с. - ISBN 978-985-503-839-0.

4. Угольников А.В. У26 Электрические машины: учебное пособие / А.В. Угольников. - Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019 -157 с. - ISBN 978-5-4497-0020-9)

5. 4. Хрусталева, З.А Электротехнические измерения: учебник для СПО / З.А.Хрусталева. - 2-е изд.,стпер - М.: КНОРУС, 2020 - 200с - ISBN 978-5-406-07723-8.

### **5.2. Дополнительные источники**

1. Акимова, Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Мастерство, 2001.- 296 с.

2. Данку, А.Н., Фаркаш, А.А. Электрические машины. Сборник задач и упражнений. - М.: Энергоатомиздат, 2013.

3. . Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. Справочник. – М: Форум – Инфра – М, 2013.

4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. – М: НЦЭНАС, 2014.

5. Правила устройства электроустановок. - С – Пб: Издательство, ДЕАН, 2014.
6. Сибикин, Ю.Д. Технология электромонтажных работ: учеб.пособие для проф.учеб.заведений, - М.: Высш.шк., 2002. – 301 с.
7. Сибикин, Ю.Д. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. – М: Высшая школа, 2012.
8. Справочник инженера по наладке, совершенствование технологии и эксплуатация электрических станций и сетей. Учебно-практическое пособие. – М: Инфра – Инженерия, 2012.
9. Справочник по электрическим машинам в 2-х томах. Под редакцией И.П.Камбулова.- М.: Энергоатомиздат, 1989.
10. Электротехнический справочник в 3-х томах. Том 2. Электротехнические изделия и устройства. Под общей редакцией профессоров МЭИ (гл.редактор И.Н.Орлов). -М.: Энергоатомиздат , 2012.

**Приложение 1****Оценочная ведомость по профессиональному модулю****ОЦЕНОЧНАЯ ВЕДОМОСТЬ****ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ**

ПМн.05 Обслуживание оборудования подстанций электрических сетей  
*(код и наименование профессионального модуля)*

ФИО \_\_\_\_\_

Обучающий(ая)ся на \_\_\_\_\_ курсе по специальности СПО

13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация

*(код и наименование)*

освоил(а) программу профессионального модуля ПМ01

наименование ПМ Обслуживание оборудования подстанций электрических сетей  
в объеме 334 часа с «\_\_\_\_» \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. по «\_\_\_\_» \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Результатом промежуточной аттестации по элементам профессионального модуля  
(если предусмотрены учебным планом).

<b>Элементы модуля (код и наименование МДК, под практик)</b>	<b>Формы промежуточной аттестации</b>	<b>Оценка</b>
МДК.01.01. Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии вырабатываемой на электростанциях.	Экзамен	
МДК.01.02. Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии	Экзамен	
УП01	Дифференцированный зачет	
ПП01	Дифференцированный зачет	

Итоги экзамена экзамена по модулю

Оценка \_\_\_\_\_

	<b>Показатели оценки результата</b>	<b>Оценка (да/нет)</b>
ПК 1.1. Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии	Демонстрация умений применения электроэнергетических технологий по заданным условиям работы в соответствие с действующей нормативно-правовой базой и перспективным планом развития электроэнергетической системы	
ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей	Демонстрация навыков работы с электрическими схемами в соответствие с нормами технологического проектирования электрических подстанций и сетей, порядком составления электрических схем	
ПК.1.3 Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии	Демонстрация навыков применения методов и средств измерения электротехнических параметров оборудования в соответствие с нормами испытаний и измерений, паспортами средств измерений	
ПК.1.4 Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин	Демонстрация навыков контроля режимов работы электрических машин и машин и аппаратов в соответствие с техническими условиями и паспортами оборудования	
ПК.1.5 Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций	Демонстрация навыков работы с электрическими схемами в соответствие с нормами технологического проектирования электрических подстанций и сетей, порядком составления электрических схем	
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Демонстрация умений быстрого принятия решения в стандартных и нестандартных ситуациях.  Демонстрация умений принимать решения в штатных и нештатных ситуациях.  Демонстрация в разных ситуациях умений выбирать различные способы решения задач профессиональной деятельности.	
ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Демонстрация умений использования современных средств поиска, результативность анализа и интерпретации информации и ее использование для качественного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития  Демонстрация умений использования	

	различных источников информации, включая электронные	
ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Демонстрация знания алгоритма действия в чрезвычайных ситуациях, понимает значимость необходимости сохранения окружающей среды, ресурсосбережения.	
ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Демонстрация умений понимать тексты на базовые и профессиональные темы; составлять документацию, относящуюся к процессам профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках	

Дата \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.20\_\_

Подписи членов ЭК \_\_\_\_\_

*Приложение 2*

**Форма аттестационного листа по практике  
(заполняется на каждого обучающегося)**

**АТТЕСТАЦИОННЫЙ ЛИСТ ПО ПРАКТИКЕ**

ФИО

Обучающий(я)ся на \_\_\_\_ курсе по специальности СПО

13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация  
*(код и наименование)*

Успешно прошел(ла)учебную практике/производственную практике по профессиональному модулю ПМ.01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии

*(наименование профессионального модуля)*

в объеме \_\_\_\_ часов с «\_\_\_\_» \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. по «\_\_\_\_» \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г  
в организации \_\_\_\_\_

*(наименование организации, юридический адрес)*

**Виды и качество выполнения работ**

№	Виды и объем работ, выполненных обучающимися во время практики	Качество выполнения работ в соответствии с технологией и (или) требованиям организации, в которой проходила практика
1.	Чтение схем технологического процесса производства электрической и тепловой энергии.	Работы выполнены на хорошем профессиональном уровне.
2.	Измерение нагрузок и напряжений в различных точках сети.	
3.	Выбор сечений проводов ВЛ и КЛ.	
4.	Расчет районных и местных электрических сетей в различных режимах работы.	
5.	Выбор способов регулирования напряжения в электрической сети.	
6.	Контроль параметров качества передаваемой электроэнергии.	

7.	Определение погрешности измерений и соответствия классу точности.	
8.	Настройка приборов и сборка схем измерения.	
9.	Составление схем обмоток якоря.	
10.	Расчет и построение рабочих, механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя.	
11.	Выбор синхронных генераторов и построение энергетической диаграммы.	
12.	Расчет параметров схемы замещения трансформатора и построение эксплуатационных характеристик.	
13.	Выбор методов ограничения токов короткого замыкания (КЗ).	
14.	Проверка электрооборудования на термическую и электродинамическую стойкость к действию токов КЗ.	
15.	Выбор типов токоведущих частей и изоляторов распределительных устройств (РУ) станций и подстанций.	
16.	Расчет заземляющих устройств в электроустановках высокого напряжения.	
17.	Выбор схем распределительных устройств (РУ) разных классов напряжения.	
18.	Определение основных характеристик электрической станции по технической документации объекта;	
19.	Участие в составлении структурных схем выдачи мощности;	
20.	Участие в оценке параметров качества передаваемой электроэнергии;	
21.	Участие в регулировании напряжения на подстанциях;	
22.	Участие в производстве измерений различных электрических параметров объекта и оценкой его состояния;	
23.	Участие в расчете технико-экономических показателей работы объекта;	
24.	Участие в подборе, проверке типов, конструкций электротехнических аппаратов до и выше 1000 В;	
25.	Участие в составлении и корректировке главных схем станций и подстанций.	

Характеристика учебной и профессиональной деятельности обучающегося во время  
учебной/производственной практики  
проходил практику в

---

За время практики освоил:

- конструкцию электрооборудования, электрических машин.
- структурные схемы выдачи мощности, схемы распределительных устройств;
- измерения различных электрических параметров объекта и оценкой его состояния;
- подбор, проверку типов, конструкций электротехнических аппаратов до и свыше 1000 В;

Дата «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись руководителя практики

(ФИО, должность)

Подпись ответственного лица  
организации (базы практики)

(ФИО)