

Министерство образования Красноярского края
краевое государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель начальника
Оперативно-Эксплуатационного Цеха
филиала АО «ЭН+ ГЕНЕРАЦИЯ»
«Красноярская ГЭС»,
Председатель ГЭК
УГПС 13.00.00,
Перфильев А.Е. _____
от «__» _____ 2025 г.

Подпись дата

М.П.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущей и промежуточной аттестации

ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ.01 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕДАЧИ, РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

программы подготовки специалистов среднего звена
специальности 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и
автоматизация

г. Дивногорск 2025 г.

Фонд оценочных средств разработан на основе **Федерального государственного образовательного стандарта** (далее ФГОС) среднего профессионального образования (далее СПО) по специальности 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация (утверждён приказом Министерством Просвещения РФ № 864 от 15 ноября 2023 года, "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация " (Зарегистрировано в Минпросвещения России 15.12.2023 N 76436) и рабочей программы **ПМ - 01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии**

РАССМОТРЕНО

на заседании комиссии
профессионального цикла
специальности

13.02.12 ЭССиРЗА

протокол № _

от «_» _____ 2025 г

_____ Елисеева О.Н.

подпись

УТВЕРЖДЕНО

заместителем директора
учебной работе

_____ И.Е. Попова

подпись

«_____» _____ 2025 г.

АВТОР: Елисеева О.Н., преподаватель-совместитель КГБПОУ «Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина» - АО Красноярская ГЭС инженер IV группа по электробезопасности.

Оглавление

1 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	4
1.1 Форма текущей аттестации.....	4
1.2 Форма промежуточной аттестации.....	5
1.3 Порядок проведения.....	5
1.3.1 Экзамен.....	5
1.3.2 Квалификационный экзамен.....	6
1.3.3 Дифференцированный зачёт.....	10
1.3.4 Практическая работа.....	18
1.3.5 Лабораторная работа.....	18
1.3.6 Защита курсового проекта.....	49
1.4 Место проведения:.....	56
1.5 Продолжительность:.....	56
1.6 Требования к условиям:.....	56
1.7 Используемое оборудование.....	57
1.8 Литература для экзаменующихся:.....	57
1.9 Перечень умений, знаний, общих и профессиональных компетенций.....	58
1.10 Формы промежуточной аттестации по ОПОП при освоении профессионального модуля.....	62
1.11 Организация контроля и оценки освоения программы профессионального модуля.....	62
2 ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ.....	64
2.1 Критерии оценки при учете текущего контроля.....	65
ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ.....	66
Подготовка и защита портфолио.....	74

1 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств предназначен для оценки результатов освоения по профессиональному модулю **ПМ - 01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии**, специальности **13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация**, в рамках **основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)** и в части овладения видом профессиональной деятельности: **Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии**.

При возникновении сложной эпидемиологической ситуации и в случае введения особых режимов на территории Российской Федерации и Красноярского края, для обеспечения безопасных условий организации учебного процесса на время периода профилактических мероприятий, текущий контроль и промежуточная аттестация обучающихся в соответствии с Положением «О применении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в КГБПОУ «Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина» может осуществляться дистанционно посредством инфокоммуникационных сетей с применением электронных средств коммуникации и связи в электронной среде.

ПМ - 01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии, состоит из следующих МДК:

- МДК – 01.01 Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии на электростанциях;
- МДК – 01.02 Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии.;

Из следующих видов практик:

- учебная практика УП – 01 состоит из двух частей
 - УП-01.01 Станочная, продолжительностью 36 часов;
 - УП-01.02 Монтажная продолжительностью 72 часа;

В модуле используются следующие методические материалы:

- Методическое пособие для курсового проектирования по курсовому проекту КП-01 в рамках МДК-01.02;
- Методические указания по выполнению практических работ по МДК-01.01;
- Методические указания по выполнению практических работ по МДК-01.02;
- Методические указания для выполнения лабораторных работ по **стенд № 2** (ПЭЭ-СР “Передача электрической энергии в распределительных сетях”) в рамках МДК – 01.01;
- Методические указания для выполнения лабораторных работ по **стенду №1** (ПЭЭ-СР “Передача электрической энергии в распределительных сетях”) в рамках МДК-01.01;
- Методические указания для выполнения лабораторных работ по **стендам №1,2,3** (ЭОЭ6-Н-Р “Электротехника и основы электроники”) часть II- Основы электромеханики в рамках МДК-01.01.

1.1 Форма текущей аттестации.

Формой текущей аттестации по профессиональному модулю составляют защиты практических работ (ПрР); защиты лабораторных работ (ЛБР) по каждому междисциплинарному комплексу модуля (МДК) и защита курсового проекта (КП-01).

1.2 Форма промежуточной аттестации.

Формой промежуточной аттестации по профессиональному модулю составляют:

- по междисциплинарному комплексу модуля МДК-01.01 *экзамен*;
- по междисциплинарному комплексу модуля МДК-01.02 *дифференцированный зачёт и аттестация в рамках семестра*;
- по учебным практикам модуля УП-01.01 и УП 01.02 *комплексный дифференцированный зачёт*;
- итоговой аттестацией по профессиональному модулю ПМ-01 *экзамен по модулю*.

1.3 Порядок проведения.

1.3.1 Экзамен

По МДК и ПМ специальности 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация, проводится **только в диалоговом формате преподавателя и студента**, с решением практической письменной задачи по билетам, разработанным и рассмотренным комиссией профессионального цикла специальности, в которых имеются два теоретических вопроса по МДК-01.01, МДК-01.02 и одна практическая письменная задача. Вид экзамена – *тестирование, проводится только в особых случаях (в случае дистанционного обучения группы или учреждения) или если студент по медицинским показаниям не может присутствовать на экзамене*.

Экзамен по междисциплинарному комплексу проводится при наличии допуска после выполненных практических и лабораторных работ, а так же при наличии **защиты по курсовому проекту** (если таковые имеются в учебном плане МДК), форма экзамена в виде экзаменационных билетов.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает студент, демонстрирующий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой модуля, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной модулем. Усвоившим, взаимосвязь основных понятий курса, их значение для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала. Ответивший на все вопросы в билетах и дополнительные. И решивший задачу без ошибок. Демонстрирующий полное понимание рассказываемого материала.

Оценка «хорошо» выставляется студентам, демонстрирующим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную модулем. Демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и ответивший на все вопросы в билетах и дополнительные. И решивший задачу с незначительными ошибками. Демонстрирующий понимание рассказываемого материала и с уточнением преподавателя самостоятельное устранение ошибок в практическом задании.

На «удовлетворительно» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий,

предусмотренных программой модуля но с допустимыми ошибками. Допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студентам, демонстрирующим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой модуля заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

1.3.2 Экзамен по модулю

По профессиональному модулю ПМ - 01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии, проводится при наличии всех зачётов, экзаменов, всех видов практик по данному модулю и защит курсовых проектов имеющих в учебном плане модуля.

Форма: защита портфолио – устный доклад по перечню вопросов. Экзамен направлен на проверку освоения профессиональных компетенций профессионального модуля.

Примерный перечень вопросов, которые должны быть освещены при докладе:

1. Ваша специальность и получаемая профессия в рамках учебного процесса.
2. Как называется профессиональный модуль квалификационный экзамен, которого сдаётся.
3. Из каких МДК состоит данный модуль.
4. Определить состояние электрооборудования по результатам осмотров в соответствии с нормативно-технической документацией;
 - осмотр силовых трансформаторов в летний и зимние периоды (какие признаки показывают о его неисправном состоянии или не нормальном режиме работы)
 - осмотр выключателей в летний и зимние периоды (какие признаки показывают о его неисправном состоянии или не нормальном режиме работы)
5. Оформление технической документации по обслуживанию электрооборудования в соответствии с нормативно-технической документацией. (оперативный журнал)
6. Знание порядок действия оперативного персонала при сдаче и приемке электрооборудования из ремонта в соответствии с инструкциями;
 - приемка из ремонта силового трансформатора
 - приемка из ремонта выключателя
7. Знание принципа работы и внутренних электрических процессов оборудования электроустановок в нормальных и аварийных режимах, необходимых для принятия конкретных решений при нарушениях режимов

работы оборудования

- перегруз линии по прибору (от чего может возникнуть и какие последствия могут быть если не предотвратить дальнейший рост нагрузки, какие допустимые параметры есть и от чего они зависят)

8. Умение читать и воспроизводить все виды электрических и технологических схем оборудования электроустановок и электрических сетей
9. Участие в оперативных переключениях от отдачи команды на переключения до полного их окончания, в отношении безопасного выполнения работ.
10. Какую курсовую работу выполняли по данному модулю.
11. Видите ли вы себя в данной профессии.

Вопросы должны быть направлены на проверку освоенных компетенций модуля

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Виды работ и демонстрация знаний и умений которые необходимы для освоения компетенций	Форма оценки
ПК 1.1 Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии	<ul style="list-style-type: none">- определяет типы электрических станций по заданным характеристикам (топливо, место сооружения, энергоресурсу, по отпускаемому виду энергии);- составляет структурные схемы выдачи мощности;- читает схемы технологического процесса производства электрической и тепловой энергии.	Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения практических занятий и лабораторных работ; интерпретация результатов собеседования и наблюдения; решение производственных задач; письменный опрос; устный опрос; тестирование. Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения работ по практике
ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических сетей	<ul style="list-style-type: none">Оценивает параметры качества передаваемой электроэнергии;- демонстрирует знания регулирования напряжения на подстанциях.	Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения практических занятий и лабораторных работ; интерпретация результатов собеседования и

		наблюдения; решение производственных задач; письменный опрос; устный опрос; тестирование. Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения работ по практике
ПК 1.3. Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии	<ul style="list-style-type: none"> - выбирает типы приборов для измерения различных величин; - измеряет различные величины (ток, напряжение, сопротивление, мощность); - собирает различные схемы измерения. 	Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения практических занятий и лабораторных работ; интерпретация результатов собеседования и наблюдения; решение производственных задач; письменный опрос; устный опрос; тестирование. Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения работ по практике
ПК 1.4. Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин	<ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует знания исследования характеристик машин постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения; - демонстрирует умение включения генераторов постоянного тока на параллельную работу; - демонстрирует умение включения и исследования характеристик асинхронных двигателей; - демонстрирует умение включения и исследования характеристик синхронных 	Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения практических занятий и лабораторных работ; интерпретация результатов собеседования и наблюдения; решение производственных задач; письменный опрос; устный опрос; тестирование.

	<p>машин;</p> <ul style="list-style-type: none"> - определяет групп соединения обмоток трансформаторов; - демонстрирует умение исследования характеристик работы трансформаторов; - демонстрирует умение включения трансформаторов на параллельную работу. 	Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения работ по практике
<p>ПК 1.5. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций</p>	<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывает технико-экономические показатели; - демонстрирует умение расчета токов короткого замыкания (КЗ); - демонстрирует умение выбора, проверки типов, конструкции аппаратов до и выше 1000 В; - демонстрирует умение составления главных схем станций и подстанций; - чтения конструктивных чертежей РУ. 	<p>Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения практических занятий и лабораторных работ; интерпретация результатов собеседования и наблюдения; решение производственных задач; письменный опрос; устный опрос; тестирование.</p> <p>Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения работ по практике</p>
<p>ПК 1.6. Проектировать электрическую часть электростанции и подстанции в соответствие с НТП и ПУЭ (<i>вариатив</i>)</p>	<p>Знает перечень НТД проектирования электростанций</p>	<p>Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения практических занятий и лабораторных работ; интерпретация результатов собеседования и наблюдения; решение производственных задач; письменный опрос; устный опрос; тестирование.</p> <p>Экспертная оценка</p>

		деятельности в ходе выполнения работ по практике
ПК 1.7 ПС-20.008 Ведение заданного режима работы оборудования распределительного устройства ГЭС/ГАЭС	Знает основные параметры и режимы работы основного оборудования распределительного устройства ГЭС/ГАЭС	Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения практических занятий и лабораторных работ; интерпретация результатов собеседования и наблюдения; решение производственных задач; письменный опрос; устный опрос; тестирование. Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения работ по практике
ПК 1.8. ПС-40.048 Ремонт и обслуживание цеховых электрических аппаратов напряжением до 1000 В	<p>- демонстрирует знание материалов и изделий, применяемых для ремонта электрических аппаратов напряжением до 1000В</p> <p>-Знает виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования инструментов и приспособлений для ремонта электрических аппаратов напряжением до 1000В</p> <p>- Знает классификацию электрических аппаратов</p> <p>-Знает назначение, конструктивное исполнение, технические характеристики и область применения электрических аппаратов</p> <p>- Знает общие сведения о распределительных устройствах силовых электроустановок</p> <p>-Знает основные виды</p>	Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения практических занятий и лабораторных работ; интерпретация результатов собеседования и наблюдения; решение производственных задач; письменный опрос; устный опрос; тестирование. Экспертная оценка деятельности в ходе выполнения работ по практике

	<p>неисправностей пускорегулирующей аппаратуры</p> <p>- демонстрирует владение технологией ремонта пускорегулирующей аппаратуры</p> <p>-Знает устройство контакторов и магнитных пускателей</p> <p>- Знает устройство предохранителей, рубильников и пакетных выключателей</p> <p>- Знает устройство и основные неисправности реостатов</p> <p>-Знает конструкцию распределительных устройств</p> <p>-Знает виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при ремонте и обслуживании электрических аппаратов напряжением до 1000В</p> <p>-Знает требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности</p>	
--	--	--

Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» - Доклад студента подтверждает высокий уровень владения материалом модуля, глубину и прочность полученных знаний, умений и навыков согласно профессиональным компетенциям модуля. Студент четко излагает материал, сопровождая демонстрацией результатов достижений, выделяет главные положения, свободно и логично преподносит содержание ответа, владеет профессиональной терминологией и отлично ориентируется во всех проектирующих и справочных материалах. На все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

«Хорошо» - Доклад студента подтверждает высокий уровень владения материалом модуля, прочность полученных знаний, умений и навыков согласно профессиональным компетенциям модуля. Студент четко излагает материал, сопровождая демонстрацией результатов достижений, но допускает отдельные неточности, испытывает затруднения в логике изложения и не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

«Удовлетворительно» - Доклад студента подтверждает базовый уровень владения материалом модуля, полученные знания, умения и навыки согласно профессиональным компетенциям модуля. Студент излагая материал испытывает

затруднения, допускает неточности при демонстрации результатов достижений, показывает недостаточное знание профессиональной терминологии. На поставленные вопросы требует уточнения, допускает ошибки в ответах и затрудняется в их устранении.

«Неудовлетворительно» - Доклад студента подтверждает отсутствие владения материалом модуля, полученных знаний, умений и навыков, согласно профессиональным компетенциям модуля. Студент излагая материал затрудняется в демонстрации результатов достижений, показывает отсутствие знаний профессиональной терминологии. На поставленные вопросы затрудняется в ответах.

1.3.3 Дифференцированный зачёт

Дифференцированный зачёт по данному междисциплинарному комплексу оценивается по результатам выполненных и защищённых практических и лабораторных работ в рамках учебного плана МДК, в виде письменной работы по вопросам и решения одной задачи (по решению преподавателя). Представлено 10 вариантов, по четыре вопроса в варианте (номер варианта по последней цифре зачётной книжки студента) и 3 практической задачи.

Пример варианта с вопросами и практического задания.

Вариант №9

1. Перечислите обозначения синхронных генераторов и распишите каждую букву и каждую цифру в данных обозначения (минимум три примера) . Распишите расшифровку букв и цифр, а так же единицы измерения величин: АТДЦТН-63000/330/110. ТДЦТ-80/220/110. АОЦТН-127/330/110.
2. Для чего применяется заземление электрооборудования и место его исполнения на подстанциях. Что такое заземляющая сетка в электроустановках.
3. Обслуживание асинхронных двигателей.
4. Опишите конструкцию молниеотводов и укажите допустимые расстояния между молниеотводом и защищаемым объектом.

Задача №1.

Однофазный трансформатор мощностью $S_{ном}$ включен в сеть с частотой тока - f . Номинальные первичное и вторичное напряжения- $U_{2ном}U_{1ном}$.

Действующее значение напряжения, приходящееся на один виток $U_{вит}$.

Максимальное значение магнитной индукции - B_{max}

Плотность тока в обмоточных проводах первичной и вторичной обмоток - Δ

Определить:

- число витков в обмотках - ω_1 и ω_2 ,
- площадь поперечного сечения стержня магнитопровода - $Q_{ст}$,
- поперечное сечение обмоточных проводов первичной и вторичной обмоток \varnothing_1 и \varnothing_2 ,

Примерный перечень вопросов для Дифференцированного зачёта по МДК 01.02 Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии.

В чем заключается технология монтажа оборудования

1. Как доставляется оборудования до места эксплуатации
2. Какие виды работ входят в монтаж трансформатора
3. С чего начинается монтаж КРУ
4. Как происходит транспортировка трансформаторов
5. Как происходит хранение оборудования перед установкой его на территорию электроустановки
6. Для чего и когда проводится испытание силового трансформатора
7. Для чего и когда происходит сушка трансформатора
8. Что такое муфта
9. Виды соединительных муфт кабельных линий
10. Для чего нужна кабельная муфта
11. Где применяется воздухоподготовительная установка
12. Где применяется маслоподготовительная установка
13. Что такое вибрационные испытания оборудования, на каком оборудовании оно производится и какие ремонтные работы выполняются после неуспешных данных испытаний
14. Что такое сейсмоиспытания, где они производятся и какие ремонтные работы производятся после неуспешных данных испытаний.

Результаты зачёта определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка **«Отлично»** ставится, если студент ответил на все вопросы варианта с полным представлением о материале ответа. Практическое задание решено полностью без ошибок. Ответ студента представлен в виде грамотной технической терминологии с лаконичным и последовательным изложением материала ответа.

Оценка **«Хорошо»** ставится, если студент ответил на 80 % вопросов варианта с полным представлением о материале ответа. Практическое задание решено полностью с небольшими недочётами не представляющими угрозу формированию у студента умений и знаний по модулю. Ответ студента представлен в виде грамотной технической терминологии с лаконичным и последовательным изложением материала ответа.

Оценка **«Удовлетворительно»** ставится, если студент ответил на 50 % вопросов варианта с частичным представлением о материале ответа.

Практическое задание не решено. Ответ студента не представлен в виде грамотной технической терминологии.

Оценка **«Не удовлетворительно»** ставится, если студент ответил на 10 % вопросов варианта с полным отсутствием понимания о материале ответа. Практическое задание не решено. Ответ студента затруднителен и является набором бессвязных предложений.

Дифференцированный зачёт по учебной практики проводится в формате **устного собеседования** по темам указанным в индивидуальном задании.

Студенты должны демонстрировать знания и накопленный визуальный материал, согласно таблице видов работ и вида практики.

Примерный перечень тематических вопросов по УП-01.02 Монтажная электрических сетей 0,4 кВ (перечень демонстраций учений и навыков производится в мастерских учебного заведения и может быть изменен по решению руководителя практики от учреждения в зависимости направления практики и наличия расходных материалов мастерской)

- 1 Проводить техническое обслуживание оборудования в соответствии с нормативно-технической документацией;
- 2 Определяет диагноз состояния электрооборудования по результатам осмотров в соответствии с нормативно-технической документацией;
- 3 Демонстрирование навыков установления причин возможных неисправностей и отказов электрооборудования;
- 4 Определение периодичности и объемов работ по ремонту;
- 5 Определение потребности запасных частей, расхода материалов, изделий для проведения ремонтных работ;
- 6 Пояснение технологии ремонта электрооборудования;
- 7 Демонстрация навыков проведения слесарных операций различных видов сложности;
- 8 Демонстрация навыков применения специальных ремонтных приспособлений, механизмов, такелажной оснастки, при проведении ремонтных работ в соответствии с инструкцией.
- 9 Знание порядка проведения послеремонтных испытаний электрооборудования в соответствии с инструкцией;
- 10 Умение читать технологические карты и планы проведения ремонта (ППР) при наладке и испытаниях электрооборудования;
- 11 Оформление технической документации по обслуживанию электрооборудования в соответствии с нормативно-технической документацией. (оперативный журнал, наряд-допуск,)
- 12 Знание порядка действия оперативного персонала при сдаче и приемке электрооборудования из ремонта в соответствии с инструкциями;
- 13 Умение применять теоретические знания при проектировании электрической части электроустановок
- 14 Знание принципа работы и внутренних электрических процессов оборудования электроустановок в нормальных и аварийных режимах
- 15 Знание правила оформления технической документации в процессе обслуживания электрооборудования;
- 16 Составление технического отчета по обслуживанию электрооборудования;
- 17 Знание принципа работы и внутренних электрических процессов оборудования электроустановок в нормальных и аварийных режимах, необходимых для принятия конкретных решений при нарушениях режимов работы оборудования
- 18 Мероприятия по восстановлению электроснабжения потребителей электроэнергии;
- 19 Причины возникновения и способы устранения опасности для персонала, выполняющего ремонтные работы;
- 20 Умение читать и воспроизводить все виды электрических и технологических схем оборудования электроустановок и электрических сетей
- 21 Знание методов и приёмов пользования с нормативными и директивными материалами в рамках профессионального модуля.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ПРАКТИК

Код ПК	Наименования профессиональных модулей	для ПП- практический опыт для УП – умения	Виды работ	Объем часов
1	2	3	4	5
	ПМ.01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии Учебная Практика УП-01.02 (монтажная)	- выполнять осмотр, проверять работоспособность, определять повреждения, оценивать техническое состояние, отклонения и возможные факторы, приводящие к отклонению от нормальной работы электрооборудования;	Осмотр работающего электродвигателя 0,4 кВ и анализ его технического состояния по параметрам	12
		- определять состав и последовательность необходимых действий при выполнении работ.	Ремонт электродвигателя 0,4 кВ с его частичным разбором	12
		- проводить контроль качества ремонтных работ;	Подключение двигателя 0,4 кВ к электросети и пуск его на нагрузку	10
		- составлять технические отчеты по обслуживанию электрооборудования;	Разбор двигателя 0,4 кВ с составлением дефектной ведомости	10
		- восстанавливать электроснабжение потребителей;	Составление схемы АВР-0,4 кВ	8
		- выполнять работы по монтажу и демонтажу электрооборудования;	Разбор двигателя 0,4 кВ для определения дефектов	20
			Итого	72
	ПМ - 01 Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения	1.Изучение резцов. Ознакомление со шлифовальными кругами. Ознакомление с токарными станками. Примеры обработки поверхностей.	Изучение последовательности проверки заземления металлорежущего оборудования. Проверка заземления металлорежущего оборудования.	5

	электрической энергии Учебная практика УП-01.02 (слесарная)		Выполнение заданий по заточке резцов и свёрл. Изучение конструкции резцов, сверл. Упражнения в управлении токарным станком, установка резцов в резцедержатель. Подрезка торцевых поверхностей деталей, прорезание канавок, отрезка заготовок.	5
		3. Выбор режимов резания. Показ приемов заготовки и установки резцов, точность обработки, контроль обработанной поверхности. Установка центровочного сверла в патроне.	Точение валов, навесов, болтов, шпилек. Центрование заготовок валов.	5
		4. Обработка отверстий сверлами, зенкерами, развертками. Растачивание сквозных и глухих отверстий.	Сверление сквозных и глухих отверстий, последующая обработка отверстий сверлами, зенкерами, развертками. Зенкование отверстий. Изготовление корпуса плашкодержателей. Изготовление втулок, стаканов.	5
		5. Обработка наружных и внутренних конических поверхностей. Обработка фасонных поверхностей.	Изучение способов обработки конических поверхностей. Обтачивание фасонных поверхностей. Изготовление резьбонарезных приспособлений, изготовление ручек.	5
		6. Нарезание крепежной резьбы метчиками и плашками.	Изучение правил пользования таблицами диаметров стержней и отверстий для нарезания резьбы. Изготовление болтов, шпилек, гаек.	11
			Итого	36
			Всего по ПМ.01	108

1.3.4 Практическая работа

Это одна из форм *текущей аттестации* и составляет форму учебной работы студента, которая ориентирована на закрепление изученного теоретического материала, его более глубокое усвоение и формирование умения применять теоретические знания в практических, прикладных целях. Особое внимание на практических занятиях уделяется выработке учебных или профессиональных навыков. Такие навыки формируются в процессе выполнения конкретных заданий — упражнений, задач и т. п. — под руководством и контролем преподавателя.

Этапы подготовки к практическому занятию: следует повторить материал соответствующей лекции и изучить теоретическую часть методических указаний к данной практической работе, на основании чего получить допуск к ее выполнению. Во время практических работ выполнять учебные задания с максимальной степенью активности. Выполнение практических работ заканчивается составлением отчета с выводами, характеризующими полученный результат и защита работы перед преподавателем.

Защита работы заключается в предъявлении преподавателю полученных результатов в виде файлов и напечатанного отчета и демонстрации полученных навыков в ответах на вопросы преподавателя. При сдаче работы, преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы, попросить выполнить отдельные задания, часть работы или всю работу целиком.

Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка **«Отлично»** ставится, если практическая работа выполнена в полном объеме, правильно, без грамматических и арифметических ошибок, студент способен четко обосновать свои действия и отвечает на все вопросы указанные в работе и дополнительные вопросы по теме практической работы;

Оценка **«Хорошо»** ставится, если практическая работа выполнена в объеме не менее 90%, правильно, без грамматических и арифметических ошибок, студент способен четко обосновать свои действия и не совсем полно отвечает на вопросы указанные в работе;

Оценка **«Удовлетворительно»** ставится, если практическая работа выполнена в объеме не менее 70%, правильно, с незначительными грамматическими и арифметическими ошибками, студент способен в основном, обосновать свои действия и ответить на 50% вопросов указанных в работе;

Оценка **«Не удовлетворительно»** ставится, если практическая работа выполнена в объеме менее 50%, со значительными грамматическими и арифметическими ошибками, студент не способен в основном, обосновать свои действия и ответить на вопросы указанные в работе.

1.3.5 Лабораторная работа

Одна из форм *текущей аттестации*. Небольшой научный отчет, обобщающий проведенную студентом работу, которую представляют для защиты преподавателю. К лабораторным работам предъявляется ряд требований, основным из которых является полное, исчерпывающее описание всей проделанной работы, позволяющее судить о полученных результатах, степени выполнения заданий и профессиональной подготовке студентов.

Целью лабораторных работ является усвоение принципов информационных технологий управления различного типа, а также освоение программного обеспечения, используемого для создания автоматизированных систем управления.

Перед выполнением лабораторных работ следует повторить материал соответствующей лекции и изучить теоретическую часть методических указаний к данной лабораторной работе, на основании чего получить допуск к ее выполнению. Во время лабораторных работ выполнять учебные задания с максимальной степенью активности. Выполнение лабораторных работ заканчивается составлением отчета с выводами, характеризующими полученный результат и защита работы перед преподавателем.

Защита отчета по лабораторной работе заключается в предъявлении преподавателю полученных результатов в виде файлов и напечатанного отчета и демонстрации полученных навыков в ответах на вопросы преподавателя. При сдаче отчета преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы, попросить выполнить отдельные задания, часть работы или всю работу целиком. *Лабораторная работа считается полностью выполненной после ее защиты.*

Объем отчета должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчету включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления.

Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка **«Отлично»** ставится, если лабораторная работа выполнена в полном объеме, правильно, без грамматических и арифметических ошибок, студент способен четко обосновать свои действия и отвечает на все вопросы указанные в работе и дополнительные вопросы по теме самой лабораторной работы;

Оценка **«Хорошо»** ставится, если лабораторная работа выполнена в объеме не менее 90%, правильно, без грамматических и арифметических ошибок, студент способен четко обосновать свои действия и не совсем полно отвечает на вопросы указанные в работе;

Оценка **«Удовлетворительно»** ставится, если лабораторная работа выполнена в объеме не менее 70%, правильно, с незначительными грамматическими и арифметическими ошибками, студент способен в основном, обосновать свои действия и ответить на 50% вопросов указанных в работе;

Оценка **«Не удовлетворительно»** ставится, если лабораторная работа выполнена в объеме менее 50%, со значительными грамматическими и арифметическими ошибками, студент не способен в основном, обосновать свои действия и ответить на вопросы указанные в работе.

Перечень письменных практических и лабораторных работ МДК 01.01 Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии на электростанциях. (Сами работы представлены в методических указаниях по выполнению практических работ по МДК 01.01, Лабораторные работы представлены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ МДК 01.01)

№ практических занятий и лабораторных работ	Наименование практических занятий и лабораторных работ	Объём часов
МДК.01.01. Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии вырабатываемой на электростанциях.		
1	СТЕНД №1. (217 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Тема: Передача электрической энергии в радиальной распределительной сети	2
2	СТЕНД №1. (217 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Тема: Потери электрической энергии в распределительных сетях	2
3	СТЕНД №1. (217 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Тема: Передача электрической энергии в кольцевой сети	2
4	СТЕНД №2. Часть №1. (217 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Тема: измерение переменного напряжения и тока вольтметром и амперметром при непосредственном способе включения и расширение пределов измерения при помощи трансформатора напряжения и тока.	2
5	СТЕНД №2. Часть №1. (217 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Тема: измерение активной и полной мощности однофазного переменного тока (при различной нагрузке). Определение коэффициента мощности однофазного переменного тока (при различной нагрузке) ваттметром, вольтметром и амперметром.	2
6	СТЕНД №2. Часть №1. (217 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Тема: определение влияния нагрузки на отклонение напряжения в линии электропередачи	2
7	СТЕНД №2. Часть №1. (217 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 Тема: определение влияния напряжения на мощность, потребляемую нагрузкой	2
8	СТЕНД №1,2. Часть №1.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 Тема: Измерение сопротивлений, токов, напряжений и мощности в цепи постоянного тока	2
9	СТЕНД №1,2. Часть №1.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 Тема: Цепь постоянного тока с последовательным соединением резисторов	2
10	СТЕНД №1,2. Часть №1.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Тема: Параллельное соединение резисторов в цепи постоянного тока	2
11	СТЕНД №1,2. Часть №1.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 Тема: Цепь постоянного тока при смешанном соединении резисторов	2
12	СТЕНД №1,2. Часть №1.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 Тема: Цепь синусоидального тока при последовательном соединении R, L и C	2
13	СТЕНД №1,2. Часть №1.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 Тема: Параллельное соединение	2

	катушки индуктивности и конденсатора	
14	ЛАБОРАТОРИЯ (217 каб) ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №1. Измерение напряжений, силы токов и сопротивлений комбинированным прибором.	2
15	ЛАБОРАТОРИЯ (217 каб) ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №2. Расширение пределов измерения вольтметров.	2
16	ЛАБОРАТОРИЯ (217 каб) ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №3. Расширение пределов измерения амперметров.	2
17	ЛАБОРАТОРИЯ (217 каб) ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №4. Измерение мощности в трехфазной цепи методом двух ваттметров.	2
18	ЛАБОРАТОРИЯ (217 каб) ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №5. Измерение мощности в трехфазной цепи с применением измерительных трансформаторов тока.	2
19	ЛАБОРАТОРИЯ (217 каб) ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №6. Поверка ваттметра.	2
20	ЛАБОРАТОРИЯ (217 каб) ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №7. Измерение активной и реактивной энергии в трехфазной цепи.	2
21	Практическое занятие №1 Расчет параметров схемы замещения трансформатора.	2
22	Практическое занятие №2 Расчет эксплуатационных параметров трансформаторов.	2
23	СТЕНД №1,2. Часть №3. (222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 Тема: Испытания однофазного трансформатора ...	2
24	СТЕНД №1,2. Часть №1. (222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Тема: Исследование трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду	2
25	СТЕНД №1,2. Часть №1. (222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 Тема: Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник	2
26	Практическое занятие №3 Расчет параметров и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя.	2
27	Практическое занятие №3 Расчет параметров и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя.	2
28	СТЕНД №1,2. Часть №3. (222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Тема: Снятие электромеханической характеристики $n=f(I)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2
29	СТЕНД №1,2. Часть №3. (222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Тема: Определение механической характеристики $n=f(M)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2
30	Практическое занятие №4 Выбор синхронных генераторов по заданной мощности.	2
31	Практическое занятие №5 Расчет параметров и построение энергетической диаграммы синхронного генератора.	2
32	Лабораторное занятие №5 Испытание трёхфазного синхронного двигателя.	2
33	Практическое занятие №6 Расчет параметров и построение развернутой схемы обмотки якоря машины постоянного тока.	2
34	Практическое занятие №7 Определение расчетных и эксплуатационных параметров генераторов постоянного тока.	2

35	Практическое занятие №7 Определение расчетных и эксплуатационных параметров генераторов постоянного тока.	2
36	СТЕНД №1,2. Часть №3. (222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Тема: Снятие характеристики холостого хода $E_0=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением	2
37	СТЕНД №1,2. Часть №3.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Тема: Снятие характеристики короткого замыкания $I_K=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением	2
38	СТЕНД №1,2. Часть №3.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Тема: Снятие внешней $U=f(I)$ характеристики генератора постоянного тока с независимым возбуждением	2
39	СТЕНД №1,2. Часть №3.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Тема: Снятие электрохимической характеристики $n=f(I)$ двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением	2
40	СТЕНД №1,2. Часть №3.(222 каб) ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Тема: Определение механической характеристики $n=f(M)$ двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением	2
Всего по МДК 01.01		80
МДК.01.02 Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии		
1	Практическое занятие №1 Анализ различных режимов работы электростанции и выбор генераторов и трансформаторов блочных и автотрансформаторов связи на РУ электростанций	2
2	Практическое занятие №2 Составление схемы замещения электростанции	2
3	Практическое занятие №3 Расчёт элементов сопротивлений схемы замещения электростанции	2
4	Практическое занятие №4 Расчет токов трехфазного КЗ у генератора электростанции	2
5	Практическое занятие №5 Проверка шин на динамическую и термическую стойкости	2
6	Лабораторное занятие №1 Проведение операций с коммутационными аппаратами с использованием привода.	2
7	Практическое занятие №6 Составление схемы заданной электростанции по заданной проектной мощности включая выбор генератора станции исходя из величины проектной мощности	2
8	Практическое занятие №7 Выбор блочного трансформатора электростанции исходя из количества генераторов и вида схемы электростанции	2
9	Практическое занятие №8 Составление схемы собственных нужд электростанции	2
10	Практическое занятие №9 Выбор трансформатора собственных нужд генератора электростанции	2
11	Практическое занятие №10 Расчёт размеров машинного зала электростанции исходя их габаритов генераторов , их количества и вида электростанции	2
12	Практическое занятие №11 Составление схемы замещения электростанции и расчёт токов короткого замыкания у генераторов электростанции	2
13	Практическое занятие №12 Составление схемы замещения электростанции и расчёт токов короткого замыкания у генераторов электростанции	2

14	Практическое занятие №13 Выбор генераторного выключателя по расчётам ТКЗ	2
15	Практическое занятие №14 Выбор шин от генератора до блочного трансформатора по расчётам ТКЗ	2
16	Практическое занятие №15 Построение плана расположения электростанции, блочных трансформаторов и РУ в зависимости от вида и заданных напряжений электростанции	2
17	Практическое занятие №16 Построение плана расположения электростанции, блочных трансформаторов и РУ в зависимости от вида и заданных напряжений электростанции	2
18	Практическое занятие №17 Составление схемы подстанции, включая выбор силовых трансформаторов и схему собственных нужд	2
19	Практическое занятие №18 Составление схемы подстанции, включая выбор силовых трансформаторов и схему собственных нужд	2
20	Практическое занятие №19. Выбор и составление схем замещения силовых трансформаторов и расчёт их параметров.	4
21	Практическое занятие №20. Выбор сечений проводов по экономической плотности тока, экономическим токовым интервалам. Проверка по условию нагрева. Составление схем замещения линий и расчет их параметров. Расчет потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях	6
Всего по МДК 01.02		48
Всего по ПМ 01		128

Вид практической работы по МДК-01.01

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ТЕМА: Силовые трансформаторы на подстанции

ЦЕЛЬ: Определение мощности трансформатора на подстанции

Найти: Выбрать по исходным данным (согласно таблицы 1.2) мощность и тип трансформатора на подстанцию используя указания к практической работе №1. Нарисовать свой тип схемы подстанции со своими трансформаторами указав на рисунке все параметры (мощность трансформатора, тип трансформатора , суммарную нагрузку потребителей СН и НН, количество линий на РУ- СН и РУ-НН, напряжение РУ-ВН, РУ-НН, РУ-СН)

ВАЖНО: На Рисунке 1.1 и Рисунке 1.2 показаны схемы с разными видами трансформаторов и автотрансформаторов, как они должны выглядеть при выборе того или иного типа трансформатора или автотрансформатора. **На подстанцию устанавливают одинаковые по мощности и типу трансформаторы или автотрансформаторы.**

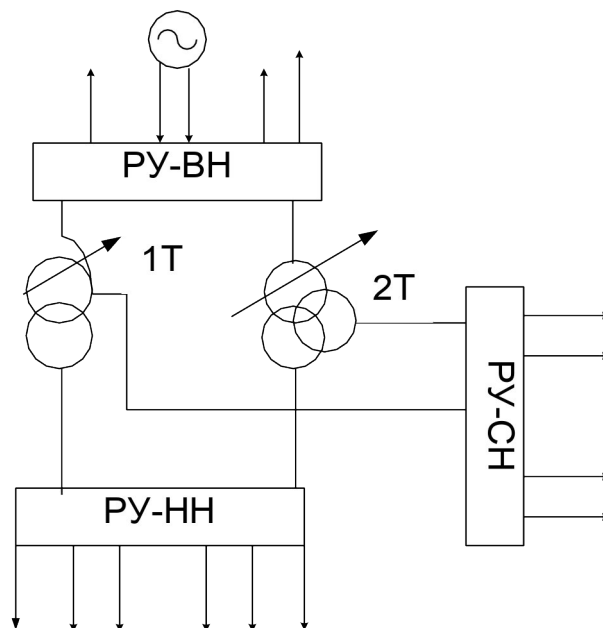


Рисунок 1.1 - Структурная схема двухтрансформаторной подстанции с трёхобмоточными автотрансформаторами или трансформаторами с РПН

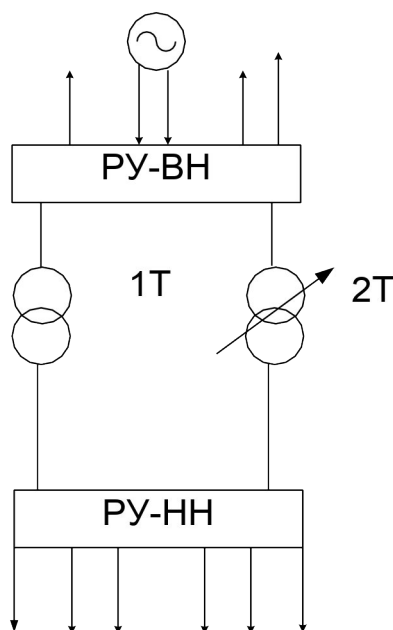


Рисунок 1.2 - Структурная схема двухтрансформаторной подстанции с двухобмоточными трансформаторами с РПН или с ПБВ

ХОД РЕШЕНИЯ

Общая мощность эл. установки определяется по формуле:[МВА]

$$S_{\text{э.у.}} = S_{\Sigma\text{CH}} + S_{\Sigma\text{HH}}$$

Полная мощность РУ:[МВА]

$$S_{\Sigma\text{CH}} = \frac{P_{\Sigma\text{CH}}}{\cos \varphi_{\text{CH}}};$$

Активная мощность РУ:[МВт]

$$P_{\Sigma\text{CH}} = n_{\text{CH}} \times P_{\text{CH}}$$

где $\cos \varphi_{\text{CH}}$ -коэффициент мощности РУ среднего напряжения,

P_{CH} – активная мощность потребителей РУ среднего напряжения

S_{CH} – мощность нагрузки на стороне РУ среднего напряжения

n_{CH} – количество потребителей РУ среднего напряжения.

Полная мощность РУ:[МВА]

$$S_{\Sigma\text{HH}} = \frac{P_{\Sigma\text{HH}}}{\cos \varphi_{\text{HH}}};$$

Активная мощность РУ:[МВт]

$$P_{\Sigma\text{HH}} = n_{\text{HH}} \times P_{\text{HH}}$$

Условие выбора расчётной мощности трансформатора на **двухтрансформаторной** подстанции[МВА]

$$S_{\text{ном.тр}}^{\text{расч}} \geq 0,7 \times S_{\text{э.у.}}$$

Условие выбора расчётной мощности трансформатора на **однотрансформаторной** подстанции[МВА]

$$S_{\text{ном.тр}}^{\text{расч}} = S_{\text{э.у.}}$$

По данному условию, с учетом номинальных напряжений (ВН/СН/НН) из справочника Гайсарова выбираем ближайшее стандартное значение мощности трансформатора по условию

$$S_{\text{ном.тр}} \geq S_{\text{ном.тр}}^{\text{расч}}$$

Данные выбранного трансформатора сводим в таблицу

Таблица 1.1- Характеристики трансформатора подстанции

Тип трансформатора	U _{ном} кВ			S _{ном} , МВА	ΔP _{х.х} кВт	U _{к.з} , %		
	ВН	СН	НН			В-С	В-Н	С-Н

Проверим загрузку трансформатора по ПУЭ [8]

Условие нормальной и экономичной работы трансформатора в нормальном режиме:

$$K_{з.нр} = \frac{S_{з.у.}}{n \times S_{\text{ном.тр.}}} \times 100\% \leq 70\%.$$

где n – количество силовых трансформаторов установленных на подстанции

Коэффициент загрузки в аварийном режиме по ПУЭ не должен превышать технически допустимого значения:

$$K_{з.нр} = \frac{S_{з.у.}}{S_{\text{ном.тр.}}} \times 100\% \leq 140 \%$$

Таблица 1.2 - Исходные данные к практической работе № 1

вариант	система		Потребитель СН			Потребитель НН		
	n _{ВН} ЛЭП (шт)	U _{ВН} (кВ)	U _{СН} (кВ)	n _{СН} ×P _{СН} (шт)×(МВт)	cos φ _{СН}	U _{НН} (кВ)	N _{НН} ×P _{НН} (шт)×(МВт)	cos φ _{НН}
1	1	110				10	6×15	0,88
2	2	220	110	4×12	0,89	6	12×10	0,81
3	2	220	35	2×25	0,78	11,5	10×8	0,98
4	1	330				10	15×18	0,87
5	4	500	220	5×21	0,86	10	10×20	0,99
6	4	750	500	8×19	0,87	10	17×32	0,82
7	2	110	35	2×23	0,96	6	16×6	0,73
8	1	220				10	13×14	0,88
9	2	330	110	22×8	0,78	6	16×13	0,78
10	2	500	330	10×6	0,84	10	18×10	0,93

Все рисунки, таблицы и схемы перерисовать в тетрадь. Сделать выводы по расчётным данным.

Вид лабораторной работы по МДК-01.01

Стенд №1

ПЭЭ-СР “Передача электрической энергии в распределительных сетях”

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Цель работы: изучить влияние нагрузки на напряжения в узлах сети, и величину потерь в линиях электропередач.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Электрические станции должны вырабатывать мощность, равную мощности потребителей, и покрывать потери в сети — должен соблюдаться **баланс вырабатываемой и потребляемой мощностей**: $\sum P_{г} = \sum P_{п} + \sum \Delta P$

где $\sum P_{г}$ — генерируемая активная мощность станции;

$\sum P_{п}$ — суммарная активная мощность нагрузки потребителей;

$\sum \Delta P$ — суммарные потери активной мощности в сетях.

При нарушении баланса активной мощности частота в сети отклоняется от номинальной частоты 50 Гц.

Снижение генерируемой активной мощности $\sum P_{г} < \sum P_{п}$ приводит к уменьшению частоты, а её возрастание $\sum P_{г} > \sum P_{п}$ обуславливает рост частоты.

Баланс реактивных мощностей: $\sum Q_{г} = \sum Q_{п} - \sum Q_{ск}$,

Где $\sum Q_{г}$ — суммарная генерируемая реактивная мощность,

$\sum Q_{п}$ — суммарная потребляемая реактивная мощность,

$\sum Q_{ск}$ — суммарная реактивная мощность компенсаторов.

$\sum Q_{п} = \sum Q_{т} + \sum Q_{ад} + \sum Q_{пр}$, где:

$\sum Q_{т}$ — потребление реактивной мощности трансформаторами,

$\sum Q_{ад}$ — потребление реактивной мощности асинхронными двигателями,

$\sum Q_{пр}$ — прочие потребители реактивной мощности.

Нарушение баланса реактивной мощности приводит к изменению уровня напряжения в сети.

Если генерируемая реактивная мощность становится больше потребляемой ($\sum Q_{г} > \sum Q_{п}$), то напряжение в сети повышается.

При дефиците реактивной мощности ($\sum Q_{г} < \sum Q_{п}$) напряжение в сети понижается.

Основными потребителями реактивной мощности в электрических системах являются трансформаторы, воздушные электрические линии, асинхронные двигатели, вентильные преобразователи, индукционные электропечи, сварочные агрегаты и другие нагрузки. Суммарные потери реактивной мощности в элементах сети весьма велики и достигают 50 % мощности, поступающей в сеть. Примерно 70—75% всех потерь реактивной мощности составляют потери в силовых трансформаторах.

На промышленных предприятиях основными потребителями реактивной мощности являются асинхронные двигатели - на их долю приходится 65—70% реактивной мощности, потребляемой предприятием, 20—25 % приходится на трансформаторы, около 10%—на другие приемники и воздушные линии электропередачи.

Компенсация реактивной мощности индуктивного характера может осуществляться:

а) на электростанциях, путём перевозбуждения синхронных генераторов или при помощи генераторов работающих в режиме синхронного компенсатора,

б) на подстанциях потребителей при помощи синхронных компенсаторов СК или батарей конденсаторов БК,

в) на предприятиях, использующих мощные синхронные электродвигатели в перевозбуждённом состоянии.

Компенсация реактивной мощности позволяет уменьшить потери электроэнергии в сетях.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

ОПЫТ №1

1) Собрать схему лабораторных испытаний (ВСЕ модули стенда должны быть ОТКЛЮЧЕНЫ!). Схема представляет собой сеть с радиальным питанием. Источник питания М-7, представляющий собой сеть бесконечной мощности, через модуль измерителя мощности М-2, питает линии электропередачи М-8 (ЛЭП-1) и М-10 (ЛЭП-2), работающие на нагрузку М-5 и М-12. В качестве нагрузки М-5 используется модуль активной нагрузки, в качестве нагрузки М-12 – модуль индуктивной нагрузки. Все нагрузки включены по схеме «звезда без нулевого провода». Измеритель мощности М-2 используется для измерения величины тока от питающей системы, величины линейного напряжения на шинах сети, активной и реактивной мощности, потребляемой из сети. Токи в начале линий электропередач М-8 и М-10 измеряются с помощью амперметров М-3 и М-4. Амперметры включены на токи **фазы А** линий электропередач, предел измерения установить **на 400 мА**. Линейные напряжения на шинах потребителей измеряются с помощью вольтметров М-3 и М-4. В качестве амперметров и вольтметров используются мультиметров.

2) Установить параметры линии электропередач: а) максимальное значение продольной составляющей (переключатель SA1 по таб. 2.11 приложения); б) отключение поперечной составляющей (переключатель SA2, SA3 в положение 1). Установить параметры активной и индуктивной нагрузки: переключатель SA1, соответствующее максимальной величине нагрузки по таб. 2.11 приложения.

3) **ВКЛЮЧИТЬ** стенд - **ПРЕПОДАВАТЕЛЬ**.

4) Провести измерения основных режимных параметров в соответствии с табл.1.1. Рассчитать полную мощность S , потребляемую из сети. Результаты занести в табл.1.1.

Таблица 1.1 – Измерения режимных параметров

Линейное напряжение в начале ЛЭП U , В	
Линейное напряжение в конце ЛЭП-1 U_1 , В	
Линейное напряжение в конце ЛЭП-2 U_2 , В	
Фазный ток ЛЭП-1 I_1 , А	
Фазный ток ЛЭП-2 I_2 , А	
Активная мощность, потребляемая из сети P , Вт	
Реактивная мощность, потребляемая из сети Q , Вар	
Полная мощность, потребляемая из сети $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, ВА	

5) Рассчитать режим работы ЛЭП-1, в частности, мощности в начале и конце электропередачи, величину потерь в линии и падение напряжения. Результаты занести в табл.1.2.

6) Рассчитать режим работы ЛЭП-2. Результаты занести в табл.1.3.

Таблица 1.2 – Расчет режима работы линии электропередачи 1

Мощность в начале ЛЭП-1, (ВА) $S_{11} = \sqrt{3}U_1I_1$	Мощность в конце ЛЭП-1, (ВА) $S_{21} = \sqrt{3}U_1I_1$	Потери в ЛЭП-1, (ВА) $\Delta S_1 = S_{11} - S_{21}$
Опыт №1		
Опыт №2		
Опыт №3		

Таблица 1.3 – Расчет режима работы линии электропередачи 2

Мощность в начале ЛЭП-2, (ВА) $S_{12} = \sqrt{3}U_2I_2$	Мощность в конце ЛЭП-2, (ВА) $S_{22} = \sqrt{3}U_2I_2$	Потери в ЛЭП-2, (ВА) $\Delta S_2 = S_{12} - S_{22}$
Опыт №1		
Опыт №2		
Опыт №3		

7) Проверить баланс мощности на шинах питающей подстанции в соответствии с выражением $S = S_{11} + S_{12}$.

8) **ОТКЛЮЧИТЬ** стенд - **ПРЕПОДАВАТЕЛЬ.**
ОПЫТ №2

9) Изменить *длину линии* электропередачи М-10 с помощью переключателя SA1.

10) **ВКЛЮЧИТЬ** стенд - **ПРЕПОДАВАТЕЛЬ.**

11) Повторить испытания и записать полученные результаты измерений, выполнить расчеты по п.4-7. Заполнить таблицы, аналогичные таблицам 1.1, 1.2, 1.3.

12) **ОТКЛЮЧИТЬ** стенд - **ПРЕПОДАВАТЕЛЬ.**
ОПЫТ №3

13) Изменить *величину нагрузки* М-5 с помощью переключателя SA1.

14) **ВКЛЮЧИТЬ** стенд - **ПРЕПОДАВАТЕЛЬ.**

15) Повторить испытания и записать полученные результаты измерений, выполнить расчеты по п.4-7. Заполнить таблицы, аналогичные таблицам 1.1, 1.2, 1.3.

16) **ОТКЛЮЧИТЬ** стенд - **ПРЕПОДАВАТЕЛЬ.**

17) Проанализировать полученные данные: определить, как влияет величина нагрузки и длина линий электропередач на напряжения в узлах сети, величины перетоков мощностей по линиям электропередач, величины потерь в линиях электропередач.

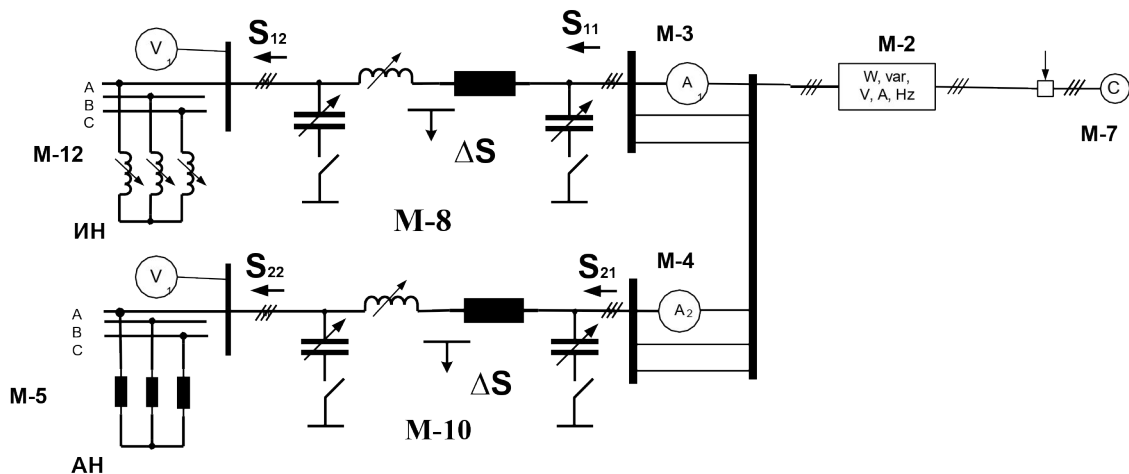



Схема №1- Исходная схема опыта

Составить отчет по данной лабораторной работе

1. Номер и наименование лабораторной работы
2. Цель работы
3. Исходная схема подключения модулей по данной работе, с полным наименованием каждого модуля в данной схеме. (Например, М-10: модуль – линии электропередачи W-1).
4. Перечерченные рисунки (графики) по данной работе (если есть).
5. Формулы для расчетов по требованию данной работы.
6. Заполненные таблицы (если есть).
7. Выводы по полученным результатам.

Вопросы к защите:

1. Что меняется в ЛЭП при переключении ключа «SA1» в модуле М-8 (М-10)?
2. Что это «» означает на схеме?
3. Как влияет тип нагрузки на параметры ЛЭП?
4. Вычертить векторную диаграмму падения напряжения согласно своим расчётам в ЛЭП где нагрузка индуктивная.

Вид лабораторной работы по МДК-01.02

Стенд №1

ЭОЭ6-Н-Р “Электротехника и основы электроники”

Часть II- Основы электромеханики

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ГЕНЕРАТОР ПОСТОЯННОГО ТОКА

- 1) Схемы электрические соединений
- 2) Перечень аппаратуры
- 3) Указания по проведению экспериментов

Схемы электрические соединений

Рис. 1.1. Схема для снятия характеристики **холостого хода** генератора постоянного тока с независимым возбуждением.

Рис. 1.2. Схема для снятия характеристики **короткого замыкания** генератора постоянного тока с независимым возбуждением.

Рис. 1.3. Схема для снятия **внешней** характеристики генератора постоянного тока с независимым возбуждением.

Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип ГалСен®	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.4	~ 3×220 В / 6 А
G2	Однофазный источник питания	218.9	~ 220 В / 6 А
G3	Машина постоянного тока	101.1	90 Вт; 220 В 2,4 А (якорь) 220 В (возбужде- ние)
M1	Асинхронный двигатель	106	120 Вт; 220/380 В; 1350 об/мин
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.2	~ 0...240 В / 2 А
A2	Выпрямитель	322.1	~ 400 В / 2 А
A5	Активная нагрузка	306.5	220/380 В; 50Гц; 3×0...30 Вт
P1	Блок мультиметров	508.2.1	3 мультиметра 0...1000 В ∞; 0...10 А ∞; 0...20 МОм
P2	Тахометр	1408	0...10000 об/мин

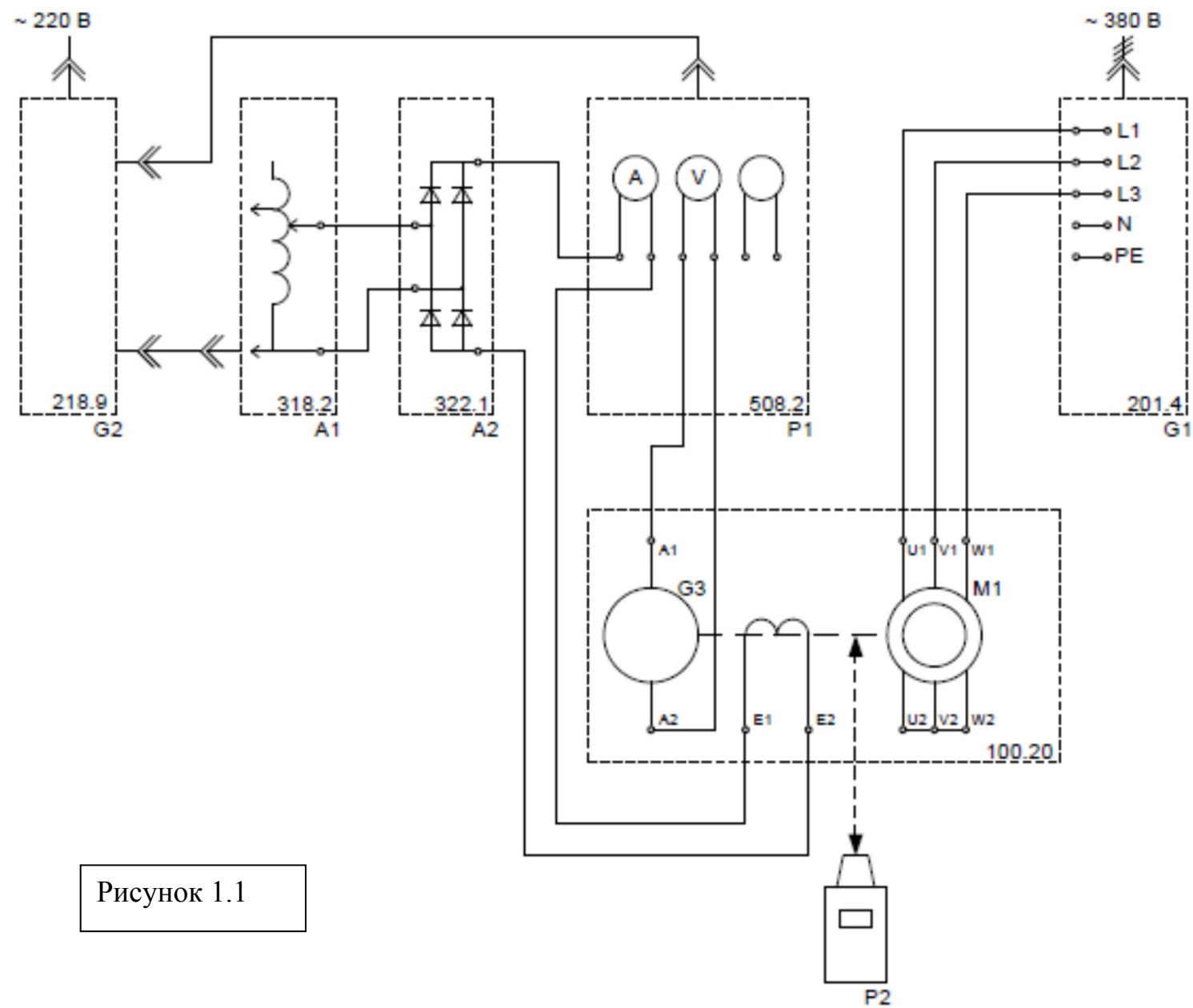


Рисунок 1.1

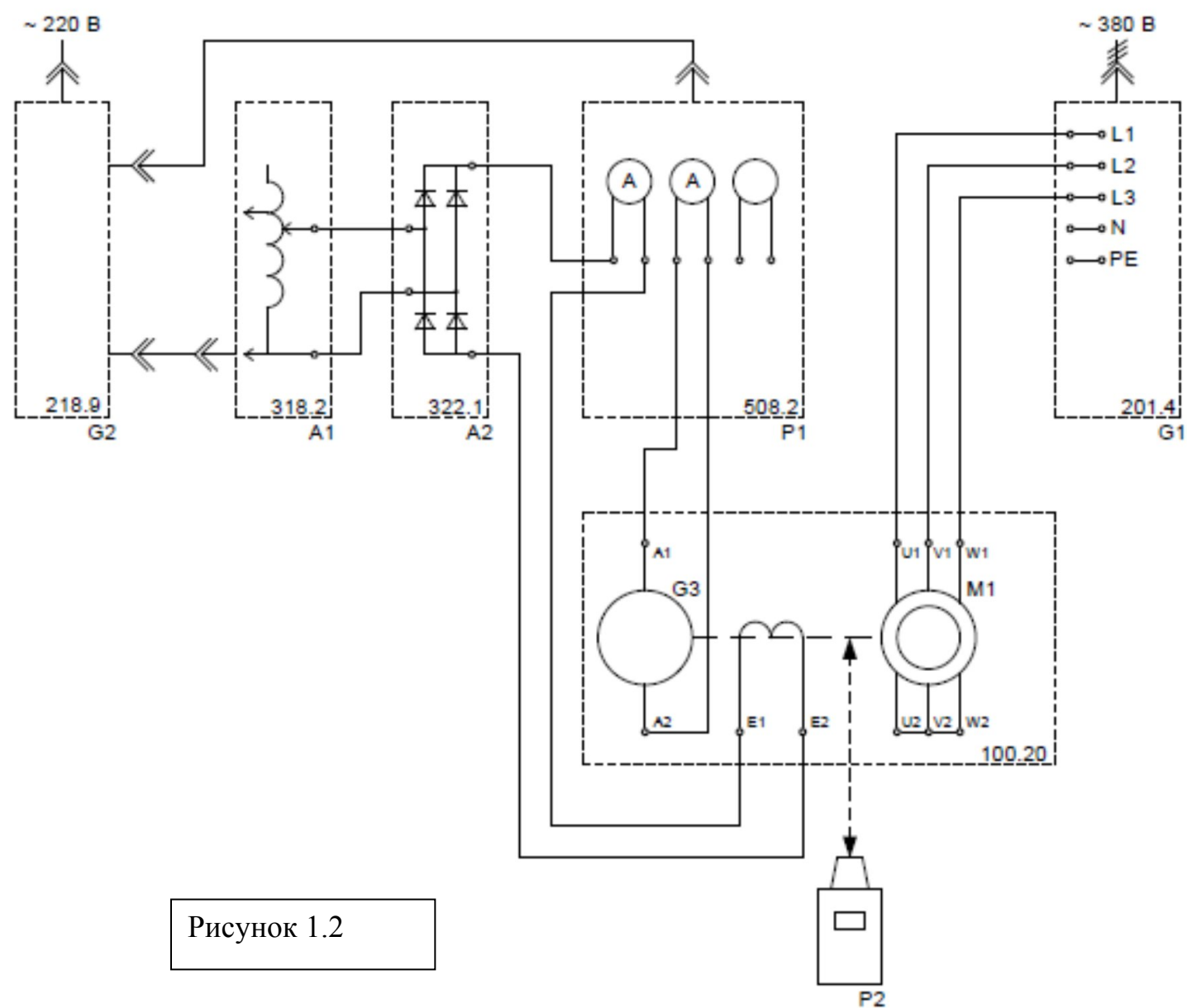


Рисунок 1.2

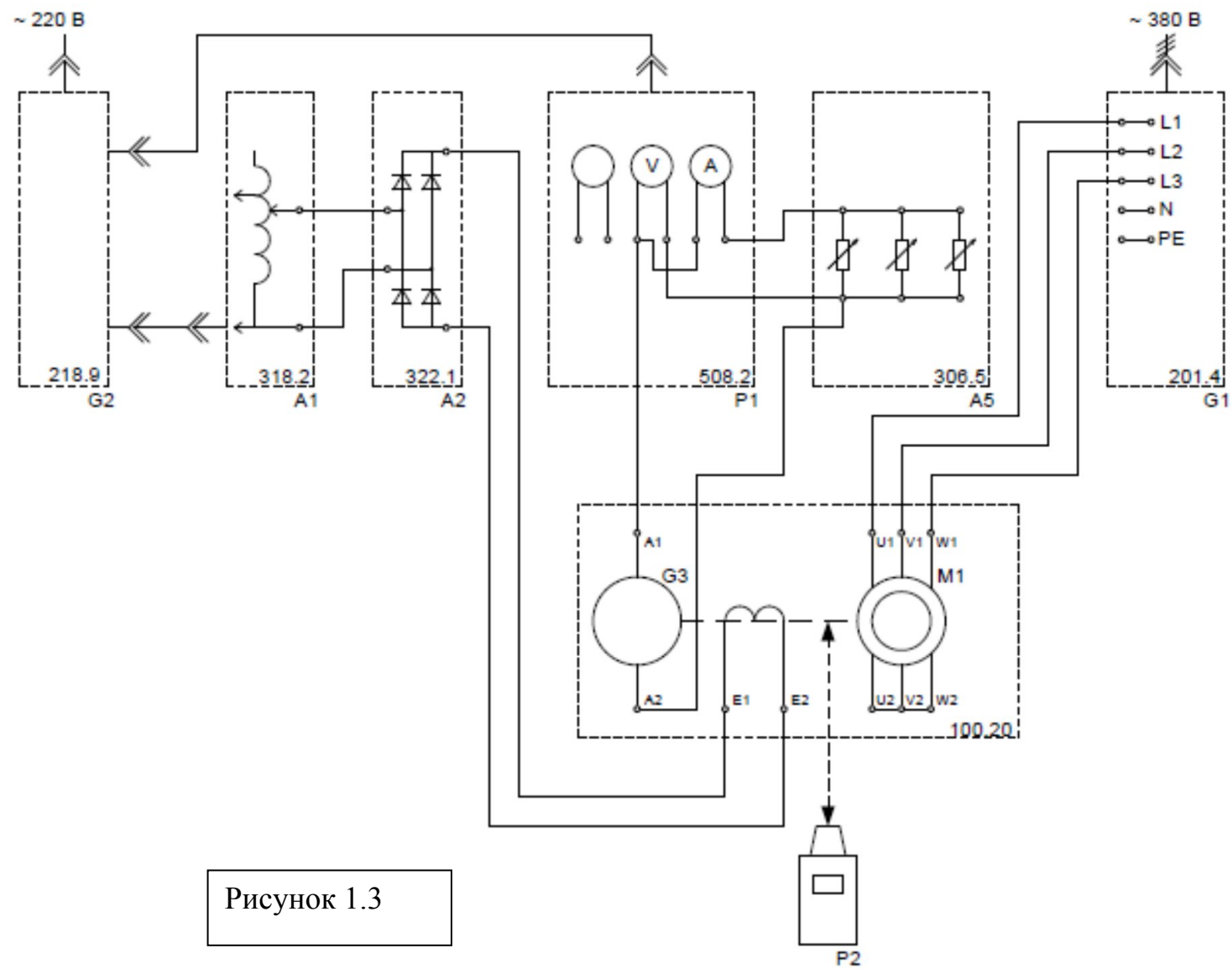


Рисунок 1.3

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.

Тема: Снятие характеристики холостого хода $E_0=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением

Порядок выполнения работы

1) Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

2) Соедините гнезда защитного заземления "⏏" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания G1.

3) Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной **на рис. 1.1**.

4) Тахометр Р2 (код 2347.3) установите на подставке так, чтобы луч света от него проникал в отверстие кожуха, закрывающего узел сочленения валов машины постоянного тока G3 и асинхронного двигателя М1.

5) Регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 поверните против часовой стрелки до упора.

6) Включите устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G2.

7) Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.

8) Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.

9) Включите трехфазный источник питания G1. При этом асинхронный двигатель M1 и генератор постоянного тока G3 должны начать вращаться с частотой несколько меньшей 1500 об/мин (частоту контролируйте с помощью тахометра P2) .

10) Включите выключатель "СЕТЬ" автотрансформатора А1.

11) Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, изменяйте ток возбуждения I_f генератора G3 в диапазоне $0 \dots 0,15$ А и заносите показания амперметра (ток I_f генератора G3) и вольтметра (э.д.с. E_0 генератора G3) в таблицу 1.1.

12) По завершении эксперимента у автотрансформатора А1 поверните регулировочную рукоятку против часовой стрелки до упора и отключите выключатель "СЕТЬ". Отключите трехфазный источник питания G1. Отключите выключатель "СЕТЬ" блока мультиметров Р1. Отключите автоматические выключатели однофазного источника питания G2.

13) Используя результаты табл. 1.1, постройте искомую характеристику холостого хода генератора $E_0=f(I_f)$.

Таблица 1.1.

I_f, A								
E_0, B								

Все лабораторные работы приведены в :

- Методические указания для выполнения лабораторных работ по **стенду №1** (ПЭЭ-СР “Передача электрической энергии в распределительных сетях”) в рамках МДК-01.01;
- Методические указания для выполнения лабораторных работ по **стендам №1,2,3** (ЭОЭ6-Н-Р “Электротехника и основы электроники”) часть II- Основы электромеханики в рамках МДК-01.01 и МДК-01.02.

1.3.6 Защита курсового проекта

Это форма *промежуточной аттестации* и является самостоятельным научным проектом студента, входящим отдельным пунктом в дипломный проект специальности.

Требования к курсовому проекту .

В результате выполнения курсового проекта студенты должны приобрести следующие навыки:

инструментальные (ИН):

- способность самостоятельно работать на компьютере (базовые навыки);
- способность пользоваться Интернетом, электронной почтой и другими средствами оперативного обмена информацией, воспринимать и анализировать информацию;
- готовность использовать основные компьютерные технологии в сфере своей профессиональной деятельности;

общенаучные (ОНН):

- способность использовать основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, векторного анализа и элементов теории поля,
- физики, информатики, теоретических основ электротехники;
- готовность применять методы дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятности, математической статистики, функций комплексных переменных и численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений;

профессиональные (ПН):

проектно-конструкторская деятельность:

- готовность разрабатывать проекты электротехнических систем и отдельных компонентов;
- способность разрабатывать простые конструкции электротехнических объектов;
- готовность применять способы графического отображения геометрических образов изделий и объектов электрооборудования, схем и систем;
- способность рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов;

производственно-технологическая деятельность:

- способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, элементы экономического анализа в практической деятельности.

научно-исследовательская деятельность:

- способность применять современные методы исследования объектов и систем электротехники ;
- готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования ;

-способность формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публикацией и публичной защитой.

В результате выполнения курсового проекта по дисциплине **«Проектирование электрической части подстанций и электростанций»** студенты должны приобрести следующие навыки:

инструментальные (ИН):

- способность самостоятельно работать на компьютере (базовые навыки);
- способность пользоваться Интернетом, электронной почтой и другими средствами оперативного обмена информацией, воспринимать и анализировать информацию;
- готовность использовать основные компьютерные технологии в сфере своей профессиональной деятельности;

общенаучные (ОНН):

- способность использовать основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, векторного анализа и элементов теории поля;
- физики, информатики, теоретических основ электротехники;
- готовность применять методы дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятности, математической статистики, функций комплексных переменных и численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений;

профессиональные (ПН):

проектно-конструкторская деятельность:

- готовность разрабатывать проекты электротехнических систем и отдельных компонентов;
- способность разрабатывать простые конструкции электротехнических объектов;
- готовность применять способы графического отображения геометрических образов изделий и объектов электрооборудования, схем и систем;
- способность рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов;

производственно-технологическая деятельность:

- способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, элементы экономического анализа в практической деятельности.

научно-исследовательская деятельность:

- способность применять современные методы исследования объектов и систем электротехники ;
- готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования ;
- способность формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публикацией и публичной защитой.

Требования к оформлению

Курсовой проект (КП) по **МДК 01.02. “Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической энергии.”**, состоит из двух частей:

- 1) расчетно-пояснительная записка (ПЗ);
- 2) графический материал.

Объем расчетно-пояснительной записки курсового проектирования составляет 30-50 страниц формата А4 (297мм-210мм) машинописного текста в соответствии с ГОСТом 2.105-95 Единая система конструкторской документации (Общие требования к текстовым документам) специальной многофункциональной программой MicrosoftWord 14 шрифт, TimesNewRoman, расстояние между строк 1,5 строчный интервал. Поле для подшивки 30 мм, расстояние от края до текста внизу страницы 10-20мм. Изложение делается в безличной форме.

Порядок расположения документов Курсового Проекта (работы)

1. Титульный лист КП (КР).
2. Ведомость документов.
3. Задание на курсовую работу (проект).
4. Титульный лист пояснительной записки.
5. Содержание ПЗ.
6. Введение
7. Текст ПЗ. (листы самой пояснительной записки).
8. Список использованных источников.
9. Спецификация.
10. Графическая часть.

При определении оценки по защите проекта учитываются:

- доклад выпускника по каждому разделу;
- демонстрация графической части проекта;
- обоснованность, четкость, полнота изложения ответов на вопросы;
- качество выполнения пояснительной записки.

Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» - Выполненный проект, подтверждает высокий уровень владения материалом, глубину и прочность полученных знаний, умений и навыков в рамках задания на проект. Реализованы все разделы, описанные в индивидуальном задании. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями ЕСКД. Студент четко излагает материал сопровождая демонстрацией графической части проекта, выделяет главные положения, свободно и логично преподносит содержание проекта, владеет профессиональной терминологией и отлично ориентируется во всех проектирующих и справочных материалах, применённых при выполнении проекта. На все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

«Хорошо» - Выполненный проект, отвечает основным предъявляемым требованиям. Реализованы все разделы, описанные в индивидуальном задании. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями ЕСКД. Студент показывает знание материала, демонстрирует графическую часть, осознанно излагает материал, владеет профессиональной терминологией, но допускает отдельные неточности, испытывает затруднения в логике изложения и не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

«Удовлетворительно» - Выполненный проект имеет ряд замечаний, но объём и содержание пояснительной записки соответствует требованиям. Реализованы все разделы, описанные в индивидуальном задании, но при изложении материала студент испытывает затруднения, допускает неточности при демонстрации графической части, показывает недостаточное знание профессиональной терминологии. На поставленные вопросы требует уточнения, допускает ошибки в ответах и затрудняется в их устранении.

«Неудовлетворительно» - Выполненный проект имеет ряд значительных замечаний, оформление пояснительной записки не соответствует требованиям. Не реализованы все разделы, описанные в индивидуальном задании. Студент имеет представление об исследуемом объекте, но слабо владеет профессиональной терминологией, не даёт ответы на поставленные вопросы.

Для определения уровня сформированности общих и профессиональных компетенций студента производят оценку:

- представленных документов, подтверждающих освоение обучающимся компетенций при изучении теоретического материала и прохождении практики по каждому из основных видов профессиональной деятельности;

- документов, представленных самим выпускником (отчеты о ранее достигнутых результатах, дополнительные сертификаты, свидетельства (дипломы) олимпиад, конкурсов, творческие работы по специальности, характеристики с мест прохождения преддипломной практики;

- оценку самой работы;
- оценка сообщения (доклад) по теме работы;
- ответы на дополнительные вопросы по теме работы.

Перечень тематики курсового проекта по МДК-01.02

Разработка технологической части ГЭС-_____МВт

Разработка технологической части ТЭС-_____МВт

В результате освоения пм студенты выполняют курсовую работу по следующим темам (согласно методических указаний по выполнению курсового проектирования)

	Вид станции	Рабочее тело станции	Тип и величина мощности станции, Nст, МВт	Коэф. мощн., cosφ	Напряжение ЛЭП, Улэп, кВ	Колич-во ЛЭП, шт	УВБ, м	УНБ, м	Налич ие ГРУ	Пример станции
1.	ГЭС	вода	Проектная 700	0,95	220/110	4/2	475	445	-	Иркутская
2.	ТЭЦ	уголь	Отопительная 300	0,68	110	2	-	-	да	ТЭЦ-1. г. Красноярск
3.	ГРЭС	мазут	Электрическая 1000	0,7	500/220	3/2	-	-	-	Березовская

Министерство образования Красноярского края
краевое государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е.Бочкина»

УТВЕРЖДАЮ:
заместитель директора по УР

_____ Попова И.Е.

«_____» марта 2026 г.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тема курсового проекта: Разработка технологической части ГЭС-1000 МВт

специальность: 13.02.12
Электрические сети, станции, их релейная защита

Студента группы 724 курса 3
Посохина Тимофея Сергеевича

1. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КП

Разработать технологическую часть ГЭС:

- с расчётом и выбором основного вида оборудования (турбины, генератора, блочных и связи трансформаторов) их количества в зависимости от установленной мощности станции;
- рассчитать высоту заглубления РК для бескавитационной работы;
- определить высотные размеры: высоту отсасывающей трубы; высоту рабочего колеса; высоту крышки турбины; высоту опоры подпятника; высоту подпятника; высоту статора и ротора генератора; высоту крестовины; высоту колпака; высоту котлов МНУ;
- определить отметки: обслуживания машинного зала, начальную отметку отсасывающей трубы, отметку установки рабочего колеса; отметку пирса НБ; отметку пазухи; отметку мостового крана; отметку потолка машинного зала отметку крыши машинного зала;
- выбрать кран для машинного зала;
- рассчитать вес ротора и вес рабочего колеса;
- определить генеральный план площадки ГЭС с расположением основных объектов станции.
- сформировать графическую часть.

Использовать как *пример Красноярскую ГЭС* по её типу установленных блоков и вида ГЭС с использованием так же района сооружения данной ГЭС (Красноярский край, данные по присоединению ГЭС к энергосистеме взять из документа, ссылка на который приведена ниже).

Использовать указания и приложения с таблицами “Методических рекомендаций к выполнению проекта по МДК-01.02”.

Основные данные - ссылка

https://ru.wikipedia.org/wiki/Красноярская_ГЭС

<https://www.biglion.ru/info/putevoditel/krasnoyarskaya-gidroelektrostantsiya/>

Исходные данные для КП приведены в таблице 1.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА

Вид рабочего тела станции – вода (ГЭС)

Проектная мощность станции – 1000 МВт

Коэффициент мощности ГЭС – 0,9

Район сооружения станции – Красноярский край на примере Красноярской ГЭС

Напряжение ЛЭП ГЭС– 500/220 кВ

Количество ЛЭП – 4/2 шт.

Максимальный отметка УВБ – 240 м (отметка относительно Балтийского моря)

Максимальный отметка УНБ – 140 м (отметка относительно Балтийского моря)

3. ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

1 ВВЕДЕНИЕ

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Характеристика проектируемого объекта.

2.2 Обоснование компоновки основного оборудования и главных узлов электростанции.

3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Выбор основного оборудования ГЭС.

1. Высота напора (H_p) станции.

2. Выбор турбин и её технические и высотные параметры.

3. Высота отсасыаания турбины.

4. Высота направляющего аппарата турбины.

5. Вал гидроагрегата.

6. Опора подпятника.

7. Крышка турбины агрегата.

8. Выбор электрической схемы соединения ГЭС и размер РУ.

9. Расчёт мощности трансформаторов ГЭС.

3.2 Компоновка оборудования ГЭС и составление генерального плана.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

4. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

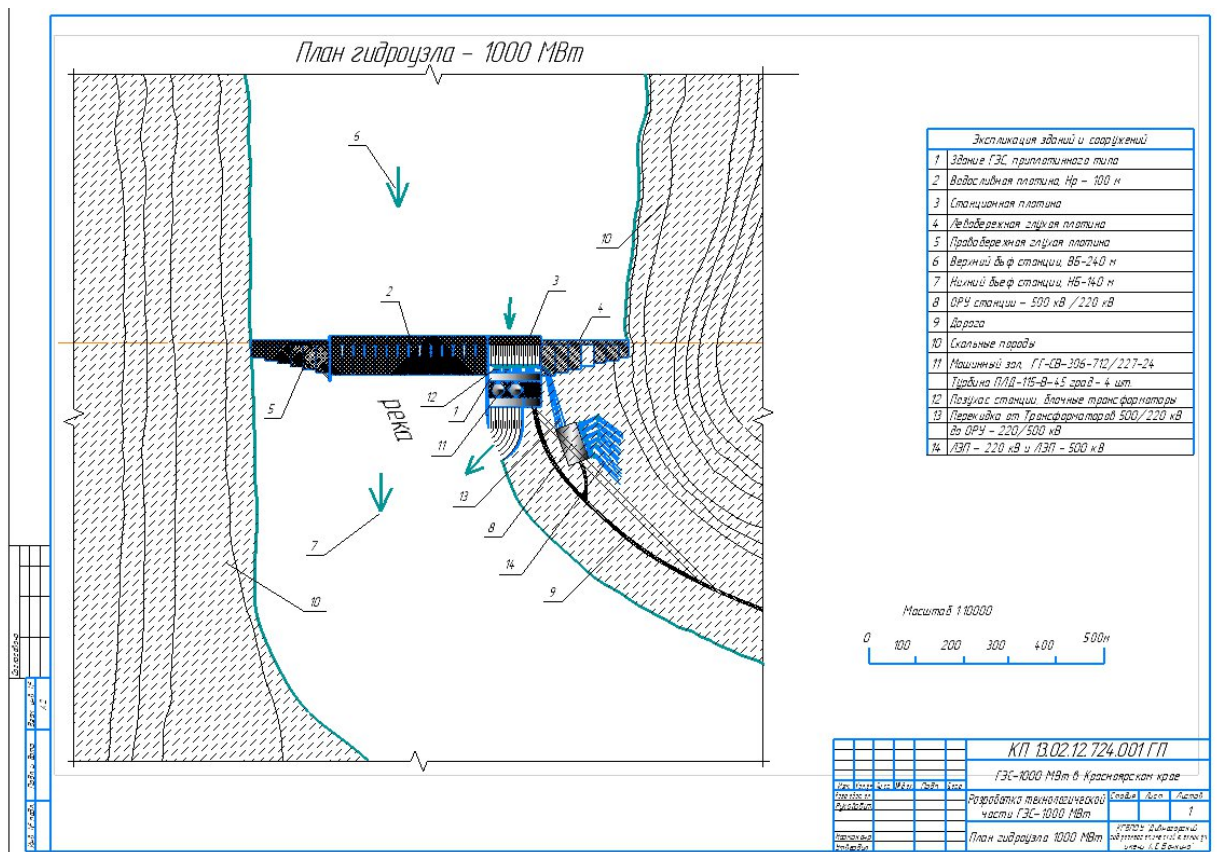
**Обязательный минимальный объём графической части - 3 листа
формата А1 и/или А2**

1 лист “План гидроузла 1000 МВт”;

2 лист “Разрез по оси турбины ПЛД-115-В/45 ”;

3 лист “Разрез по машинному залу ГЭС”.

Примеры расположение объектов и сами объекты, представлены ниже на чертежах.



5. ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПРОЕКТА

В презентации количество слайдов от 12-16 шт. Содержание презентационного материала должно отражать в краткой форме всё содержание проекта, особое внимание необходимо уделить экологическому аспекту проекта, графической части и специализированному вопросу.

Доклад должен сопровождаться презентацией, иллюстрирующей основные положения работы с использованием мультимедийных средств, выполненный в программа Power Point и со следующими требованиями:.

- 1) Для создания презентации рекомендуют использовать шрифты Arial или Times New Roman.
- 2) Шрифт черного цвета не менее 28 кегля
- 3) Фон белый, акцент должен делаться на смысловом наполнении слайдов, а не цветовых контрастах
- 4) Размер шрифта для заголовков не менее 36 кегля
- 5) Горизонтальное расположение текста
- 6) Хорошая видимость схем, диаграмм, таблиц и формул, для этого можно увеличить шрифт
- 7) В одном слайде допустимо не более 10 строк текста, перегруженность испортит восприятие
- 8) Рекомендуемыми элементами являются диаграммы и схемы, они не требуют описания и раскрытия

- 9) Если присутствуют таблицы, их лучше форматировать таким образом, чтобы самые важные строки и столбцы были яркого цвета
- 10) Количество слайдов – 12-18

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 55260.4.1—2013. Национальный стандарт Российской Федерации., Гидроэлектростанции. Часть 4-1., Технологическая часть гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций. Общие технические требования., Москва. 2015 г.
2. СВОД ПРАВИЛ СП 90.13330.2012 электростанции тепловые, Thermalpowerstations, Актуализированная редакция, СНиП II-58-75. Утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30.06.2012 г. № 282 и введен в действие с 1 января 2013 г.
3. ОСТ 108.023.109—85. Отраслевой стандарт., Турбины гидравлические вертикальные. Поворотно-лопастные диагональные. Типы, основные параметры и размеры. Том 2.
4. ОСТ 108.023.105—84. Отраслевой стандарт., Турбины гидравлические вертикальные. Поворотно-лопастные диагональные. Конструктивные схемы. Том 2.
5. ОСТ 108.023.06—84. Турбины гидравлические для гидроэлектростанций. Турбины гидравлические вертикальные радиально-осевые конструктивные схемы. Том 2.
6. Министерство энергетики российской федерации приказ от 16 августа 2019 года n 858 об утверждении методических указаний по технологическому проектированию тепловых электростанций (с изменениями на 9 декабря 2024 года).
7. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики: учебник / Г.Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2012. – 352с.ISBN 978-5-16-002223-9.
8. Гайсаров Р.В. Справочник по высоковольтному оборудованию электроустановок/ Гайсаров Р. В., Коржов А.В. Студенты: Щелконогов А. Е., Каюков С. И.,- Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004.-450 с.
9. Гидро-электрические станции., Учебник., В. Я. Карелин./Москва., Энергоатомиздат. 464 с.
10. Рожкова Л.Д. , Козулин В.С. Электрооборудование электрических сетей и подстанций. Учебник для техникумов. – 3-е изд. Перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987, -648с.
11. Национальный исследовательский университет московский энергетический институт. Методические указания. Б. М. Орахелашвили., Выбор гидротурбин для ГЭС . Москва 2017.
12. Министерство образования., Республики Беларусь., Белорусский национальный технический университет., Методические рекомендации.,

Здание ГЭС., Минск. 2005 г.

13. Справочник по гидротурбинам. Андреев В. Б.- Л.,
Машиностроение., Ленинград. 486 ст.

Дата выдачи задания

«15» октября 2026 г.

Срок выполнения

«13» декабря 2026 г.

Руководитель проекта: _____

(ФИО, должность)

(подпись)

Задание принял к исполнению: _____

(ФИО студента)

(подпись)

Рассмотрено и одобрено на заседании комиссии профессионального цикла
специальностей: 13.02.03 ЭССиС и 13.02.12 ЭССиРЗА

Протокол № 1

от «20» сентября 2026 г.

Председатель КПЦ _____ Елисеева О.Н.

7. ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

Раздел проекта	% от общего объема КП	Нормативный срок выполнения
Выдача задания Проработка структуры проекта в общем Теоретическая часть проекта	30	Октябрь
Практическая часть проекта Определение высотных размеров основных объектов ГЭС	40	Ноябрь
Выбор основного оборудования ГЭС	70	Ноябрь
Компановка оборудования ГЭС	80	Ноябрь
Графическая часть	90	Декабрь
Оформление проекта	100	Декабрь
Защита КП	100	Декабрь

Ознакомлен: _____
 (ФИО студента) (подпись)

Дата выдачи задания «__» октября 2026 г.

1.9 Перечень умений, знаний, общих и профессиональных компетенций

Освоение профессиональных компетенций (ПК), соответствующих виду профессиональной деятельности:

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Основные показатели оценки результата
ПК 1.1 Применять электроэнергетические технологии в производстве, передаче, распределении электрической энергии	<ul style="list-style-type: none"> - определяет типы электрических станций по заданным характеристикам (топливо, место сооружения, энергоресурсу, по отпускаемому виду энергии); - составляет структурные схемы выдачи мощности; - читает схемы технологического процесса производства электрической и тепловой энергии.
ПК 1.2. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического	<ul style="list-style-type: none"> - оценивает параметры качества передаваемой электроэнергии; - демонстрирует знания регулирования напряжения на подстанциях.

оборудования электрических сетей	
ПК 1.3. Применять средства измерений параметров передаваемой электрической энергии	<ul style="list-style-type: none"> - выбирает типы приборов для измерения различных величин; - измеряет различные величины (ток, напряжение, сопротивление, мощность); - собирает различные схемы измерения.
ПК 1.4. Осуществлять контроль за режимами работы электрических машин	<ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует знания исследования характеристик машин постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения; - демонстрирует умение включения генераторов постоянного тока на параллельную работу; - демонстрирует умение включения и исследования характеристик асинхронных двигателей; - демонстрирует умение включения и исследования характеристик синхронных машин; - определяет групп соединения обмоток трансформаторов; - демонстрирует умение исследования характеристик работы трансформаторов; - демонстрирует умение включения трансформаторов на параллельную работу.
ПК 1.5. Выполнять работы по подготовке и внесению изменений в электрические схемы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций	<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывает технико-экономические показатели; - демонстрирует умение расчета токов короткого замыкания (КЗ); - демонстрирует умение выбора, проверки типов, конструкции аппаратов до и свыше 1000 В; - демонстрирует умение составления главных схем станций и подстанций; - чтения конструктивных чертежей РУ.
ПК 1.6. Проектировать электрическую часть электростанции и подстанции в соответствие с НТП и ПУЭ (<i>вариатив</i>)	- знает перечень НТД проектирования электростанций
ПК 1.7 ПС-20.008 Ведение заданного режима работы оборудования распределительного устройства ГЭС/ГАЭС	- знает основные параметры и режимы работы основного оборудования распределительного устройства ГЭС/ГАЭС
ПК 1.8. ПС-40.048 Ремонт и обслуживание цеховых электрических аппаратов напряжением до	<ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует знание материалов и изделий, применяемых для ремонта электрических аппаратов напряжением до 1000в - знает виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования инструментов и приспособлений для ремонта электрических аппаратов напряжением до 1000в

1000 В	<ul style="list-style-type: none"> - знает классификацию электрических аппаратов -знает назначение, конструктивное исполнение, технические характеристики и область применения электрических аппаратов - знает общие сведения о распределительных устройствах силовых электроустановок -знает основные виды неисправностей пускорегулирующей аппаратуры - демонстрирует владение технологией ремонта пускорегулирующей аппаратуры -знает устройство контакторов и магнитных пускателей - знает устройство предохранителей, рубильников и пакетных выключателей - знает устройство и основные неисправности реостатов -знает конструкцию распределительных устройств -знает виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при ремонте и обслуживании электрических аппаратов напряжением до 1000в -знает требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности
--------	---

Формы и методы контроля и оценки результатов обучения должны позволять проверять у обучающихся не только сформированность профессиональных компетенций, но и развитие общих компетенций и обеспечивающих их умений

Результаты (освоенные общие компетенции)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	<ul style="list-style-type: none"> -демонстрирует умение быстрого принятия решения в стандартных и нестандартных ситуациях. -демонстрирует умение принимать решения в штатных и нештатных ситуациях. -демонстрирует умение в разных ситуациях выбирать различные способы решения задач профессиональной деятельности. 	<ul style="list-style-type: none"> - собеседование; - результаты прохождения учебных и производственных практик; - характеристика классного руководителя; - результаты квалификационных экзаменов.
ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для	<ul style="list-style-type: none"> -демонстрирует умение использования современных средств поиска, результативность анализа и интерпретации информации и ее использование для качественного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития; -демонстрирует умение использования различных источников информации, включая электронные 	<ul style="list-style-type: none"> - собеседование; - результаты прохождения учебных и производственных практик; - результаты квалификационных

выполнения задач профессиональной деятельности		экзаменов.
ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	демонстрирует знание алгоритма действия в чрезвычайных ситуациях, понимает значимость необходимости сохранения окружающей среды, ресурсосбережения.	- собеседование; - результаты прохождения учебных и производственных практик; - характеристика классного руководителя; - результаты квалификационных экзаменов.
ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	демонстрирует умение понимать тексты на базовые и профессиональные темы; составлять документацию, относящуюся к процессам профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках	- результаты прохождения учебных и производственных практик; - результаты квалификационных экзаменов.

Приобретение в ходе освоения профессионального модуля практического опыта:

Иметь практический опыт	Виды работ на учебной и / или производственной практике и требования к их выполнению
- определения типа электрической станции по заданным характеристикам (топливо, место сооружения, энергоресурсу, по отпускаемому виду энергии);	Определение вида ЭС по предварительным данным о ЭС
- составления структурных схем выдачи мощности.	Сопоставление электрических схем ЭС на чертежах и в реальном виде
- оценки параметров качества передаваемой электроэнергии;	Умение определять параметры передачи по приборам ЭС
- регулирования напряжения на подстанциях.	Умение определять место и величину напряжения регулирования ЭС
- выбора типа прибора для измерения различных величин;	Умение выбирать соответствующие приборы для определения величин и параметров передачи и выработки ЭЭ на ЭС
- измерения различных величин (ток, напряжение, сопротивление, мощность);	Умение измерять на практике приборами величины или параметры передачи ЭЭ на ЭС

- сборки различных схем измерения.	Умение собирать электрические схемы на учебных стендах
- исследования характеристик машин постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения;	Умение делать выводы при исследовании ЭМ на ЭС
- включения генераторов постоянного тока на параллельную работу;	Умение проводить определённые работы по включению ЭМ в работу на ЭС
- включения и исследования характеристик асинхронных двигателей;	
- включения и исследования характеристик синхронных машин;	
- определения групп соединения обмоток трансформаторов;	Умение соединять и определять по соединённым выводам обмоток ЭМ вид обмотки
- исследования характеристик работы трансформаторов;	Умение проводить определённые работы по включению ЭМ в работу на ЭС
- включения трансформаторов на параллельную работу.	Умение производить работы по включению ЭМ на ЭС
- чтения конструктивных чертежей РУ.	Умение читать и сопоставлять электрические схемы на чертежах и в реальных условиях

1.10 Формы промежуточной аттестации по ОПОП при освоении профессионального модуля

Элемент модуля	Форма контроля и оценивания				
	Промежуточная аттестация по семестрам			Экзамен и Квалифик	Текущий контроль
	сем-III 2 курс	сем-IV 2 курс	сем-V 3курс	сем-VI 3курс	
МДК 01.01	экзамен	экзамен			Практические работы, Лабораторные работы, Курсовой проект
МДК 01.02		диф. зачёт	-		Практические работы, Лабораторные работы,
УП 01.01 станочная	диф. зачёт				Отчёт по практике
УП 01.02 монтажная				диф. зачёт	Отчёт по практике

ПМ-01				Экзамен кв.	Отчёт по практике Практические работы, Лабораторные работы, Курсовой проект
-------	--	--	--	-------------	--

1.11 Организация контроля и оценки освоения программы профессионального модуля

Итоговой формой контроля по ПМ. 01 **Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии**, является квалификационный экзамен.

Условием положительной аттестации, является положительная аттестация по МДК. 01.01 **Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии на электростанциях**, МДК. 01.02 **Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической**, и практик УП-01.01 **Слесарная** , УП-01.02 **Монтажная**

Экзамен по модулю/(квалификационный экзамен) проводится в виде устного задания по билетам/перечню вопросов. Задания проверяют освоение группы компетенций, соответствующих всем разделам модуля.

Условием (вид профессиональной деятельности освоен) на экзамене по модулю/(квалификационном) является положительная оценка освоения всех профессиональных компетенций по всем контролируемым показателям.

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

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

Предметом оценки освоения МДК 01.01, МДК 01.02 являются умения и знания.

Дифференцированный зачет и экзамен по МДК 01.01 и МДК 01.02 проводится с учетом результатов текущего контроля.

Предметом оценки практической подготовки является приобретение практического опыта.

Контроль и оценка по учебной и производственной практике проводится с учетом результатов:

1. аттестационного листа практики
2. дневника практики
3. отчета по практике

2 ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценочные средства для промежуточной аттестации ПМ - 01. Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии

Экзамен. МДК 01.01 Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии на электростанциях

Дифференцированный зачет МДК 01.02 Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической.

Промежуточная аттестация 01.02 Техническое обеспечение процесса производства, распределения и передачи электрической. (*защита курсового проекта*)

Экзамен по модулю по ПМ-01 Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии на электростанциях.

Форма экзаменационной аттестации - *билеты*. Вид аттестации – **устный ответ** по вопросам билета с предоставленной **решенной письменной задачей** по билету. Количество экзаменационных билетов для экзаменуемого — не менее 25 шт. В билете два теоретических вопроса и письменная задача.

Форма аттестации **дифференцированного зачета** – *вопросы* по перечню устанавливаемому преподавателем. Вид аттестации – **устный ответ**.

Форма аттестации **экзамена по модулю** – *доклад* установленной формы (указанный в п.1.3.2 данного документа) . Вид аттестации – **устный ответ**.

Задания направлены на проверку ОК-01, 02, 04, 07, 09
МДК-01.01 и МДК-01.02: ПК1.1÷1.8

2.1 Критерии оценки при учете текущего контроля

Результат ПА		Экзамен по модулю	ПА МДК 00.00	ПА МДК 00.00	ПА УП	ПА ПП
5	Оценки «4» и «5», не менее 50% оценок «5»					
4	Оценки «3», «4» или «5», не менее 50% оценок «4» и «5»					
3	Оценки «3», «4» или «5», менее 50% оценок «3» и «4»					
2	Есть хотя бы одна оценка «2»					

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ

Инструкция

Внимательно прочитайте задание.

вы можете воспользоваться справочной литературой находящейся в кабинете и стационарными плакатами кабинета, а так же всеми электрическими схемами находящимися в кабинете.

Время выполнения задания - 40 мин.

Вид экзаменационного билета и практического задания представлен ниже.

Экзаменационный билет.

Экзамен по междисциплинарному комплексу проводится при наличии допуска после защиты курсового проекта, форма экзамена в виде экзаменационных билетов и практической задачи в количестве 30 шт.

Министерство образования Красноярского края краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е.Бочкина»		
Рассмотрено комиссией профессионального цикла Специальности ЭССиРЗА Протокол № ____ от « ____ » ____ 202__ г. Председатель _____	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по МДК-01.01 Техническое обеспечение контроля качества электрической энергии на электростанциях <i>для специальности:</i> 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация	«Утверждаю» Зам. директора по учебной работе « ____ » ____ 202__ г _____
<ol style="list-style-type: none">1. Устройство и принцип действия турбогенератора.2. Выбор выключателей и их назначение.3. Задача №1 <p style="text-align: right;">Преподаватель</p>		

Практическое задание.

Министерство образования Красноярского края краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е.Бочкина»		
Рассмотрено комиссией профессионального цикла ЭССиРЗА	Задача №2 по МДК-01.01 Техническое обеспечение контроля качества	«Утверждаю» Зам. директора по учебной работе

Протокол № ____ от « ____ » ____ 202 г. Председатель _____	электрической энергии на электростанциях для специальности: 13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация	« ____ » ____ 202 г. _____
--	---	-------------------------------

Задание : Составление схем энергетических систем и сетей в общем виде.

№ варианта	ЗАДАНИЕ	4-ЭС, 4-Потр. Смешанная сеть. – ваша энергосистема имеет - 4 электростанции (ИП), 4-ЭС - 4 потребителя (подстанции) , 4-Потр - энергосистема имеет кольцевую схему соединений потребителей или соединений электростанций и радиальное соединений либо электростанций, либо потребителей. Смешанная сеть
1	2-ЭС, 6-Потр. Кольцевая сеть	
2	4-ЭС, 8-Потр. Радиальная сеть	
3	3-ЭС, 6-Потр. Смешанная сеть	
4	2-ЭС, 2-Потр. Радиальная сеть	
5	1-ЭС, 4-Потр. Кольцевая сеть	
6	5-ЭС, 12-Потр. Смешанная сеть	
7	4-ЭС, 8-Потр. Кольцевая сеть	
8	6-ЭС, 6-Потр. Радиальная сеть	
9	4-ЭС, 4-Потр. Смешанная сеть	

Преподаватель _____

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает студент, демонстрирующий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой модуля, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной модулем. Усвоившим, взаимосвязь основных понятий курса, их значение для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала. Ответивший на все вопросы в билетах и дополнительные. И решивший задачу без ошибок. Демонстрирующий полное понимание рассказываемого материала.

Оценка «хорошо» выставляется студентам, демонстрирующим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную модулем. Демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и ответивший на все вопросы в билетах и дополнительные. И решивший задачу с незначительными ошибками. Демонстрирующий понимание рассказываемого материала и с уточнением преподавателя самостоятельное устранение ошибок в практическом задании.

На «удовлетворительно» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением

заданий, предусмотренных программой модуля но с допустимыми ошибками. Допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студентам, демонстрирующим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой модуля заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Дифференцированный зачёт по данному междисциплинарному комплексу оценивается по результатам выполненных и защищённых практических и лабораторных работ в рамках учебного плана МДК, в виде письменной работы по вопросам и решения одной задачи (по решению преподавателя). Представлено 10 вариантов, по четыре вопроса в варианте (номер варианта по последней цифре зачётной книжки студента) и 3 практической задачи.

Пример варианта с вопросами и практического задания.

Вариант №9

5. Перечислите обозначения синхронных генераторов и распишите каждую букву и каждую цифру в данных обозначения (минимум три примера) . Распишите расшифровку букв и цифр, а так же единицы измерения величин: АТДЦТН-63000/330/110. ТДЦТ-80/220/110. АОЦТН-127/330/110.
6. Для чего применяется заземление электрооборудования и место его исполнения на подстанциях. Что такое заземляющая сетка в электроустановках.
7. Обслуживание асинхронных двигателей.
8. Опишите конструкцию молниеотводов и укажите допустимые расстояния между молниеотводом и защищаемым объектом.

Задача №1.

Однофазный трансформатор мощностью $S_{ном}$ включен в сеть с частотой тока - f . Номинальные первичное и вторичное напряжения- $U_{2ном}$ $U_{1ном}$. Действующее значение напряжения, приходящееся на один виток $U_{вит}$. Максимальное значение магнитной индукции - B_{max}
Плотность тока в обмоточных проводах первичной и вторичной обмоток - Δ
Определить:

- число витков в обмотках - ω_1 и ω_2 ,
- площадь поперечного сечения стержня магнитопровода - $Q_{ст}$,
- поперечное сечение обмоточных проводов первичной и вторичной обмоток q_1 и q_2 ,

Таблица 1 – Исходные данные задачи

№ варианта	U _{2ном} [кВ]	U _{1ном} [кВ]	S _{ном} [кВА]	f [Гц]	U _{вит} [В]	Δ [А/ мм ²]	B _{max} [Тл]
1	6	0,4	630	50	5	4,0	1,3
2	10	0,4	1000	50	6	5,1	1,2
3	35	10	63000	50	4	3,6	1,8
4	110	10	40000	50	9	4,8	1,7
5	6,6	6,6	1000	50	7	5,2	1,6
6	10	0,4	400	50	8	4,7	1,4
7	110	10	6300	50	5,6	6,1	1,36
8	35	10	63000	50	8,4	6,8	1,78
9	10	0,6	630	50	3	5,4	1,23
10	6	0,4	1000	50	3	6,1	1,23

Методические рекомендации по решению задачи №1.

Действующее значение ЭДС первичной обмотки трансформатора

$$E_1 = 4,44 \times \omega_1 \times f \times \Phi_{\max}$$

Уравнение напряжения для первичной обмотки трансформатора

$$U_1 = -E_1 + jI_1 X_1 + I_1 r_1$$

ЭДС первичной обмотки трансформатора, наведённая основным магнитным потоком Φ_{\max} , представляет собой ЭДС самоиндукции и поэтому находится в противофазе с подведённым к первичной обмотке напряжением U_1 ном. ., поэтому имеет знак минус. В силу малого значения индуктивного ($jI_1 X_1$) и активного ($I_1 r_1$) падений напряжений, можно с некоторым приближением считать, что ЭДС (E_1) уравнивается первичным напряжением ($U_{1ном}$) обмотки трансформатора.

Напряжение витка обмотки ($U_{\text{вит}}$) трансформатора

$$U_{\text{вит}} = \frac{U_{1ном}}{\omega_1}$$

Номинальная мощность трансформатора

$$S_{ном} = U_{1ном} \times I_1$$

Плотность тока в проводах первичной обмотки трансформатора

$$\Delta = \frac{I_1}{\varnothing_1}$$

Поперечное сечение стержня магнитопровода трансформатора

$$Q_{ст} = \frac{\Phi_{\max}}{k_{ст} \times B_{\max}}$$

где:

$k_{ст}$ – коэффициент заполнения шихтованного стержня сталью = 0,93.

Результаты зачёта определяются оценками: «отлично», «хорошо»,

«удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка **«Отлично»** ставится, если студент ответил на все вопросы варианта с полным представлением о материале ответа. Практическое задание решено полностью без ошибок. Ответ студента представлен в виде грамотной технической терминологии с лаконичным и последовательным изложением материала ответа.

Оценка **«Хорошо»** ставится, если студент ответил на 80 % (3 вопроса из четырёх) вопросов варианта с полным представлением о материале ответа. Практическое задание решено полностью с небольшими недочётами не представляющими угрозу формированию у студента умений и знаний по модулю. Ответ студента представлен в виде грамотной технической терминологии с лаконичным и последовательным изложением материала ответа.

Оценка **«Удовлетворительно»** ставится, если студент ответил на 50 % (2 вопроса из четырёх) вопросов варианта с частичным представлением о материале ответа. Практическое задание не решено. Ответ студента не представлен в виде грамотной технической терминологии.

Оценка **«Не удовлетворительно»** ставится, если студент ответил на 10 % (1 вопроса из четырёх) вопросов варианта с полным отсутствием понимания о материале ответа. Практическое задание не решено. Ответ студента затруднителен и является набором бессвязных предложений.

3.3 Оценка освоения МДК 01.02 “Наладка электрооборудования электрических станций, сетей и систем”

Формой аттестации по междисциплинарному комплексу является
- в четвёртом семестре – *Дифференцированный зачёт.*

Дифференцированный зачёт по данному междисциплинарному комплексу проводится по результатам выполненных и защищённых практических и лабораторных работ в рамках учебного плана МДК, в виде письменных работ с ответами на вопросы.

Монтаж и ремонт электрооборудования электростанций и подстанций

15. В чем заключается технология монтажа оборудования
16. Как доставляется оборудования до места эксплуатации
17. Какие виды работ входят в монтаж трансформатора
18. С чего начинается монтаж КРУ
19. Как происходит транспортировка трансформаторов
20. Как происходит хранение оборудования перед установкой его на территорию электроустановки
21. Для чего и когда проводится испытание силового трансформатора
22. Для чего и когда происходит сушка трансформатора
23. Что такое муфта
24. Виды соединительных муфт кабельных линий
25. Для чего нужна кабельная муфта
26. Где применяется воздухоподготовительная установка
27. Где применяется маслоподготовительная установка
28. Что такое вибрационные испытания оборудования, на каком оборудовании

оно производится и какие ремонтные работы выполняются после неуспешных данных испытаний

29. Что такое сейсмоиспытания, где они производятся и какие ремонтные работы производятся после неуспешных данных испытаний.

Результаты зачёта определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «**Отлично**» ставится, если студент ответил на все вопросы варианта с глубоким представлением о материале ответа. Ответ студента представлен в виде грамотной технической терминологии с лаконичным и последовательным изложением материала ответа.

Оценка «**Хорошо**» ставится, если студент ответил на 80 % вопросов варианта с базовым представлением о материале ответа. Ответ студента представлен в виде грамотной технической терминологии с лаконичным и последовательным изложением материала ответа, но с небольшими заминками во время ответов.

Оценка «**Удовлетворительно**» ставится, если студент ответил на 50 % вопросов варианта с частичным представлением о материале ответа. Ответ студента не представлен в виде грамотной технической терминологии.

Оценка «**Не удовлетворительно**» ставится, если студент ответил на 10 % вопросов варианта с полным отсутствием понимания о материале ответа. Ответ студента затруднителен и является набором бессвязных предложений.

3.4 Оценка освоения ПМ-01 “ Технологическое обеспечение производства, передачи, распределения электрической энергии ”

Форма аттестации – устное собеседование по перечню вопросов. (по требованию работодателя). Экзамен направлен на проверку освоения профессиональных компетенций модуля. Результат освоения материала – оценка выставляемая комиссией после ответа студента, обсуждением всеми членами комиссии в отношении понимания материала модуля и освоения профессиональных компетенций:

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
ПК 1.6	Проектировать электрическую часть электростанции и подстанции в соответствие с НТП и ПУЭ
ПК 1.7	Ведение заданного режима работы оборудования распределительного устройства ГЭС/ГАЭС
ПК 1.8.	Ремонт и обслуживание цеховых электрических аппаратов напряжением до 1000 В

иметь практический опыт в:

- определения типа электрической станции по заданным характеристикам (топливо, место сооружения, энергоресурсу, по отпускаемому виду энергии);
- составления структурных схем выдачи мощности.
- оценки параметров качества передаваемой электроэнергии;
- регулирования напряжения на подстанциях.
- выбора типа прибора для измерения различных величин;
- измерения различных величин (ток, напряжение, сопротивление, мощность);
- сборки различных схем измерения.-
- исследования характеристик машин постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения;
- включения генераторов постоянного тока на параллельную работу;
- включения и исследования характеристик асинхронных двигателей;
- включения и исследования характеристик синхронных машин;
- определения групп соединения обмоток трансформаторов;
- исследования характеристик работы трансформаторов;
- включения трансформаторов на параллельную работу.
- расчета технико-экономических показателей;
- расчета токов короткого замыкания (КЗ);
- выбора, проверки типов, конструкции аппаратов до и выше 1000 В;
- составления главных схем станций и подстанций;
- чтения конструктивных чертежей РУ.

уметь:

- читать схемы технологического процесса производства электрической и тепловой энергии.
- измерять нагрузки и напряжения в различных точках сети;
- выбирать сечения проводов ВЛ и КЛ;
- производить расчет районных и местных эл. сетей в различных режимах работы;
- выбирать способы регулирования напряжения в электрической сети.
- контролировать параметры качества передаваемой электроэнергии;
- определять погрешность измерений и соответствия классу точности;
- производить настройку приборов и сборку схем измерения;
- составлять схемы обмоток якоря;
- производить расчет и построение рабочих, механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя;
- выбирать синхронные генераторы, и делать построение энергетической диаграммы;
- производить расчет параметров схемы замещения трансформатора и делать построение эксплуатационных характеристик.
- выбирать методы ограничения токов КЗ;
- проверять электрооборудование на термическую и электродинамическую стойкость действию токов КЗ;
- выбирать типы токоведущих частей и изоляторов распределительных устройств (РУ) станций, подстанций;
- производить расчет заземляющих устройств в электроустановках высокого напряжения;
- выбирать схемы РУ разных классов напряжения.

знать:

- энергетических ресурсов, используемых в энергетике;
- основных возобновляемых и не возобновляемых энергоресурсов;
- типов электрических станций на органическом топливе;
- принципиальных схем технологического процесса, основных технологических систем и механизмов собственных нужд тепловых электростанций;
- газотурбинных и парогазовых установок;
- технологических процессов производства электроэнергии.
- категорий потребителей электроэнергии;
- способов уменьшения потерь передаваемой электроэнергии;
- методов регулирования напряжения в узлах сети;
- принципов и структуры электроснабжения потребителей электроэнергии;
- номинального напряжения электрических сетей, приемников электрической энергии, генераторов, трансформаторов;
- классификации электрических сетей;
- конструкций ВЛ и КЛ;
- параметров элементов электрической сети;
- методики расчета потерь мощности электрической энергии в электрических сетях;
- условий проверки нагрева проводов и кабелей;
- основных показателей качества электрической энергии;
- методики расчета местных и районных электрических сетей;
- особенности режимов работы электрических сетей
- понятий об единицах измерения физических величин;
- основных видов средств измерений и их классификации;
- методов измерений;
- метрологических показателей средств измерений;
- погрешностей измерений;
- приборов формирования стандартных измерительных сигналов;
- влияния измерительных приборов на точность измерения;
- автоматизации измерения;
- принципов действия электроизмерительных приборов разного вида действия и осциллографов;
- измерительных трансформаторов тока напряжения;
- методов измерения мощности и энергии;
- методов измерения сопротивления.
- типов и назначений, принципов действия, режимов работ электрических машин постоянного тока;
- генераторов, двигателей и специальных типов машин постоянного тока;
- принципов действия, конструкций, технических характеристик, синхронных и асинхронных машин переменного тока;
- асинхронных машин специального назначения;
- устройств, принципов действия, технических характеристик и режимов работы трансформаторов;
- трансформаторов специального назначения.
- назначения, конструкций, технических параметров и принципов работы основного и вспомогательного электрооборудования (силовых и вторичных цепей);
- допустимых пределов отклонения частоты и напряжения;

- методов расчета технических и экономических показателей работы;
- схем электроустановок;
- значений энергосистем и ЕЭС России;
- структуры энергосистем, и их принципиальных схем;
- режимов работы нейтралей в электроустановках;
- коротких замыканий в электроустановках;
- видов главных электрических схем электростанций и подстанций;
- требований норм технологического проектирования (НТП) к схемам станций и подстанций;
- конструкций открытых и закрытых РУ.

на формирование дополнительных навыков/трудовых функций, знаний и умений:

Навык/ТФ:

- Выбирать НТД в соответствие с видами проектирования основных узлов электростанций
- Обеспечение установленного режима работы оборудования распределительного устройства ГЭС/ГАЭС
- Изучение конструкторской и технологической документации на обслуживаемые и ремонтируемые цеховые электрические аппараты напряжением до 1000В.
- Подготовка рабочего места при ремонте и обслуживании цеховых электрических аппаратов напряжением до 1000В.
- Выбор слесарных и электромонтажных инструментов и приспособлений для ремонта и обслуживания цеховых электрических аппаратов напряжением до 1000В.
- Ремонт, проверка и обслуживание пускорегулирующей аппаратуры цехового электрооборудования напряжением до 1000В.
- Ремонт и обслуживание контакторов и магнитных пускателей цехового электрооборудования напряжением до 1000В.
- Ремонт и обслуживание предохранителей, рубильников и пакетных выключателей цехового электрооборудования напряжением до 1000В .

Умения:

- Использовать НТД при проектировании электростанций
- Использовать в работе нормативную, техническую и эксплуатационную документацию по оперативно-технологическому управлению для выполнения работ на оборудовании распределительного устройства ГЭС/ГАЭС
- Читать электрические схемы и чертежи цеховых электрических аппаратов напряжением до 1000В
- Подготавливать рабочее место в соответствии с требованиями рационального и безопасного выполнения работ на цеховом электрооборудовании
- Выбирать инструменты и приспособления, соответствующие производимым работам на цеховом электрооборудовании
- Заменять поврежденные или изношенные детали контакторов и магнитных пускателей цехового электрооборудования напряжением до 1000В
- Заменять обгоревшие контакты выключателей цехового электрооборудования напряжением до 1000В
- Рихтовать, зачищать ножи рубильников напряжением до 1000В
- Заменять пружины, патроны, плавкие вставки предохранителей и пакетных

выключателей цехового электрооборудования напряжением до 1000В

- Устранять неисправности в контактных соединениях цехового электрооборудования напряжением до 1000В

- Ремонтировать и заменять резисторы цехового электрооборудования напряжением до 1000В

Знания:

- Перечень НТД проектирования электростанций

- Основные параметры и режимы работы основного оборудования распределительного устройства ГЭС/ГАЭС

- Материалы и изделия, применяемые для ремонта электрических аппаратов напряжением до 1000В

- Виды, конструкция, назначение, возможности и правила использования инструментов и приспособлений для ремонта электрических аппаратов напряжением до 1000В

- Классификация электрических аппаратов

- Назначение, конструктивное исполнение, технические характеристики и область применения электрических аппаратов

- Общие сведения о распределительных устройствах силовых электроустановок

- Основные виды неисправностей пускорегулирующей аппаратуры

- Технология ремонта пускорегулирующей аппаратуры

- Устройство контакторов и магнитных пускателей

- Устройство предохранителей, рубильников и пакетных выключателей

- Устройство и основные неисправности реостатов

- Конструкция распределительных устройств

- Виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при ремонте и обслуживании электрических аппаратов напряжением до 1000В

- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности

Перечень вопросов, который должен быть освещен при вступительной речи на квалификационном экзамене:

12. Ваша специальность и получаемая профессия в рамках учебного процесса.

13. Как называется профессиональный модуль квалификационный экзамен, которого сдаётся.

14. Из каких МДК состоит данный модуль.

15. Определить состояние электрооборудования по результатам осмотров в соответствии с нормативно-технической документацией;

- осмотр силовых трансформаторов в летний и зимние периоды (какие признаки показывают о его неисправном состоянии или не нормальном режиме работы)

- осмотр выключателей в летний и зимние периоды (какие признаки показывают о его неисправном состоянии или не нормальном режиме работы)

16. Оформление технической документации по обслуживанию электрооборудования в соответствии с нормативно-технической документацией. (оперативный журнал)

17. Знание порядок действия оперативного персонала при сдаче и приемке электрооборудования из ремонта в соответствии с инструкциями;

- приемка из ремонта силового трансформатора

- приемка из ремонта выключателя

18. Знание принципа работы и внутренних электрических процессов оборудования электроустановок в нормальных и аварийных режимах, необходимых для принятия конкретных решений при нарушениях режимов работы оборудования

- перегруз линии по прибору (от чего может возникнуть и какие последствия могут быть если не предотвратить дальнейший рост нагрузки, какие допустимые параметры есть и от чего они зависят)

19. Умение читать и воспроизводить все виды электрических и технологических схем оборудования электроустановок и электрических сетей

20. Участие в оперативных переключениях от отдачи команды на переключения до полного их окончания, в отношении безопасного выполнения работ.

21. Какую курсовую работу выполняли по данному модулю.

22. Видите ли вы себя в данной профессии.

Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» - Доклад студента подтверждает высокий уровень владения материалом модуля, глубину и прочность полученных знаний, умений и навыков согласно профессиональным компетенциям модуля. Студент четко излагает материал, сопровождая демонстрацией результатов достижений, выделяет главные положения, свободно и логично преподносит содержание ответа, владеет профессиональной терминологией и отлично ориентируется во всех проектирующих и справочных материалах. На все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

«Хорошо» - Доклад студента подтверждает высокий уровень владения материалом модуля, прочность полученных знаний, умений и навыков согласно профессиональным компетенциям модуля. Студент четко излагает материал, сопровождая демонстрацией результатов достижений, но допускает отдельные неточности, испытывает затруднения в логике изложения и не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

«Удовлетворительно» - Доклад студента подтверждает базовый уровень владения материалом модуля, полученные знания, умения и навыки согласно профессиональным компетенциям модуля. Студент излагая материал испытывает затруднения, допускает неточности при демонстрации результатов достижений, показывает недостаточное знание профессиональной терминологии. На поставленные вопросы требует уточнения, допускает ошибки в ответах и затрудняется в их устранении.

«Неудовлетворительно» - Доклад студента подтверждает отсутствие владения материалом модуля, полученных знаний, умений и навыков, согласно профессиональным компетенциям модуля. Студент излагая материал затрудняется в демонстрации результатов достижений, показывает отсутствие знаний профессиональной терминологии. На поставленные вопросы затрудняется в ответах.

Подготовка и защита портфолио

Примерное содержание портфолио обучающегося:

1. Аттестационный лист по учебной практике.
2. Аттестационный лист по производственной практике.
3. Накопительная ведомость по МДК.
4. Документы, подтверждающие участие обучающегося в конкурсах профессионального мастерства (грамоты, дипломы, благодарности, сертификаты и т.п.)
5. Материалы, подготовленные в процессе учебной деятельности (аудиторной, внеаудиторной, в том числе с использованием ИКТ): творческие, отчеты по практическим и лабораторным работам, расчеты.
6. Документы, подтверждающие участие обучающегося в семинарах, конференциях, мастер-классах на разных уровнях (грамоты, дипломы, благодарности и т.п.). Отчеты, фотоотчеты.
7. Отзывы работодателей с места производственной практики.
8. Копия приписного свидетельства (для юношей).
9. Документы, подтверждающие участие обучающегося в спортивных мероприятиях, военно-патриотических сборах (грамоты, дипломы, благодарности и т.п.). Отчеты, фотоотчеты.

Основные требования

Требования к оформлению портфолио: см. Положение о портфолио студента.

Требования к презентации и защите портфолио: см. Положение о портфолио студента.