Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электроснабжение

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Электроэнергетика и электротехника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 28-05-2025 11:15:27 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение основ и методов проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий и общественных зданий и сооружений, выбор и проверка высоковольтного и низковольтного электрооборудования.

Задачами учебной дисциплины являются:

– рассмотрение принципов формирования системы электроснабжения промышленных предприятий, зданий и сооружений;
– вопросов выбора напряжения;
– схем внешнего и внутреннего электроснабжения, питающих и распределительных сетей;
– изучение вопросов качества электроэнергии;
– изучение надежности электроснабжения;
– изучение методов выбора электрооборудования напряжением до и выше 1 кВ;
– изучение методов расчета внутреннего и внешнего электрического освещения;
– изучение способов защиты электрооборудования;
– изучение методов расчета электрических нагрузок и выбора трансформаторов;
– изучение методов расчета токов короткого замыкания;
– изучение целей, основных методов проектирования электроснабжения объектов; стадий и этапов проектирования; а также разработки технических заданий, проектов, рабочих чертежей и проектов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Электротехнические материалы;
– Электрические измерения;
– Электротехника. Специальная часть;
– Электрические машины;
– Электрические и электронные аппараты.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Регулирование и оптимизация электропотребления;

– Преддипломная практика;
– Научно-исследовательская работа;
– Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
– Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-3: Способен проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ПК-3.1 Рассматривает возможные варианты решения задачи исследования, оценивая их достоинства и недостатки	– знать: методы анализа научно-технической информации . – уметь: использовать отечественный и зарубежный опыт в своей профессиональной деятельности; анализировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию применительно к сфере своей профессиональной деятельности.
		ПК-3.2 Выбирает оптимальные методики проведения исследований	– знать: методы теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии. – уметь: составлять план проведения экспериментальных исследований и осуществлять обработку результатов

			экспериментов.
		ПК-3.3 Использует основные приемы обработки и представления полученных данных	– знать: методы теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии . – уметь: составлять план проведения экспериментальных исследований и осуществлять обработку результатов экспериментов.
	ПК-4: Способен участвовать в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетическо го и электротехнического оборудования	ПК-4.1 Выбирает методы проверки вводимого в эксплуатацию электроэнергетическо го и электротехнического оборудования	– знать: основное измерительное, диагностическое, электротехнического оборудование для систем электроснабжения. – уметь: определять типовые неисправности, соблюдать инструктивные указания заводов изготовителей.
	ПК-5: Способен к организационно-техническому, технологическому и ресурсному обеспечению работ по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	ПК-5.1 Оценивает соответствие законченных работ по реконструкции трансформаторных подстанций и распределительных пунктов требованиям нормативно-технических документов, испытывает вновь вводимое оборудование	– знать: основные виды износа оборудования трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. – уметь: составлять проектно-сметные работы по реконструкции и модернизации оборудования.
		ПК-5.2 Оценивает соответствие характеристик сети электрическим, энергетическим нормативным	– знать: нормы допустимых значений отклонения частоты и напряжения электрической

		показателям качества электроэнергии (частота, напряжение)	энергии. – уметь: выбирать точки, виды и периодичность контроля качества электроэнергии.
		ПК-5.3 Подготавливает техническую, технологическую и иную документацию для работников, осуществляющих эксплуатацию трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, распределяет ресурсы на рабочих местах при проведении работ	– знать: нормативные, правовые, методические и инструктивные документы (правила, технические условия, инструкции и др.), регламентирующие деятельность по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. – уметь: составлять эксплуатационные требования к оборудованию сооружениям трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.
	ПК-6: Способен к планированию и контролю деятельности по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	ПК-6.1 Подготавливает планы и графики производства работ по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	– знать: правила составления актов технического состояния оборудования трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, дефектных ведомостей для планирования работ по капитальному и текущему ремонту. – уметь: планировать графики технического обслуживания и ремонта трансформаторных подстанций и

			распределительных пунктов.
		ПК-6.2 Подготавливает варианты организации технических и технологических решений по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	– знать: эксплуатацию электроэнергетических сетей с учетом требований предельно допустимых норм и безопасными методами проведения работ на объектах электроэнергетики. – уметь: разрабатывать варианты организации технических и технологических решений по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.
		ПК-6.3 Проводит оценку результатов реализации принятых вариантов технических и технологических решений по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	– знать: основное электрооборудование трансформаторных подстанций и распределительных устройств. – уметь: оценивать результат реализации технических и технологических решений по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.
	ПК-7: Способен к координации деятельности персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт	ПК-7.1 Определяет виды и объемы работ, подлежащих выполнению на трансформаторных подстанциях и распределительных пунктах в процессе	– знать: показатели оценки технического состояния трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. – уметь: определять

	трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту	объем работ, необходимых материалов и спецмеханизмов для технического обслуживания и ремонта трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.
		ПК-7.2 Определяет виды работ по организации рабочих мест и их техническое оснащение с учётом действующих инструкций и квалификационно-разрядных документов	– знать: нормативно-техническую документацию по обслуживанию электрических подстанций и распределительных устройств . – уметь: организовывать инструктаж для подчиненного персонала, работающего с электроустановками.
		ПК-7.3 Определяет состав бригады, её количественный, профессиональный и квалификационный состав, в соответствии с утвержденными производственными планами и графиками, координирует работу подчиненного персонала	– знать: графики осмотров, выполнения планов по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. – уметь: определять состав бригады с учетом профессионализма и квалификации.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной	УК-2.3 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) заявленного качества в	– знать: порядок решения конкретных задач проекта заявленного качества и за установленное

	цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	рамках заданных ограничений	время. – уметь: решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***2 сессия / 4 курс***	***3 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*36*	*144*
	зачетных единиц	***5***	*1*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***10***	*0*	*10*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***159***	*34*	*125*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные сведения о системах электроснабжения объектов;

Тема 1.1 Источники и потребители электрической энергии (Электрическое хозяйство промышленных предприятий. Напряжения электроэнергетических систем. Понятия о надежности систем электроснабжения. Уровни системы электроснабжения. Требования к системам внутризаводского электроснабжения, принципы их построения. Классификация помещений и наружных установок по окружающей среде. Качество электроэнергии. Основные документы регулирующие деятельность в электроснабжении (ПУЭ и ПТБ).);

Тема 1.2 Режимы нейтралей в системах электроснабжения (Системы с изолированной нейтралью. Системы с компенсацией ёмкостных токов замыкания на землю. Системы с глухозаземлённой нейтралью. Выбор режима нейтрали электроустановок напряжением до и выше 1000 В. Способы заземления нейтралей трансформаторов и автотрансформаторов.);

Тема 1.3 Расчет электрических нагрузок и выбор силовых трансформаторов. (Методы определения электрических нагрузок на разных уровнях системы электроснабжения. Графики нагрузок. Определение максимальных, пиковых нагрузок, расхода электроэнергии. Определение электрических нагрузок комплексным методом. Определение нагрузок однофазных электроприёмников. Выбор силовых трансформаторов. Типы трансформаторов и их параметры.);

Тема 1.4 Короткие замыкания в системах электроснабжения (Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Назначение расчётов токов короткого замыкания. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания. Способы ограничения токов кз. Общие понятия о релейной защите и автоматике в системах электроснабжения.);

Раздел 2 Основное электрооборудование электрических подстанций и критерии их выбора;

Тема 2.1 Коммутационные аппараты до 1 кВ (Неавтоматические выключатели. Предохранители. Автоматические выключатели. Контакторы и магнитные пускатели.);

Тема 2.2 Электрооборудование свыше 1 кВ. (Разъединители, короткозамыкатели, отделители. Плавкие предохранители. Высоковольтные выключатели. Разрядники. Ограничители перенапряжений. Дугогасящие и токоограничивающие реакторы.);

Тема 2.3 Измерительные трансформаторы и система оперативного тока (Трансформаторы напряжения. Трансформаторы тока. Оперативный ток.);

Раздел 3 Конструктивное выполнение электрических сетей, трансформаторных и распределительных подстанций;

Тема 3.1 Канализация электрической энергии (Воздушные линии электропередач. Кабельные линии электропередач. Электропроводки. Токопроводы. Шинопроводы. Расчет и выбор кабельной линии.);

Тема 3.2 Распределительные устройства (Комплектные распределительные устройства наружной установки. Комплектные распределительные устройства элегазовые. Комплектные распределительные устройства внутренней установки. Низковольтные комплектные устройства. Открытые распределительные устройства. Закрытые распределительные устройства.);

Тема 3.3 Трансформаторные подстанции (Принципы компоновки и размещения трансформаторных подстанций. Комплектные трансформаторные подстанции. Классификация и конструкция КТП.);

Тема 3.4 Схемы электрических соединений в системах электроснабжения. (Основные виды структур систем электроснабжения.Схемы элек-трических сетей на стороне 6 – 10 кВ. Схемы электрических сетей на стороне 35 кВ и выше. Схемы присоединения потребителей к подстанциям энергосистемы.);

Тема 3.5 Заземляющие и молниезащитные устройства (Заземляющие устройства. Сопротивление заземляющих устройств. Особенности выполнения заземления в электроустановках напряжением выше 1000 В с эффективно-заземленной нейтралью. Заземляющие устройства в сетях с изолированной нейтралью. Заземляющие устройства в сетях с компенсацией ёмкостных токов. Заземляющие устройства в сетях до 1000 В с глухозаземлённой нейтралью. Устройство молниезащиты подстанции и распределительного устройства.);

Тема 3.6 Проектирование электрического освещения (Основные определения. Общие требования. Нормирование освещения. Светотехнический расчёт. Электрический расчёт. Внутреннее и наружное освещение.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные сведения о системах электроснабжения объектов	1	
Раздел 2.	Основное электрооборудование электрических подстанций	1	

	и критерии их выбора		
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Расчет электрических нагрузок	2	
Раздел 1.	Расчет токов короткого замыкания в системах электроснабжения	2	
Раздел 2.	Выбор электрооборудования подстанции	2	
Раздел 3.	Выбор и расчет заземляющих устройств	2	
Раздел 3.	Выбор и расчет молниезащиты	2	
Итого:		**10**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение теоретического материала; 2. Оформление отчета о практической работе;	50	

	3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.		
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	52	
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала; 2. Контрольная работа; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	57	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**168**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; УК-2	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической работе; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; УК-2	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; УК-2	1. Контрольная работа; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-3; ПК-4; ПК-5;	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

	ПК-6; ПК-7; УК-2	

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 30 минут. Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Максимальное количество – 20 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 10	зачтено
9	-	не зачтено

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

- 14 – 20 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
- 10 – 13 баллов – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;
- менее 10 баллов – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;	отлично

Наименование параметра оценки	Оценка
обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	неудовлетворительно

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми

Оценка	Требования к знаниям
	умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Конюхова, Е. А. Электроснабжение : учебник для вузов / Е. А. Конюхова. – Москва : МЭИ, 2014. – 510 с. – ISBN 978-5-383-00897-3. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008973.html (дата обращения: 06.04.2025);

2 Кудрин, Б. И. Электроснабжение потребителей и режимы : учебное пособие / Б. И. Кудрин, Б. В. Жилин, Ю. В. Матюнина. – Москва : МЭИ, 2013. – 412 с. – ISBN 978-5-383-00753-2. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007532.html (дата обращения: 06.04.2025);

3 Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев [и др.] ; под ред.: И. П. Крючкова, В. А. Старшинова. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. – 568 с. – ISBN 978-5-383-00709-9. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007099.html (дата обращения: 06.04.2025);

4 Гужов, Н. П. Системы электроснабжения : учебник / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко. – Новосибирск : НГТУ, 2015. – 258 с. – ISBN 978-5-7782-2734-7. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227347.html (дата обращения: 06.04.2025);

5 Климова, Г. Н. Электроэнергетические системы и сети. Энерго-сбережение : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Г. Н. Климова. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 179 с. – ISBN 978-5-534-

00510-3. – URL: https://urait.ru/bcode/490263 (дата обращения: 06.04.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;

– Mathcad;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную оснащенную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения курсового проектирования;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

доцент Кузнецова Елена Степановна (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

1 Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Если линейное напряжение 380 В, то фазное напряжение при симметричной нагрузке соединенной звездой равно….

а) 380 В
б) 220 В
в) 127 В
г) 66 В

2. Линейное напряжение это напряжение между…
а) между линейными проводами
б) между линейным и нейтральным проводом
в) между началом и концом фазы приемника
г) между началом и концом фазы источника

3. При соединении звездой нейтральный провод необходим …
а) для выравнивания фазных напряжений при несимметричной нагрузке
б) для выравнивания фазных напряжений при симметричной нагрузке
в) для выравнивания фазных токов
г) для выравнивания нейтрального тока

4. Ток в нейтральном проводе при симметричной нагрузке равен…
а) $I_N = I_A + I_B + I_C$
б) $I_N = 0$
в) $I_N = \sqrt{3}\ I_Ф$
г) $I_N = I_Ф$

5. Ток в нейтральном проводе при несимметричной нагрузке равен….
а) $I_N = I_A + I_B + I_C$
б) $I_N = 0$
в) $I_N = \sqrt{3}\ I_Ф$
г) $I_N = I_Ф$

6. Для соединения звездой при симметричной нагрузке справедливы выражения…
а) $I_Ф = I_Л$; $U_Ф = U_Л$
б) $I_Ф = I_Л$; $U_Л = \sqrt{3}\ U_Ф$
в) $I_Л = \sqrt{3}\ I_Ф$; $U_Ф = U_Л$
г) $I_Л = \sqrt{3}\ I_Ф$; $U_Ф = \sqrt{3}\ U_Л$

7. Для соединения треугольником звездой при симметричной нагрузке справедливы выражения…..
а) $I_Ф = I_Л$; $U_Ф = U_Л$
б) $I_Ф = I_Л$; $U_Л = \sqrt{3}\ U_Ф$

в) $I_Л = \sqrt{3}\ I_Ф$; $U_Ф = U_Л$

г) т$I_Л = \sqrt{3}\ I_Ф$; $U_Ф = \sqrt{3}\ U_Л$

8. Линейное напряжение 380 В. Определить фазный ток, если симметричная нагрузка соединена звездой Z = 22 Ом

а) $I_Ф$ = 17,3 А

б) $I_Ф$ = 10 А

в) $I_Ф$ = 38 А

г) $I_Ф$ = 20 А

9. Линейное напряжение 380 В. Определить фазное напряжение, если симметричная нагрузка соединена треугольником

а) 380 В

б) 220 В

в) 127 В

г) 66 В

10. Линейный ток равен 2,2 А. Определить фазный ток, если симметричная нагрузка соединена треугольником

а) 3,8 А

б) 2,2 А

в) 1,27 А

г) 1,1 А

11.В симметричной трехфазной цепи фазное напряжение равно 220 В, фазный ток 5 А, cosφ = 0,8. Определить активную мощность

а) 0,88 кВт

б) 1,1 кВт

в) 2,64 кВт

г) 1,91 кВт

12. В симметричной трехфазной цепи фазное напряжение равно 220 В, фазный ток 5 А, cos φ = 0,8. Определить реактивную мощность

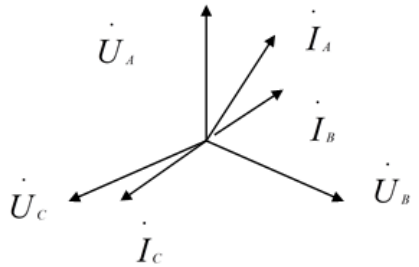
а) 0,66 кВар

б) 1,1 кВар

в) 2,64 кВар

г) 0,88 кВар

13. Определите параметры трехфазной цепи, которой соответствует векторная диаграмма



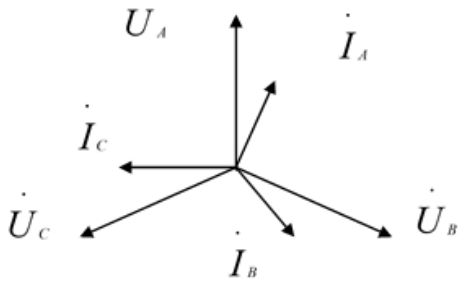
а) фаза А: *R* – *L*; фаза В: *R* – *C*;фаза С: *R* – *C.*

б) фаза А: *R* – *L*; фаза В: *R* – *C*; фаза С: *R* – *C*.

в) фаза А: *R* – *L*; фаза В: *R* – *C*; фаза С: *R* – *C*.

г) фаза А: *L*; фаза В: *C*; фаза С: *R*.

14. Определите параметры симметричной трехфазной цепи, которой соответствует векторная диаграмма



а) активно- индуктивная нагрузка

б) активно- емкостная нагрузка

в) индуктивная нагрузка

г) активная нагрузка

15. Условие симметричной нагрузки для трехфазных цепей задается формулой….

а) $\underline{Z_a} = \underline{Z_b} = \underline{Z_c}$

б) $Z_a = Z_b = Z_c$

в) $Z_a = Z_b = Z_c \quad \varphi_a \neq \varphi_b \neq \varphi_c$

г) $Z_a \neq Z_b \neq Z_c \quad \varphi_a = \varphi_b = \varphi_c$

16. В основу принципа работы трансформатора положен….

а) закон Джоуля-Ленца

б) принцип Ленца

в) закон Ампера

г) закон электромагнитной индукции

17. Сердечник силового трансформатора выполняется из…

а) любого материала

б) электротехнической стали

в) электротехнической меди

г) алюминия

18. Основными элементами конструкции трансформатора являются …

а) неподвижные обмотки – первичная и вторичная, связанные посредством электрического поля из-за емкостной связи между ними

б) каркас из неферромагнитного материала, на котором располагаются обмотки – первичная и вторичная, образующие делитель напряжения

каркас из неферромагнитного материала, на котором располагается одна

обмотка

в) магнитопровод из листовой электротехнической стали и обмотки-первичная и вторичная, связанные индуктивно при помощи магнитного потока

19. Если w1 – число витков первичной обмотки, а w2 – число вторичной обмотки, то однофазный трансформатор является понижающим, когда ….

а) w1< w2

б) w1> w2

в) w1= w2

г) w1+ w2= 0

20. Магнитопровод трансформатора набирают из листов электротехнической стали чтобы уменьшить потери на …

а) вихревые токи

б) гистерезис

в) электрические потери

г) магнитные потери

2. Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Основные сведения о системах электроснабжения объектов

1.1 Тестирование по результатам освоения самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Из приведенного ряда напряжений (кВ): 1; 3; 6; 9; 1,0 нестандартным является:

а) 1

б) 3

в) 6

г) 9

2. На сколько групп делят электроприемники по режиму работы?

а) на 2

б) на 3

в) на 4

г) на 5

3. Какие параметры указываются в паспорте завода - изготовителя электроприемника?

а) максимальные

б) минимальные

в) номинальные

г) основные

4. Чем характеризуется повторно-кратковременный режим работы электроприемника?

а) температурой окружающей среды

рабочим периодом времени включения

б) коэффициентом продолжительности включения

в) температурой нагрева электроприемника

5. Как называется режим работы электроприемника при котором машина успевает охладиться до температуры окружающей среды во время паузы?

а) кратковременный
б) повторно-кратковременный
в) продолжительный
г) постоянный

6. Чему равна установленная мощность электроприемников ЭП?

а) max значению одного из ЭП P_y = Pmax
б) расчетному значению одного из ЭП P_y = Ррасч
в) сумме номинальных мощностей ЭП $P_y = \sum P_H$
г) сумме любых из данных мощностей ЭП $P_y = \sum P_H$ + Pmax + Ррасч

7. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы предназначены

а) Для понижения напряжения и тока
б) Для повышения напряжения и тока
в) Для преобразования напряжения
г) Для преобразования тока
д) Для преобразования энергии с одного напряжения на другое

8. Тип трансформатора трехфазного с расщепленной обмоткой НН с системой охлаждения «Д» с регулятором напряжения РПН

а) ТРДЦНС
б) ТРДЦН
в) ТДТН
г) ТНЦ
д) ТРДН

9. Регулировать напряжение трансформатора без отключения его от сети позволяет устройство

а) АБР
б) АРВ
в) РПН
г) ПБВ
д) УБФ

10. Устройство ПБВ применяется на трансформаторах с целью

а) Восстановления в работе трансформатора при отключении питающей линии
б) Регулирования напряжения в режимах холостого хода
в) Регулирования напряжения в аварийных ситуациях
г) Суточного регулирования напряжения
д) Сезонного регулирования напряжения

1.4 Выполнение практических работ (решение задач)

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям: «Расчет электрических нагрузок», , «Расчет токов короткого замыкания в системах электроснабжения»

Примеры задач

1. Определить $n_э$ дляэлектроприемников механического участка инструментального цеха со следующими данными:

а) токарные станки: 4×(7 + 1,1 + 0,25) кВт;
б) строгальные станки: 2×(4,5 + 0,5) кВт; 2×(5,5 + 0,75) кВт;
в) сверлильные станки: 3×(7,5 + 0,25) кВт; 3×(3 + 0,25) кВт;

г) заточные станки: 2×2,8 кВт; 2×4,5 кВт;

д) механические ножовки: 3×(3,2 + 0,3) кВт.

2. В трехфазную электрическую сеть 380/220 В включены однофазные электроприемники:

а) печи сопротивления: $P_{\text{Н}}$ = 12 кВт, cosφ = 0,95, *n* = 2, $U_{\text{Н}}$= 220 В;

б) сварочные трансформаторы: $S_{\text{пасп}}$ = 75 кВА, ПВ = 45 %, cosφ = 0,55, *n* = 1, $U_{\text{Н}}$= 380 В;

$S_{\text{пасп}}$ = 32 кВА, ПВ = 50 %, cosφ = 0,6, *n* = 2, $U_{\text{Н}}$= 380 В.

Определить трехфазную условную номинальную мощность.

3. От шин вторичного напряжения цеховой ТП питаются следующие группы трехфазных электроприемников:

а) 35 электродвигателей продолжительного режима работы от 5,5 до 10 кВт суммарной мощностью Σ$P_{\text{Н}}$= 265 кВт;$K_{\text{Н}}$= 0,18; cosφ = 0,75;

б) 8 электродвигателей повторно-кратковременного режима работы от4,0 до 7 кВт;Σ$P_{\text{Н}}$ = 42 кВт; ПВ = 50 %; $K_{\text{Н}}$= 0,15; cosφ= 0,55;

в) 20 электродвигателей продолжительного режима работы от 3 до 15 кВт; Σ $P_{\text{Н}}$ = 175 кВт; $K_{\text{Н}}$ = 0,2; cosφ = 0,7;

г) 15 электродвигателей продолжительного режима работы от 5 до 7,5 кВт; Σ $P_{\text{Н}}$ = 100 кВт; $K_{\text{Н}}$ = 0,3; cosφ= 0,65.

Определить для них полную расчетную нагрузку.

4. Группа цехов тракторного завода имеет следующие установленные мощности электроприемников:

а) агрегатный цех $P_{\text{Н}}$ = 3000 кВт,

б) прессово-штамповочный цех $P_{\text{Н}}$ = 4000 кВт;

в) механический цех $P_{\text{Н}}$ = 3500 кВт,

г) покрасочный цех $P_{\text{Н}}$= 1800 кВт.

Определить для них полную расчетную нагрузку.

5. Технологические участки ремонтно-механического цеха имеют следующие номинальные мощности электроприемников:

а) участок станков универсального назначения: 6×(4,5 + 1 + 0,25) кВт – нормальный режим; 5×(7 + 1,5 + 0,25) кВт – нормальный режим; 5×(14 + 2 + 0,75) кВт – тяжелый режим;

б) участок специализированных станков с электродвигателями от 0,25 до 5,5 кВт суммарной мощностью $P_{\text{Н}}$= 87 кВт;

в) электросварочный участок, сварочные трансформаторы:

$S_{\text{пасп1}}$ = 37 кВА; ПВ = 40 %; cosφ = 0,5; $U_{\text{Н}}$ = 380 В;

$S_{\text{пасп2}}$ = 32 кВА; ПВ = 40 %; cosφ = 0,5; $U_{\text{Н}}$ = 380 В;

$S_{\text{пасп3}}$ = 22 кВА; ПВ = 60 %; cosφ = 0,5; $U_{\text{Н}}$ = 380 В.

Определить полную расчетную нагрузку электроприемников цеха.

6. Группа цехов автомобильного завода питается от отдельного РП на напряжении 10 кВ и имеет следующие данные:

сборочный цех: $P_{\text{Н}}$ = 1800 кВт; cosφ = 0,7; $K_{\text{Н}}$ = 0,2;

-цех задних мостов: $P_{\text{Н}}$ = 2900 кВт; cosφ = 0,75; $K_{\text{Н}}$ = 0,25;

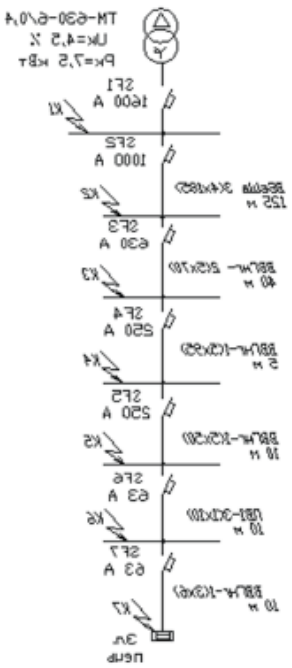
цех кабин: $P_{\text{Н}}$ = 2300 кВт; cosφ = 0,7; $K_{\text{Н}}$ = 0,3;

покрасочный цех: $P_{\text{Н}}$ = 1500 кВт; cosφ = 0,65; $K_{\text{Н}}$ = 0,4;

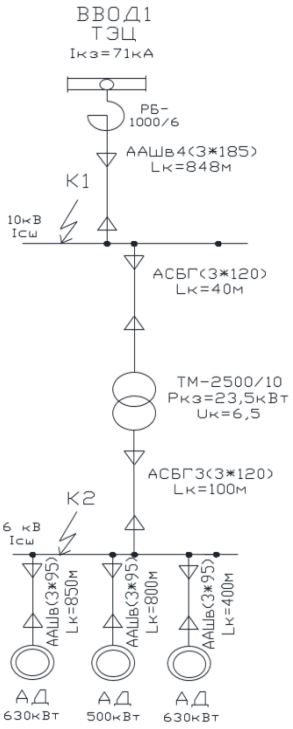
гальванический цех: $P_{\text{Н}}$ = 1700 кВт; cosφ = 0,8; $K_{\text{Н}}$ = 0,5;

компрессорная: электроприемники напряжением до 1 кВ: $P_{\text{Н}}$ = 1300 кВт; cosφ = 0,7; $K_{\text{Н}}$ = 0,35, электродвигатели напряжением 10 кВ: $P_{\text{Н}}$ = 4000 кВт; cosφ = 3; $K_{\text{Н}}$ = 0,85.

7. По расчетной схеме рассчитать токи короткого замыкания



8. По расчетной схеме рассчитать токи короткого замыкания



Раздел 2 Основное электрооборудование электрических подстанций и критерии их выбора

2.1 Тестирование по результатам освоения самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Какой ток допускается отключать разъединителями?
   а) ток холостого тока силовых трансформаторов
   б) ток заземления нейтралей трансформаторов
   в) небольшой зарядный ток ВЛ

г) небольшой зарядный ток КЛ

2. Чем снабжают разъединители во избежание ошибочных отключений токов нагрузки?

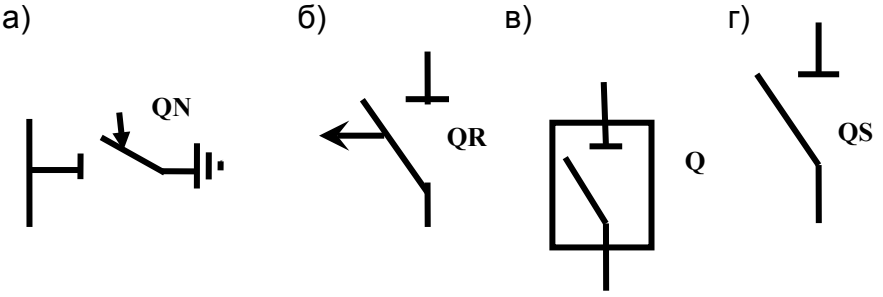
а) червячным приводом
б) заземляющими ножами
в) установкой большого количества изоляторов
г) блокировкой

3. Какие из перечисленных типов разъединителей относятся к разъединителям наружной установки?

а) РВФ
б) РВ
в) РНДЗ
г) РВРЗ

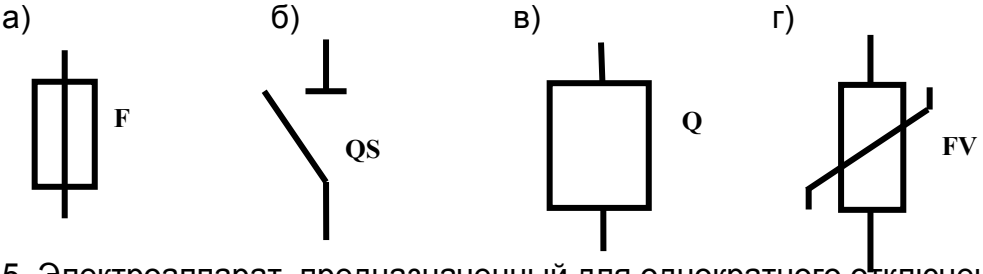
4. Как обозначается на электрической схеме разъединитель?

а) б) в) г)



5. Как обозначается на электрической схеме выключатель?

а) б) в) г)



5. Электроаппарат, предназначенный для однократного отключения эл.цепи при коротком замыкании или перегрузке:

а) короткозамыкатель
б) предохранитель
в) реактор
г) выключатель

6. В каком режиме работает трансформатор напряжения?

а) в режиме короткого замыкания
б) в режиме холостого хода
в) в режиме перегрузки
г) в нормальном режиме

7. Разъединителями не допускается выполнять следующие операции

а) Отключение и включение нейтралей трансформаторов в любых режимах
б) Создание видимого разрыва в отключенной электрической цепи
в) Отключение и включение зарядного тока шин
г) Отключение тока нагрузки до 15 А при напряжении до 10 кВ
д) Отключение тока короткого замыкания

8. Трансформаторы тока предназначены

а) для преобразования первичного тока до значений наиболее удобных для измерительных приборов

б) для отделения первичных цепей от вторичных

в) для преобразования тока в первичных цепях

г) для преобразования первичного тока до стандартных величин и для отделения первичных цепей от вторичных

д) для выравнивания переменного тока

9. Согласно ПУЭ, на термическую стойкость при К.З. не проверяются

а) трансформаторы напряжения

б) жесткие шины

в)) высоковольтные выключатели

г) трансформаторы тока

д) разъединители

10. Недостатком вакуумных выключателей является:

а) отсутствие шума при операциях

б) низкая надежность

в) сложность конструкции

г) загрязнение окружающей среды

д) возможность коммутационных перенапряжений

2.3 Выполнение практических работ (решение задач)

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям. занятиям, «Выбор электрооборудования подстанции»

Примеры задач

1. Выбрать разъединитель на напряжение 110 кВ, если T_{max} = 7041,9 час. Токи КЗ на стороне 110 кВ: $I_ф$ = 11,94 кА; $i_{уд}$ =30,39 кА. Тепловой импульс B_K = 35,64 кА^2 · с. Максимальный ток продолжительного режима I_{max} = 562,30 А.

2. Выбрать трансформатор тока (ТА) для присоединения измери тельных приборов. Сведения о первичной и вторичной цепях, учитываемые при выборе трансформаторов тока, приведены таблице.

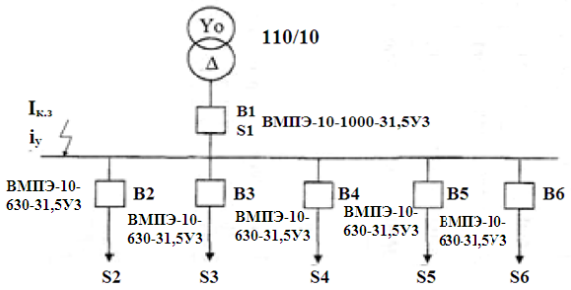
Номер варианта	Параметры первичной цепи					Вторичная цепь	
	Место установки ТА	Мощность $S_{ном}$, кВА	Напряжение , $U_{ном}$, кВ	Ударный ток КЗ $i_{уд}$, кА	Тепловой импульс тока КЗ B_K, кА	Длина соединительных проводов , м	Подключаемые приборы
1	Трансформатор собственных нужд	40	10,5	24,1	174,2	6	Амперметр Счетчик активной энергии
2	Отходящая линия	80 000	10,5	22,75	118,6	4	Амперметр Счетчики активной и реактивной энергии
3	Секционный выключатель	40 000	10,5	32,5	84,2	5	Амперметр
4	Трансформатор собственных нужд	25	10,5	16,3	89,36	6	Амперметр Счетчик активной энергии
5	Отходящая линия	40 000	6,3	10,5	22,4	4	Амперметр Счетчики активной и реактивной энергии
6	Секционный выключатель	63 000	37	22,7	48,34	60	Амперметр

7	Трансформатор собственных нужд	63	6,3	18,1	112,3	5	Амперметр Счетчик активной энергии
8	Отходящая линия	63 000	37	16,4	72,1	75	Амперметр Счетчики активной и реактивной энергии
9	Секционный выключатель	25 000	37	27,4	94,3	70	Амперметр
10	Трансформатор собственных нужд	10	6,3	12,7	135,2	5	Амперметр Счетчик активной энергии

3. Выбрать трансформатор напряжения (TV) для присоединения измерительных приборов. Сведения о первичной и вторичной це- пях, учитываемые при выборе трансформаторов напряжения, взять из таблице

Номер варианта	Класс напряжения, кВ	Подключаемые приборы				
		Вольтметр	Ваттметр	Варметр	Счетчик активной энергии	Счетчик реактивной энергии
1	6	1	—	—	3	3
2	10	1	1	1	1	1
3	35	1	1	1	2	2
4	6	1	1	1	1	-
5	10	1	—	—	2	2
6	35	1	1	1	—	—
7	35	1	—	—	3	3
8	10	1	1	1	2	—
9	6	1	2	2	1	1
10	10	1	1	1	2	2

4. Для заданной схемы ГПП, показанной на рисунке выбрать высоковольтные выключатели (B_1 - B_6)



Рисунок

Мощности нагрузок S_2 – S_6 приведены в таблице. Мощность S_1, определяется как суммарная мощность отходящих линий S_2-S_6.

Таблица – Мощности нагрузок и значения токов короткого замыкания

S_2, кВА	S_3, кВА	S_4, кВА	S_5, кВА	S_6, кВА	$I_{к.з.}$, кА	i_y, кА
2200	700	4400	3000	650	26	30

2.4 Контрольная работа - Рассчитать цеховую электрическую сеть:

1. Характеристика приемников (режимы работы, категории потребителей).
2. Характеристика среды отделений цеха.

3. Требования к электроснабжению в соответствии со средой.

4. Определение расчетной мощности и нагрузок.

5. Определение месторасположения цеховой подстанции, ее типа, ти-па трансформаторов, их количество и мощность (ТЭР).

6. Выбор схемы электроснабжения цеха (не менее 2-х вариантов и ТЭР).

7. Обоснование напряжения распределения электроэнергии.

8. Расчет и выбор параметров схемы:

а) выбор сечений проводов и кабелей линий, питающих цеховую ТП, силовые распределительные пункты, приемники от силовых распредели-тельных пунктов и шинопроводы;

б) выбор коммутационных аппаратов на всех ступенях схемы и про-ведение согласования выбранного сечения проводника и токорасцепителя автомата или тока плавкой вставки предохранителей.

10. Конструктивное исполнение схемы:

а) выбор способа прокладки кабелей и проводов цеховой сети;

б) выбор типа шинопроводов, если схема магистральная;

в) выбор типа силовых распределительных пунктов.

11. Выполнение требования в соответствии с ПУЭ о способах про-кладки кабелей для взрывоопасных, пожароопасных, химически агрессив-ных и других сред.

Раздел 3 Конструктивное выполнение электрических сетей, трансформаторных и распределительных подстанций

3.1 Тестирование по результатам освоения самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Что относится к системе внутреннего заводского электроснабжения?

а) распределительные линии от ТП до электроприемников

б) комплектная трансформаторная подстанция - КТП

в) распределительные линии от главной понизительной подстанции ГПП до цеховых ТП

г) воздушные линии от подстанции энергосистемы до ГПП

2. Какие из перечисленных достоинств не относятся к магистральным схемам заводского электроснабжения?

а) снижение капитальных затрат

б) надежность эксплуатации электрической сети

в) уменьшением длины питающей линии

г) снижение количества используемых высоковольтных аппаратов

3. Какие из перечисленных достоинств не относятся к радиальным схемам внутризаводского электроснабжения?

а) простота выполнения

б) надежность эксплуатации электрической сети

в) снижение капитальных затрат

г) применение быстродействующей защиты

4. Как называются подстанции предназначенные для питания одного или нескольких цехов?

а) заводские

б) цеховые

в) узловые

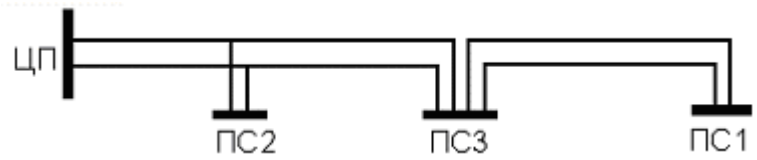
г) главные

5. Дать расшифровку – КРУ.

а) комплектное распределительное устройство
б) камера радиальной установки
в) камера распределительного устройства
г) комплектная районная установка

6. Устройство, у которого все или основное электрооборудование расположено на открытом воздухе подстанции:
а) КРУ
б) ЭУ
в) ЗРУ
г) ОРУ

7. Определите тип подстанции ПС1 по способу присоединения к сети.



а) Транзитная (проходная).
б) Ответвительная.
в) Тупиковая.
г) Узловая.

8. Перемычка из двух разъединителей в схеме подстанции позволяет:
а) Осуществлять питание потребителей через два трансформатора при ремонте или повреждении одной из линий.
б) Осуществлять питание потребителей через две линии при ремонте или повреждении одного трансформатора.
в) Уменьшить токи КЗ.
г) Выровнять напряжения питающих линий.

9. Закрытое распределительное устройство
а) Распределительное устройство, оборудование которого располагается на открытом воздухе.
б) Распределительное устройство, состоящее из шкафов со встроенными в них аппаратами, устройствами измерения, защиты и автоматики, поставляемых заводом-изготовителем в полностью собранном виде.
в) Распределительное устройство, оборудование которого располагается в помещении (здании).
г) т Распределительное устройство, в котором основное оборудование заключено в оболочки, заполненные элегазом.

10. Элегазовое распределительное устройство
а) Распределительное устройство, оборудование которого располагается на открытом воздухе.
б) Распределительное устройство, состоящее из шкафов со встроенными в них аппаратами, устройствами измерения, защиты и автоматики, поставляемых заводом-изготовителем в полностью собранном виде.
в) Распределительное устройство, оборудование которого располагается в помещении (здании).
г) Распределительное устройство, в котором основное оборудование заключено в оболочки, заполненные элегазом.

3.3 Выполнение практических работ (решение задач)

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для

самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям. занятиям: «Компоновка подстанции и распределительных устройств», «Схемы электрических соединений систем электроснабжения», «Выбор и расчет заземляющих устройств» , «Выбор и расчет молниезащиты»,

Примеры задач

1. Рассчитать общую сеть защитного заземления с центральным заземляющим контуром на ГПП 35/6 кВ. Суммарная длина воздушных и кабельных линий 6 кВ соответственно $L_к$ и $L_в$. В качестве заземляющего магистрального провода ВЛ - 6кВ используется провод АС – 35.

2. Рассчитать двойной тросовый молниеотвод с одинаковой высотой опор (h1 = h2).

Таблица - Исходные данные. Тип объекта

№	Тип здания или сооружения	Среднегодовая продолжительность гроз, ч
0	Здание, содержащее помещения класса В-I	40
1	Наружная электроустановка класса В-Iг	60
2	Наружная электроустановка класса П-III	80
3	Здание IV степени огнестойкости класса	100
4	Здание вычислительного центра	40
5	Здание, содержащее помещения класса В-Iа	60
6	Здание III степени огнестойкости без взрывопожароопасных зон	80
7	Здание IVа степени огнестойкости без взрывопожароопасных зон	100
8	Отдельно стоящее здание	40
9	Здание, содержащее помещения класса В-I	60

Таблица - Исходные данные. Размеры здания или сооружения

№ п/п	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина $L_з$, м	50	40	30	20	15	60	90	25	45	70
Ширина $S_з$, м	40	35	20	15	15	30	60	45	55	70
Высота $H_з$, м	39	15	32	20	25	22	38	15	31	25

3 Используя алгоритм расчета защитного заземления рассчитать сопротивление

защитного заземления для электропитающей установки мощностью 10кВт, распределяющей энергию напряжением 380/220В. Электропитающая установка размещена в одноэтажном производственном здании, имеющем металлические конструкции и хороший контакт с землей. Заземляющее устройство включает в себя естественные заземлители, сопротивление растеканию тока, которых Re=30 Ом. Здание имеет периметр 100 м. Вид грунта и климатическая зона принимаются для расчета по вариантам табл.1.

4 Определить сопротивление естественного заземлителя, используемого для сооружения заземляющего устройства электроустановки мощностью 100кВ·А и напряжением 1кВ. В качестве заземлителя используется вертикальный трубопровод, расположенный в земле, длиной 30 м, диаметром 325 мм. Расстояние от поверхности земли до верхнего края трубопровода 0,4м. Заземлитель расположен в однородном грунте (вид грунта и климатическая зона принимаются по табл.1).

Сравнить сопротивление естественного заземлителя (Re) с наибольшим допустимым сопротивлением заземляющего устройства (Rн) по условию Re≤Rн.

5 Определить сопротивление естественного заземлителя, используемого для сооружения заземляющего устройства электроустановки мощностью 100кВ·А и напряжением 1кВ. В качестве естественного заземлителя используется железобетонная свая. Глубина залегания в землю 1,5м. Свая прямоугольного сечения с размерами сторон 300х400мм. Сравнить сопротивление естественного заземлителя (Re) с наибольшим допустимым сопротивлением заземляющего устройства (Rн) по условию Re≤Rн. Сделать вывод о эффективности применения данного заземлителя.

6 Используя алгоритм расчета защитного заземления рассчитать сопротивление защитного заземления для электропитающей установки мощностью 35кВт, распределяющей энергию напряжением 380/220В. Электропитающая установка размещена в одноэтажном производственном здании, имеющем металлические конструкции и хороший контакт с землей. Естественные заземлители отсутствуют.Здание имеет периметр 200 м. Вид грунта и климатическая зона принимаются для расчета по вариантам табл.1.

7 Определить зону защиты одиночного стержневого молниеотвода выстой h, защищающего дымовую трубу высотой hx, с диаметром основания dосн., наружный диаметр верхнего отверстия dв. Надежность защиты Рз=0,99. Привести схему молниезащиты объекта в масштабе.

Исходные данные	Варианты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
h, м	53	51	49	47	45	43	41	39	37	35	33
h_x, м	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30
$d_{осн.}$ м	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2
$d_в$, м	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,6	1,6

8 Рассчитать высоту стержневого молниеотвода, установленного на водонапорной башне. Высота башни hx, диаметр верхней части dв. Надежность защиты Рз=0,9. Привести схему молниезащиты объекта в масштабе.

Исходные данные	Варианты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
h_x, м	26	25	24	23	21	20	19	18	17	16	15
$d_в$, м	10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7

9 Определить зону защиты отдельно стоящего тросового молниеотвода. Защищается склад ЛВЖ. Размеры склада L – длина, S – ширина, hx – высота здания. Опоры высотой hопр. Расположены на расстоянии 5 м от склада. Надежность защиты Рз=0,99. Привести схему молниезащиты объекта в масштабе.

Исходные данные	Варианты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
L, м	10	14	16	12	18	20	10	21	14	15	19
S, м	4	6	8	4	8	10	4	6	7	6	9
h_x, м	5	5	6	5	6	7	4	5	6	6	7
$h_{опр}$, м	8	8	10	10	12	10	8	8	8	10	9

3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Система с изолированной нейтралью
2. Система с компенсацией ёмкостных токов замыкания на землю

3. Система с глухозаземлѐнной нейтралью
4. Выбор режима нейтрали электроустановок
5. Способы заземления нейтрали трансформаторов и автотрансформаторов
6. Основные характеристики трансформаторов
7. Автотрансформаторы
8. Виды охлаждений трансформаторов
9. Внецеховые электрические сети. Классификация, конструктивное выполнение.
10. Кабельные линии. Способы прокладки. Выбор и проверка кабелей.
11. Токопроводы. Конструктивное выполнение
12. Внутрицеховые электрические сети.
13. Выбор проводников по нагреву и экономической плотности тока
14. Электропроводки до 1 кВ.
15. Шинопроводы.
16. Линии электропередачи до и выше 1 кВ. Конструктивное выполнение.
17. Основные характеристики цеховых трансформаторных подстанций
18. Принципы построения цеховой сети
19. Схемы питания силовых потребителей
20. Режимы работы электрических систем
21. Распределительные устройства
22. Разъединители. Принцип действия. Привода. Выбор
23. Выключатели масляные. Принцип действия. Привода. Выбор
24. Плавкие предохранители. Принцип действия. Выбор
25. Трансформаторы тока и напряжения.
26. Трансформаторы напряжения.

4 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1. Группа из четырех промышленных объектов имеет потребителей I, II и III категорий. Расчетные нагрузки каждого объекта:

PP1 = 3000 кВт, PP2 = 3500 кВт, PP3 = 2500 кВт, PP4 = 5000 кВт,
Qp1 = 2800 квар, Qp2 = 3200 квар, Qp3 = 3000 квар. Qp4 = 4500 квар.

Ближайший энергообъект (ТЭЦ) находится на расстоянии 6 км. Определить количество и мощность силовых трансформаторов подстанции, от которой предлагается питать прочищенные объекты. Коэффициент разновременности максимумов нагрузки $k_{\text{рм}} = 0{,}81$.

2. Определить количество и мощность трансформаторов на подстанции глубокого ввода 110/10 кВ, от которой предполагается осуществить электроснабжение машиностроительного завода. Максимальная суточная нагрузка завода а течение двух часов SM = 23 МВА.

Коэффициент заполнения графика $k_{\text{м}} = \frac{S_{\text{ср}}}{S_{\text{м}}}$= 0,7. Нагрузка потребителей I категории составляет Sp = 4МВ · А.

3. Определить потери активной энергии в кабельной ли36ИИ длиной 3,5 км. Выполненной кабелем ААШвУ-10(3х120), питающей цех предприятия с трехсменным режимом работы. Годовой расход электроэнергии по цеху составляет 11000 · 103 кВт · ч при максимальной токовой нагрузке $I_{\text{м}}$ = 200 А и $cos\varphi = 0.85$.

4. Предприятие с двухсменной работой питается от подстанции напряжением 110/10 кВ и имеет расчетную активную нагрузку $\text{P}_{\text{р}}$ = 4.5 МВт. Определить для предприятия значение $Q_{\text{э}}$.

5. Определить мощность низковольтных батарей конденсаторов $Q_{нк}$ для группы цехов машиностроительного предприятия, расчетные нагрузки которых составляют:
- механический цех: $P_р$= 2200 кВт, $Q_р$= 3100 квар;
- агрегатный цех: $P_р$ = 1800 кВт, $Q_р$= 2000 квар;
- термический цех: $P_р$ = 2300 кВт, $Q_р$= 2600 кеар;
- сборочный цех: $P_р$ = 1300 кВт, $Q_р$= 1500 квар;

6. Определить мощность низковольтных батарей конденсаторов $Q_{нк}$ для группы цехов машиностроительного предприятия, расчетные нагрузки которых составляют:
- инструментальный цех: $P_р$= 800 кВт, $Q_р$= 900 квар;
- ремонтный цех: $P_р$= 400 кВт, $Q_р$= 500 квар;
- электролизный цех: $P_р$ = 450 кВт, $Q_р$= 250 квар;
- покрасочный цех: $P_р$= 600 кВт, $Q_р$= 500 квар.

7. На предприятии с двухсменным режимом работы используются четыре синхронных электродвигателя ($P_{нд}$= = 1600 кВт, $n = 1000\frac{1}{мин}$, Uн = 10 кВ, $cos\varphi$ = 0,88). Определить суммарную реактивную мощность, которую экономически целесообразно получать от синхронных двигателей. Электроснабжение предприятия осуществляется от ГПП-220/10 кВ.

8. На предприятии с трехсменным режимом работы используются четыре синхронных электродвигателя. Один из них имеет номинальные параметры: $P_н$= 3 МВт, $n = 1500\frac{1}{мин}$, Uн = 10 кВ, $cos\varphi$ = 0,89. Остальные электродвигатели имеют одинаковые параметры: $P_н$ = 1,25 МВт, $n = 500\frac{1}{мин}$, Uн = 10 кВ, $cos\varphi$ = 0,87. Электроснабжение предприятия осуществляется от ТЭЦ на напряжении 10 кВ. Определить суммарную реактивную мощность, которую экономически целесообразно получать от всех синхронных электродвигателей.

9. На предприятии с двухсменным режимом работы установлены два синхронных электродвигателя с номинальными параметрами: $P_н$= 1,26 МВт, $n = 500\frac{1}{мин}$, Uн = 10 кВ, $cos\varphi$ = 0,89. Электроснабжение предприятия с расчетной реактивной нагрузкой $Q_р$ = 4,5 Мвар осуществляется от подстанции 110/10 кВ. Составить и проанализировать баланс реактивной мощности по предприятию, для которого $Q_э = 1{,}3$ Мвар; QHK: = 1,2 Мвар.

10. Результаты анализа баланса реактивной мощности по предприятие показали, что $\Delta Q'$ > 0. Определить величину дополнительной реактивной мощности $Q_{дз}$, которую могут генерировать два синхронных двигателя (исходные данные из задачи 7.5). Составить и проанализировать баланс реактивной мощности $\Delta Q''$ по предприятию.

11. Расчетная нагрузка предприятия с двухсменным режимом работы, питающегося от ГПП-220/10 кВ, составляет. $P_р$ = 3,5 МВт, $Q_р$ = 43 Мвар. Анализ баланса реактивной мощности по предприятию показал, что $\Delta Q' =$ 870 квар и $\Delta Q''$ = 630 квар. Определить величины дополнительной реактивной мощности низковольтных батарей конденсаторов $Q_{нк2}$ и $Q_{нк}$.

12. Определить расчетную нагрузку на двух участках магистральной линии, питающей от ТП два жилых дома с числом квартир 100 (в доме 6 лифтов мощностью по 5 кВт) и 120 (в доме 8 лифтов мощностью по 5 кВт). Дома с электроплитами мощностью до 8,5 кВт.

13. Определить расчетную нагрузку на двух участках магистральной линии, питающей от ТП два жилых дома с числом квартир 100 (в доме 8 лифтов мощностью по 7 кВт) и 150 (в доме 12 лифтов мощностью по 7 кВт). Дома с электроплитами мощностью до 8,5 кВт.

14. Определить расчетную нагрузку на двух участках магистральной линии, питающей от ТП два жилых дома с числом квартир 80 (в доме 4 лифтов мощностью по 7 кВт) и 120 (в доме 6 лифтов мощностью по 7 кВт). Дома с электроплитами мощностью до 8,5 кВт.
15. Определить расчетную нагрузку на вводе в дом с электроплитами мощностью до 8,5 кВт. В доме 100 квартир и 4 лифта мощностью по 5 кВт.
16. Определить расчетную нагрузку на вводе в дом с электроплитами мощностью до 8,5 кВт. В доме 150 квартир и 6 лифта мощностью по 5 кВт.
17. Определить расчетную нагрузку на вводе в дом с электроплитами мощностью до 8,5 кВт. В доме 200 квартир и 8 лифтов мощностью по 7 кВт.
18. Определить расчетную нагрузку на вводе в дом с электроплитами мощностью до 8,5 кВт. В доме 80 квартир и 4 лифта мощностью по 7 кВт.
19. Определить расчётную нагрузку на вводе в дом с плитами на сжиженном газе. В доме 100 квартир и 4 лифта мощностью по 5 кВт.
20. Определить расчётную нагрузку на вводе в дом с плитами на сжиженном газе. В доме 150 квартир и лифтов мощностью по 5 кВт.
21. Определить расчётную нагрузку на вводе в дом с плитами на сжиженном газе. В доме 200 квартир и 8 лифтов мощностью по 7 кВт.
22. Определить расчётную нагрузку на вводе в дом с плитами на сжиженном газе. В доме 80 квартир и 4 лифта мощностью по 7 кВт.
23. Определить расчётную нагрузку на вводе в дом с плитами на природном газе. В доме 100 квартир и 4 лифта мощностью по 5 кВт.
24. Определить расчётную нагрузку на вводе в дом с плитами на сжиженном газе. В доме 150 квартир и 6 лифтов мощностью по 5 кВт.
25. Определить расчетную нагрузку на шинах ТП, питающих два жилых дома с электроплитами мощностью до 8,5 кВт на 100 квартир (в доме 4 лифта по 5 кВт) и на 400 квартир (в доме 16 лифтов по 5 кВт), продовольственный магазин с кондиционером площадью 300 м2 и школу на 1300 учащихся.