Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения»

Направления подготовки
«13.03.02 Электроэнергетика и электротехника»

Основная профессиональная образовательная программа
«Электроснабжение»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Балаково

Цель освоения учебной дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов систематических знаний по вопросам организации эксплуатации систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и их объектов в соответствии с основной образовательной программой «Электроснабжение» (направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника), обеспечивающее бакалавру возможность осуществлять профессиональную деятельность согласно требованиям профессиональных стандартов (24.089 «Специалист в области электротехнического обеспечения атомной станции»; 24.033 «Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»; 20.041 «Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях»).

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Эксплуатация систем электроснабжения» является дисциплиной базовой части общепрофессионального модуля учебного плана, составленного в соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Электроснабжение»).

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения курса «Эксплуатация систем электроснабжения» составляют дисциплины математического и естественнонаучного модуля, а также отдельные дисциплины профессионального модуля: «Теоретические основы электротехники», «Основы электроэнергетики» («Передача и распределение электрической энергии»), «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электрические машины», «Электрические станции и подстанции», «Электроэнергетические системы и сети».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при осуществлении профессиональной деятельности бакалавра, выполнении выпускной квалификационной работы и изучении основных дисциплин по профилю подготовки.

Трудовые функции профессиональных стандартов, которые сможет частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

- A/02.6. Контроль оперативного обслуживания и режимов ЭТО и устройств в соответствии с требованиями ЛНА и НТД АС .
- C/04.6. Организация оперативного обслуживания ЭТО и устройств с производством сложных переключений АС .
- B/01.6. Обеспечение эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС .
- E/01.6. Организация и контроль выполнения функций по оперативно-технологическому управлению .

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

профессиональные

Задачи профессиональной	**Объект или область знания**	**Код и наименование компетенции**	Индикаторы достижения компетенции

деятельности (ЗПД)			
Контроль соблюдения заданных параметров режимов оборудования	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения промышленных предприятий и их объекты	ПК-4 Способен соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов оборудования с обеспечением своевременного и безопасного включения его в работу	З-ПК-4 Знать: главные схемы и схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов У-ПК-4Уметь:выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов. В-ПК-4 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа.
Организация, обеспечение заданных диспетчерских графиков и соблюдение надежности и экономичности режимов работы	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объекты	ПК-6 Способен осуществлять изменение схем соединений сети и управлять режимами работ электрооборудования в нормальных и аварийных режимах.	**З**-ПК-6 Знать: порядок производства оперативных переключений и ведения оперативных переговоров; ликвидации технологических нарушений в электрической части; характерные неисправности и повреждения ЭТО, способы их предупреждения, определения и устранения. У-ПК-6 Уметь: осуществлять оперативные переговоры и оформлять оперативную документацию; контролировать режимы работы турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов, а также производить изменения в схемах электрических соединений объекта профессиональной деятельности. В-ПК-6 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа.

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	**Создание условий, обеспечивающих**	**Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины**	**Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность**
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения **(В18)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	1.Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства **(В20);** - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения **(В21);**	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление раци-	1. Организация научного подхода и чувства «Все в одной команде» через участие студентов в проведении круглых столов и семинаров. Формирование вертикальных связей и формальных правил жизни при проведении студенческих конкурсов

		онально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.	

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 8-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 ак. часов.

Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	1	Общие вопросы организации монтажа электрооборудования	8	1			7	Т1	25
	2	Производство электромонтажных работ.	8	1			8		
	3	Монтаж и эксплуатация воздушных линий электропередачи	18	1	2		14		
	4	Монтаж и эксплуатация кабельных линий электропередачи	18/1	1/1	2		14		
2	5	Монтаж и эксплуатация силовых трансформаторов.	22/3	1/1	2/2		18	Т2	25
	6	Монтаж и эксплуатация подстанций напряжением выше 1000 В.	34	1			35		
Вид промежуточной аттестации			**108/4**	**6/2**	**6/2**	**-**	**96**	**3**	**50**

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
З	Зачет

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Лекция 1. Общие вопросы организации монтажа электрооборудования. Общие принципы проведения электромонтажных работ. Организация электромонтажных работ. Планирование электромонтажных работ. Производство электромонтажных работ. Подготовка к производству электромонтажных работ. Охрана труда при выполнении электромонтажных работ. Индустриализация и механизация электромонтажных работ. Пусконаладочные работы. Приёмка объекта в эксплуатацию.	2	1-9
Лекция 2. Монтаж и эксплуатация воздушных линий электропередачи. Монтаж воздушных линий электропередачи. Подготовительные работы. Сборка и установка опор. Монтаж проводов и грозозащитных тросов. Монтаж заземляющих устройств. Приёмка воздушной линии в эксплуатацию. Техническое обслуживание воздушных линий электропередачи. Ремонт воздушных линий электропередачи. Особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами. Монтаж и эксплуатация кабельных линий электропередачи. Подготовительные работы. Прокладка кабелей в земляной траншее. Прокладка кабелей в блоках. Прокладка кабелей в кабельных сооружениях. Открытая прокладка кабелей в производственных помещениях. Монтаж кабельных муфт. Приёмка кабельной линии в эксплуатацию. Техническое обслуживание кабельных линий электропередачи. Ремонт кабельных линий электропередачи.	2	1-9
Лекция 3. Монтаж и эксплуатация силовых трансформаторов. Подготовительные работы. Монтаж трансформатора. Монтаж системы охлаждения и отдельных узлов трансформатора. Включение трансформатора. Эксплуатация силовых трансформаторов. Осмотр трансформаторов. Эксплуатация трансформаторного масла. Ремонт трансформаторов. Испытания трансформаторов после капитального ремонта. Монтаж и эксплуатация подстанций напряжением выше 1000 В.	2	1-9

Монтаж оборудования распределительных устройств. Шины распределительных устройств. Коммутационные аппараты. Измерительные трансформаторы, аппараты защиты от перенапряжений, конденсаторные установки. Заземляющие устройства. Монтаж комплектных распределительных устройств. Эксплуатация оборудования распределительных устройств. Эксплуатация шин распределительных устройств, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов, конденсаторных установок, аппаратов защиты от перенапряжений, заземляющих устройств.		

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

Перечень лабораторных работ

Тема лабораторного занятия.	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Автоматическое повторное включение линии электропередачи с односторонним и с двусторонним питанием.	2	1-9
Определение влияния разземления нейтрали трансформатора на режим эффективного заземления нейтрали в электрической установке.	2	1-9
Поиск неисправностей в трехфазном асинхронном электродвигателе.	2	1-9

Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Общие принципы проведения электромонтажных работ. Организация электромонтажных работ. Планирование электромонтажных работ.	7	1-9
Подготовка к производству электромонтажных работ. Охрана труда при выполнении электромонтажных работ. Индустриализация и механизация электромонтажных работ. Пусконаладочные работы. Приёмка объекта в эксплуатацию.	8	1-9
Приемка воздушных линий электропередачи в эксплуатацию. Техническое обслуживание воздушных линий электропередачи. Осмотры воздушных линий электропередачи. Проверки воздушных линий электропередачи. Ремонт воздушных линий электропередачи. Особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами.	14	1-9
Приёмка в эксплуатацию кабельных линий электропередачи. Техническое обслуживание кабельных линий электропередачи. Ремонт кабельных линий электропередачи.	14	1-9
Статистика и причины повреждаемости трансформаторов. Требования нормативных документов к эксплуатационному обслуживанию силовых трансформаторов. Техническое обслуживание сило-	18	1-9

вых трансформаторов. Профилактические испытания и текущий ремонт трансформаторов. Капитальный и средний ремонты трансформаторов. Воздействие различных факторов на изоляцию электроустановок. Контроль состояния изоляции. Эксплуатация трансформаторного масла. Эксплуатация электрических машин.		
Основные требования к распределительным устройствам и задачи их эксплуатации. Осмотры распределительных устройств. Техническое обслуживание выключателей. Техническое обслуживание разъединителей, отделителей, короткозамыкателей. Техническое обслуживание выключателей нагрузки. Техническое обслуживание измерительных трансформаторов, конденсаторов связи, разрядников. Техническое обслуживание комплектных распределительных устройств. Текущий ремонт коммутационных аппаратов распределительных устройств Средний ремонт коммутационных аппаратов. Эксплуатация распределительных устройств, щитов и сборок напряжением до 1000 В, цепей вторичной коммутации, устройств релейной защиты и автоматики. Эксплуатация аккумуляторных батарей. Эксплуатация дизель-генераторных установок.	35	1-9

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом

Образовательные технологии

В соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий:

1) разбор конкретных ситуаций при проведении лекционных занятий;

2) внеаудиторную работу в рамках текущих внеаудиторных консультаций с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках учебных курсов могут быть предусмотрены встречи с представителями компаний, университетов, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Интерактивная лекция представляет собой выступление лектора с демонстрацией слайдов (презентация) по всем темам в соответствии с календарным планом.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых

результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		краткие ответы на вопросы, письменно
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Монтаж и эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередачи	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4; З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6;	устный опрос в форме собеседования; Тест – 1, письменно
3	Монтаж и эксплуатация силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4; З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6;	устный опрос в форме собеседования; Тест – 2, письменно
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4; З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6;	Вопросы к зачету (устно)

В качестве оценочного средства текущего контроля используются *устный опрос, контрольная работа.*

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются *тесты.*

Для промежуточной аттестации предусмотрены *вопросы к зачету.*

По итогам обучения выставляется *зачет.*

Вопросы входного контроля

1. Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи.
2. Провода, применяемые на воздушных линиях электропередачи.
3. Грозозащитные тросы воздушных линий электропередачи.
4. Опорные конструкции воздушных линий электропередачи.
5. Арматура воздушных линий электропередачи.
6. Заземление воздушных линий электропередачи.
7. Основные типы и марки кабелей.
8. Конструкции силовых кабелей.
9. Соединительные муфты, концевые муфты, статорные муфты, заделки кабельных линий электропередачи.
10. Способы прокладки кабелей.
11. Особенности конструкции силовых трансформаторов и автотрансформаторов, применяемых на электростанциях и подстанциях, их системы охлаждения и нагрузочная способность.
12. Конструктивные особенности основного электрооборудования и токопроводов в распределительных устройствах электростанций и подстанций.

Вопросы текущего контроля

Устный опрос 1

1. Общие вопросы организации монтажа электрооборудования.

2. Общие принципы проведения электромонтажных работ.
3. Организация электромонтажных работ.
4. Планирование электромонтажных работ.
5. Производство электромонтажных работ.
6. Подготовка к производству электромонтажных работ.
7. Охрана труда при выполнении электромонтажных работ.
8. Индустриализация и механизация электромонтажных работ.
9. Пусконаладочные работы. Приёмка объекта в эксплуатацию.
10. Монтаж воздушных линий электропередачи.
11. Подготовительные работы при монтаже воздушных линий электропередачи.
12. Сборка и установка опор воздушных линий электропередачи.
13. Монтаж проводов и грозозащитных тросов.
14. Монтаж заземляющих устройств воздушных линий электропередачи..
15. Приёмка воздушной линии в эксплуатацию.
16. Техническое обслуживание воздушных линий электропередачи.
17. Ремонт воздушных линий электропередачи.
18. Особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами.

Устный опрос 2
1. Монтаж и эксплуатация кабельных линий электропередачи.
2. Подготовительные работы при монтаже кабельных линий электропередачи.
3. Прокладка кабелей в земляной траншее.
4. Прокладка кабелей в блоках.
5. Прокладка кабелей в кабельных сооружениях.
6. Открытая прокладка кабелей в производственных помещениях.
7. Монтаж кабельных муфт.
8. Приёмка кабельной линии в эксплуатацию.
9. Техническое обслуживание кабельных линий электропередачи.
10. Ремонт кабельных линий электропередачи.

Устный опрос 3
1. Подготовительные работы при монтаже силового трансформатора.
2. Монтаж силового трансформатора.
3. Монтаж системы охлаждения и отдельных узлов трансформатора.
4. Включение трансформатора.
5. Эксплуатация силовых трансформаторов.
6. Осмотр трансформаторов.
7. Эксплуатация трансформаторного масла.
8. Ремонт трансформаторов.
9. Испытания трансформаторов после капитального ремонта.

Устный опрос 4
1. Монтаж шины распределительных устройств.
2. Коммутационные аппараты.

3. Измерительные трансформаторы, аппараты защиты от перенапряжений, конденсаторные установки.

4. Заземляющие устройства.

5. Монтаж комплектных распределительных устройств.

6. Эксплуатация оборудования распределительных устройств.

7. Эксплуатация шин распределительных устройств.

8. Эксплуатация коммутационных аппаратов.

9. Эксплуатация измерительных трансформаторов.

10. Эксплуатация конденсаторных установок.

11. Эксплуатация аппаратов защиты от перенапряжений.

12. Эксплуатация заземляющих устройств.

Тестовые задания

Тест- 1 Монтаж и эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередачи

1. Что такое стрела провеса провода?

а) Расстояние от низшей точки провисания провода до земли.

б) Расстояние между проводами разных фаз воздушной линии электропередачи.

в) Расстояние между прямой, соединяющей точки подвеса провода и низшей точкой его провисания.

г) Расстояние от крайнего провода линии до мнимой вертикальной плоскости, нормируемое Правилами охраны электрических сетей.

д) Расстояние между проводом и грозозащитным тросом.

2. При соединении стоек деревянных опор с пасынками накладывают бандаж. Бандаж может быть выполнен из стальной оцинкованной проволоки, имеющей минимальный диаметр ...

а) 3 мм

б) 5 мм

в) 8 мм

г) 4 мм

3. Металлические опоры к месту возведения поставляются отдельными элементами, сборка которых между собой выполняется с помощью какого типа соединения?

а) болтового

б) сварочного

в) клепаного

г) соединения пайкой

4. Какова последовательность монтажа проводов (тросов) воздушных линий электропередачи?

а) Раскатка проводов, подъем на опоры, соединение проводов, закрепление на изоляторах, проверка стрелы провеса, выполнение заземления.

б) Раскатка провода, соединение проводов, подъем проводов на опоры, натяжение с опредедлением стрел провеса, закрепление проводов на изоляторах.

в) Раскатка провода, соединение проводов, подъем проводов на опоры, натяжение с опредедлением стрел провеса.

г) Раскатка провода, подъем проводов на опоры, соединение проводов, натяжение с опредедлением стрел провеса, закрепление проводов на изоляторах, выполнение заземления.

5. Котлованы для деревянных и железобетонных опор разрабатываются специальными буровыми машинами. Диаметр котлована должен превышать нижний диаметр (размер) стойки опоры на _____ см. Выберите верный ответ.

а) 5…10 см

б) 10…15 см

в) 1…5 см

г) 15…20 см

6. Какие знаки наносятся на опоры ВЛ на высоте 2…3 м после окончания всех монтажных работ?

а) порядковые номера опор, номер ВЛ или ее условное обозначение, напряжение ВЛ.

б) порядковые номера опор, номер ВЛ или ее условное обозначение, предупредительные плакаты на всех опорах в населенной местности.

в) порядковые номера опор, номер ВЛ или ее условное обозначение, информационные знаки с указанием ширины охранной зоны, предупредительные плакаты на всех опорах в населенной местности, напряжение ВЛ, километраж до окончания участка ВЛ.

г) порядковые номера опор, номер ВЛ или ее условное обозначение, информационные знаки с указанием ширины охранной зоны, предупредительные плакаты на всех опорах в населенной местности.

7. В течение какого времени необходимо испытать под напряжением ВЛ, перед составлением акта приемки ВЛ в эксплуатацию?

а) 6 ч.

б) 12 ч.

в) 18 ч.

г) 24 ч.

8. Какова цель осмотров ВЛ?

а) наблюдение за состоянием проводов линии и визуального выявления дефектов и неполадок для дальнейшего их устранения.

б) наблюдение за состоянием линии и ее трассы, визуального выявления дефектов и неполадок для дальнейшего их устранения.

в) наблюдение за состоянием изоляторов линии и визуального выявления дефектов и неполадок для дальнейшего их устранения.

г) наблюдение за состоянием опор линии, визуального выявления дефектов и неполадок для дальнейшего их устранения.

9. Как часто осуществляются периодические (плановые) осмотры ВЛ 0,38—750 кВ электромонтерами без подъема на опору?

а) не реже одного раза в 6 месяцев.

б) не реже одного раза в 1 месяц.

в) не реже одного раза в 9 месяцев.

г) не реже одного раза в 12 месяцев.

10. Как часто осуществляются периодические (плановые) осмотры ВЛ, проходящих через населенные пункты, промышленные районы и в местах сильного загрязнения электромонтерами без подъема на опору?

а) один раз в 3—4 месяца

б) один раз в 5—6 месяца

в) один раз в 1—3 месяца.

г) один раз в месяц.

11. Как часто осуществляется осмотр линии или ее отдельных участков инженерно-техническим персоналом с целью проверки технического состояния линии лицами более высокой квалификации или для определения объема предстоящих ремонтных работ, а также для оценки работы электромонтеров, проводивших обход линии?

а) Не реже одного раза в 2 года.

б) Не реже одного раза в 0,5 года.

в) Не реже одного раза в год.

г) Не реже одного раза в 3 года.

12. Как часто проводятся верховые осмотры на воздушных линиях электропередачи с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах?

а) не реже одного раза в 3 года.

б) не реже одного раза в 6 лет

в) не реже одного раза в год.

г) не реже одного раза в 9 лет.

13. Как часто необходимо контролировать степень загнивания древесины опор?

а) первый раз — через 3—6 лет после ввода в эксплуатацию, далее не реже 1 раза в 3 года.

б) первый раз — через 1—3 года после ввода в эксплуатацию, далее не реже 1 раза в 1 год.

в) первый раз — через 10 лет после ввода в эксплуатацию, далее не реже 1 раза в 5 лет.

г) первый раз — через 5 лет после ввода в эксплуатацию, далее не реже 1 раза в 3 года.

14. При осмотрах железобетонных опор допускается наличие:

а) не более 3 кольцевых трещин на один погонный метр шириной до 0,2 мм

б) не более 6 кольцевых трещин на один погонный метр шириной до 0,2 мм.

в) не более 9 кольцевых трещин на один погонный метр шириной до 0,2 мм

г) не более 2 кольцевых трещин на один погонный метр шириной до 0,2 мм

15. Проверка наличия и ширины трещин в бетоне опор производится один раз в:

а) 10 лет

б) 3 года

в) 20 лет

г) 6 лет.

16. Капитальный ремонт ВЛ должен выполняться по решению технического руководителя организации, эксплуатирующей электрические сети, на ВЛ с железобетонными и металлическими опорами:

а) не реже одного раза в 12 лет.

б) не реже одного раза в 10 лет.

в) не реже одного раза в 20 лет.

г) не реже одного раза в 6 лет.

17. Капитальный ремонт ВЛ должен выполняться по решению технического руководителя организации, эксплуатирующей электрические сети, на ВЛ деревянными опорами:

а) не реже одного раза в 12 лет.

б) не реже одного раза в 10 лет.

в) не реже одного раза в 20 лет.

г) не реже одного раза в 6 лет.

18. При каких повреждениях проводится замена железобетонной опоры ВЛ?

а) При наличии продольных трещин длиной более 1 м на всей поверхности бетона, раковин или отверстий площадью более 25 $см^2$

б) При наличии продольных трещин длиной более 5 м на всей поверхности бетона, раковин или отверстий площадью более 50 $см^2$

в) при наличии продольных трещин длиной более 3 м на всей поверхности бетона, раковин или отверстий площадью более 25 $см^2$

г) При наличии продольных трещин длиной более 6 м на всей поверхности бетона, раковин или отверстий площадью более 50 $см^2$

19. Сроки проведения ремонтов ВЛИ с деревянными опорами устанавливаются с учетом технического состояния линии с периодичностью:

а) не реже одного раза в 6 лет.

б) не реже одного раза в 12 лет.

в) не реже одного раза в 18 лет.

г) не реже одного раза в 24 года.

20. Сроки проведения ремонтов ВЛИ с железобетонными опорами устанавливаются с учетом технического состояния линии с периодичностью:

а) не реже одного раза в 6 лет.

б) не реже одного раза в 12 лет.

в) не реже одного раза в 18 лет.

г) не реже одного раза в 24 года.

21. Для кабелей напряжением до 20 кВ глубина заложения КЛ от планировочной отметки должна быть не менее:

а) 0,5 м

б) 0,7 м

в) 1 м

г) 1,2 м

22. Для кабелей напряжением 35 кВ глубина заложения КЛ от планировочной отметки должна быть не менее:

а) 0,5 м

б) 0,7 м

в) 1 м

г) 1,2 м

23. Вне зависимости от класса напряжения при пересечении улиц и площадей глубина заложения КЛ должна быть не менее:

а) 0,5 м

б) 0,7 м

в) 1 м

г) 1,2 м

24. Кабели в траншее укладываются в один ряд. Расстояние по горизонтали в свету между соседними кабелями при напряжении 10 кВ:

а) 50 мм

б) 100 мм

в) 200 мм

г) 300 мм

25. Кабели в траншее укладываются:

а) в «натяг» для экономии кабеля по длине

б) «змейкой» для обеспечения запаса длины кабеля

в) «кольцами» для обеспечения запаса длины кабеля

г) «скруткой» для обеспечения прочности кабельной трассы

26. При прокладке кабелей у концов, предназначенных для последующего соединения, оставляется запас, необходимый для первичного или повторного монтажа соединительной муфты:

а) не менее 1 м.

б) не менее 1,5 м.

в) не менее 2 м.

г) не менее 2,5 м.

27. Глубина заложения в земле кабельных блоков, считая от верхнего кабеля в блоке:

а) не менее глубины заложения кабелей в земляной траншее.

б) на 0,3 м меньше глубины заложения кабелей в земляной траншее.

в) на 0,3 м больше глубины заложения кабелей в земляной траншее.

г) определяется высотой кабельного блока.

28. Кабельные сооружения большой длины должны делиться на отсеки с несгораемыми перегородками длиной:

а) не более 50 м.

б) не более 100 м.

в) не более 150 м.

г) не более 200 м.

29. После прокладки кабелей, каналы закрываются верхними съемными плитами и засыпаются слоем земли толщиной:

а) не менее 0,3 м.

б) не менее 0,6 м.

в) не менее 0,9 м.

г) не менее 1,2 м.

30. Подземные тоннели должны иметь поверх перекрытия слой земли толщиной:

а) не менее 0,5 м.

б) не менее 1 м.

в) не менее 1,5 м.

г) не менее 2 м.

31. Периодичность проведения осмотров силовых КЛ напряжением до 35 кВ, проложенных в земле:

а) 3 мес.

б) 6 мес.

в) 9 мес.

г) 12 мес.

32. Периодичность проведения осмотров силовых КЛ напряжением до 35 кВ, проложенных в коллекторах, туннелях, шахтах и по железнодорожным мостам::

а) 3 мес.

б) 6 мес.

в) 9 мес.

г) 12 мес.

33. Периодичность проведения осмотров силовых КЛ напряжением до 35 кВ, проложенных под усовершенствованным покрытием на территории городов:

а) 3 мес.

б) 6 мес.

в) 9 мес.

г) 12 мес.

34. Сопротивление изоляции кабелей напряжением до 1 кВ должно быть:

а) не менее 0,1 МОм

б) не менее 0,5 МОм

в) не менее 1 МОм

г) не менее 5 МОм

35. Для кабельных линий, расположенных на территории промышленных объектов, периодичность испытаний установлена:

а) 1 раз в 1 год.

б) 1 раз в 3 года.

в) 1 раз в 5 лет.

г) 1 раз в 10 лет.

Тест - 2 Монтаж и эксплуатация силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В

1. К месту монтажа трансформаторы поставляются полностью собранными и залитыми маслом, имеющие мощность:

а) до 1600 кВ·А

б) до 1000 кВ·А

в) до 3200 кВ·А

г) до 6300 кВ·А

2. При разгерметизации трансформатора температура его активной части должна быть:

а) ниже температуры окружающего воздуха.

б) равна температуре окружающего воздуха.

в) выше температуры окружающего воздуха.

3. Максимальная продолжительность пребывания активной части трансформатора напряжением до 35 кВ на открытом воздухе при его относительной влажности до 75% составляет:

а) 10 ч.

б) 12 ч.

в) 16 ч.

г) 24 ч.

4. После последней доливки масла первое включение трансформатора под напряжение допустимо через:

а) 6 ч.

б) 12 ч.

в) 18 ч.

г) 24 ч.

5. Первое включение трансформатора производят толчком на номинальное напряжение на время не менее:

а) 0,5 ч.

б) 1 ч.

в) 6 ч.

г) 12 ч.

6. В период монтажа измерительных трансформаторов напряжения их первичные и вторичные обмотки с целью безопасности:

а) заземляются.

б) соединяются с корпусом трансформатора.

в) соединяются с корпусом трансформатора и заземляются.

г) закорачиваются.

7. При монтаже *конденсаторных установок* должна быть обеспечена горизонтальная установка каркасов и вертикальная установка конденсаторов. Расстояние между дном конденсаторов нижнего яруса и полом помещения должно быть:

а) не менее 100 мм.

б) не менее 200 мм.

в) не менее 250 мм.

г) не менее 500 мм.

8. Какова глубина траншеи для сооружения искусственного заземления?

а) 0,5 м.

б) 0,7-0,8 м.

в) 1 м.

г) 3 м.

9. При сооружении искусственного заземления в дно траншеи заглубляются вертикальные заземлители (электроды) длиной:

а) 1 м.

б) 2 - 4 м.

в) 3 - 5 м.

г) 6 - 8 м.

10. Осмотры без отключения трансформаторов для главных понижающих трансформаторов подстанций с постоянным дежурством персонала проводятся:

а) 1 раз в сутки.

б) 1 раз в 3 дня.

в) 1 раз в неделю.

г) 1 раз в 2 недели.

11. Осмотры без отключения трансформаторов электроустановок с постоянным и без постоянного дежурства персонала за исключением главных понижающих трансформаторов подстанций проводятся:

а) не реже 1 раза в 3 дня.

б) не реже 1 раза в неделю.

в) не реже 1 раза в 2 недели.

г) не реже 1 раза в месяц.

12. При каждом осмотре трансформаторов проверяется температура верхних слоев масла, контролируемая по термометрам или термосигнализаторам. Эта температура не должна превышать:

а) 65°С

б) 85°С

в) 95°С

г) 105°С

13. После капитального ремонта трансформатор испытывают под нагрузкой в течение:

а) 6 ч.

б) 12 ч.

в) 18 ч.

г) 24 ч.

14. Осмотры распределительных устройств (РУ) на объектах без постоянного дежурства персонала проводятся:

а) не реже 1 раза в 3 дня.

б) не реже 1 раза в неделю.

в) не реже 1 раза в 2 недели.

г) не реже 1 раза в месяц.

15. Осмотр конденсаторных установок (КУ) без отключения должен проводиться в установках без постоянного дежурства персонала:

а) не реже 1 раза в 3 дня.

б) не реже 1 раза в неделю.

в) не реже 1 раза в 2 недели.

г) не реже 1 раза в месяц.

Задания для контрольной работы

Вариант	№ схемы	Мощность трансформа-тора, МВА			Длина линии электропередач, км							Мощность электрических нагру-зок, МВА					Tmax, ч	Материал провода	tokp, C	tnp, C
		T4	T5	T6	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	H1	H2	H3	H4	H5				
1	3	0,16	0,16	0,16	5,8	9,2	9,9	15	4,9	2,5	5,7	4,5	3,1	0,2	3,5	4,7	1394	медь	22	44
2	10	0,4	0,16	0,63	9,9	4,5	4,5	14,4	8,5	1,9	2,4	3,5	4,5	0,1	4	0,8	4858	алюминий	20	43
3	1	0,16	0,16	0,25	4,9	6,3	5,7	11,2	9,4	5,9	10	0,9	1,7	4,6	1,9	2,7	7190	медь	20	42
4	4	0,25	0,4	0,25	3,5	6,8	8,6	10,3	4,3	8,2	2,7	4	1,8	1,6	0,2	1,3	2751	медь	16	28
5	10	0,25	0,25	0,63	6,6	4,6	3,1	11,2	5,5	7,6	5,1	4,8	1,6	0,6	1,3	4,3	1204	медь	23	52
6	8	0,63	0,4	0,63	3,4	7,1	5,4	10,5	3,2	8,2	9,1	2,7	2,2	3,6	3,4	2,8	7469	алюминий	29	43
7	7	0,4	0,16	0,4	3,8	8,8	4,7	12,6	9,3	5,4	2,7	3,3	0,9	4	4,1	2,5	4233	медь	34	51
8	7	0,16	0,16	0,25	2	5,2	2,8	7,2	9,7	2,9	4	2,4	3,8	4,4	2	0,7	6060	медь	16	37
9	7	0,4	0,16	0,4	8,5	2,9	4,2	11,4	7,1	6,8	4,9	1,8	4,7	2,6	1,3	2,6	5741	алюминий	34	49
10	6	0,16	0,25	0,63	4,5	3,9	3,4	8,4	4,2	3,5	4,2	4,8	1	4,1	0,4	4,8	2730	алюминий	31	58
11	5	0,63	0,63	0,25	6,6	5,5	9,6	7,6	5,2	2,4	6,9	1,4	4,2	2,8	2,9	1,1	6753	медь	29	58
12	7	0,4	0,25	0,63	5,2	7,6	4,8	7,8	1,8	4	4,6	3,5	3,3	4,6	1,9	4,7	6591	алюминий	30	43
13	9	0,4	0,4	0,25	7,7	7,8	9,7	4,4	4,3	7,6	8,7	3,7	0,6	3,3	0,3	4	3305	алюминий	22	44
14	6	0,16	0,16	0,25	3,1	8	8,2	9,7	2,6	2,4	8,5	0,9	1,9	3,1	1,1	3,3	3118	медь	18	32
15	1	0,4	0,25	0,16	3,4	2,4	10	7	8,9	9,5	8	0,1	1,9	4,7	2,9	4,1	6932	медь	21	39
16	9	0,16	0,25	0,63	7,4	9,7	3,6	2,9	9,7	2,1	2,7	2,5	4,5	4,3	4,3	0,1	4238	медь	29	46
17	8	0,4	0,16	0,25	5,2	7,4	9,6	8,9	5	3	6,6	0,6	4	0,8	1,7	5	4836	медь	31	42
18	3	0,63	0,25	0,25	1,8	1,6	8,6	6,8	5,7	2,9	3	2,8	2,2	1,5	1,3	0,2	7441	алюминий	23	37
19	4	0,4	0,63	0,16	3,7	8,7	8	3,2	3,6	3,7	5,2	0,1	1,3	4,2	4,3	1,1	3065	медь	34	53
20	10	0,25	0,16	0,4	5,1	6,6	6,5	9,1	2,7	1,7	1,6	1,4	3,8	2,1	0,3	0,4	7002	медь	30	51
21	10	0,25	0,4	0,16	7,2	3,2	9,1	5,7	3,6	9,4	3,4	4,4	3,4	4,4	5	4,7	5675	медь	32	51
22	9	0,16	0,16	0,4	9	5	8,8	4	4,4	9	2,7	4,5	2,2	1,4	0,2	4,4	7940	алюминий	29	45
23	9	0,63	0,4	0,25	2,4	8,2	3,9	9,8	10	8,8	4,8	1,4	1,4	2,1	0,8	0,1	2980	медь	22	49
24	5	0,63	0,16	0,63	5,2	1,5	9,2	2,6	5,7	4,1	3,8	3,1	1,6	2,5	2,6	4,9	7523	медь	30	58
25	1	0,25	0,4	0,16	2,3	3,9	9,5	2,9	9,2	5,3	7	2	3,4	3	4	4,6	5457	медь	20	44

26	3	0,63	0,63	0,16	2,9	8,1	8,3	7,6	4,2	5,6	3,7	1	2,9	0,2	0,7	0,6	7656	медь	30	58
27	4	0,25	0,4	0,16	5	4,5	8,3	5,3	3,2	9,9	2,9	2,3	3,2	2,1	3,2	4,5	1652	алюминий	29	59

Вариант	№ схемы	Мощность трансформатора, МВА			Длина линии электропередач, км							Мощность электрических нагрузок, МВА					Tmax, ч	Материал провода	tokp, C	tnp, C
		T4	T5	T6	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	H1	H2	H3	H4	H5				
28	7	0,63	0,25	0,4	7	6,3	9,6	9,6	2,1	5,5	5,9	4,1	0,2	1,4	4,8	5	5271	медь	28	43
29	3	0,4	0,16	0,25	7,5	7,2	4,7	3,2	4,7	9,8	10	2,7	3,1	0,6	1,5	1	6884	алюминий	19	33
30	2	0,25	0,16	0,16	6,1	6,3	4,5	5	2,6	4,7	4,3	3,5	0,8	0,9	2,6	0,3	5900	алюминий	31	49
31	5	0,63	0,16	0,16	3,7	3,7	2,5	4,4	8,1	4,6	3,6	0,6	4,9	3,8	2,9	2,3	3386	алюминий	15	34
32	5	0,63	0,63	0,16	8,5	8,5	7,4	7,5	8	7	3,7	3,9	2,1	0,3	2,9	2,7	7453	медь	34	56
33	2	0,25	0,16	0,25	7,7	7,7	5	6,4	7,9	2	7,8	0,6	4,9	2	3,8	0,1	1824	алюминий	35	58
34	2	0,4	0,4	0,16	8	8	9,9	8,8	8	3,6	1,5	0,7	1,5	1	1,1	4,4	1473	алюминий	16	32
35	5	0,16	0,16	0,4	9,3	9,3	6,5	6,7	8,4	4,4	4,3	4,9	3,1	5	3,9	2,4	6097	алюминий	19	43
36	1	0,16	0,63	0,63	5,3	5,3	8,2	9,9	10	9,4	8	2	1,7	2,8	4,1	0,4	1098	алюминий	28	44
37	1	0,16	0,63	0,25	9,5	9,5	8,6	3,6	5,8	8,5	9,8	1,3	3,3	3,9	0,6	4,6	1706	алюминий	33	56
38	9	0,63	0,4	0,4	2,1	2,1	3,4	7,4	8,9	4,7	2,2	1,5	0,5	3,2	3,5	3,5	1582	медь	33	47
39	5	0,25	0,25	0,25	3,8	3,8	8,9	4,4	7,5	4,3	9,3	2,9	2,9	4,4	0,5	2,3	2312	алюминий	23	39
40	6	0,63	0,16	0,16	9,4	9,4	7,8	9,4	4,4	3,7	4,2	1,8	1,3	3,3	0,8	4	3402	алюминий	18	39
41	3	0,63	0,16	0,63	7,5	7,5	3,2	3,2	3,2	4,3	5,6	3,2	1,1	1,2	0,5	1,4	5562	алюминий	19	32
42	9	0,4	0,4	0,25	1,5	1,5	5,9	5,9	5,3	4,8	5,7	2,8	3,6	2,5	2	1,5	7262	медь	27	39
43	10	0,4	0,16	0,63	6,2	6,2	7,4	7,4	2,6	4,7	9,5	0,9	4,2	2,4	4,2	0,7	3568	медь	17	30
44	5	0,4	0,63	0,63	7	7	9,5	9,5	8,3	4,3	2,6	2,9	2,1	2,1	2,8	4,6	3944	алюминий	30	59
45	3	0,25	0,4	0,25	3,4	3,4	5,6	5,6	7,5	4,9	2,8	0,4	3,5	3,9	2,7	0,5	1639	алюминий	32	46
46	7	0,25	0,25	0,25	4,1	4,1	9,3	9,3	6,1	8,1	5,5	1,1	4,7	0,6	0,9	4	4196	медь	22	52
47	4	0,4	0,25	0,63	6	6	9,6	9,6	4,7	8	4	1,1	2,3	4,3	4,5	2,5	6296	медь	23	45
48	9	0,63	0,25	0,16	9,5	9,5	3	3	7,6	5,8	1,9	0,6	4,4	0,5	4,7	2,3	3280	медь	22	41
49	2	0,16	0,63	0,16	3,4	3,4	4	4	9	6,6	5,9	1,2	1,2	1,6	4,2	2,9	6789	алюминий	20	50
50	4	0,25	0,4	0,63	4,7	4,7	3,1	3,1	4,5	3,1	3	1,2	1	1,8	4,6	4,4	7631	медь	26	36

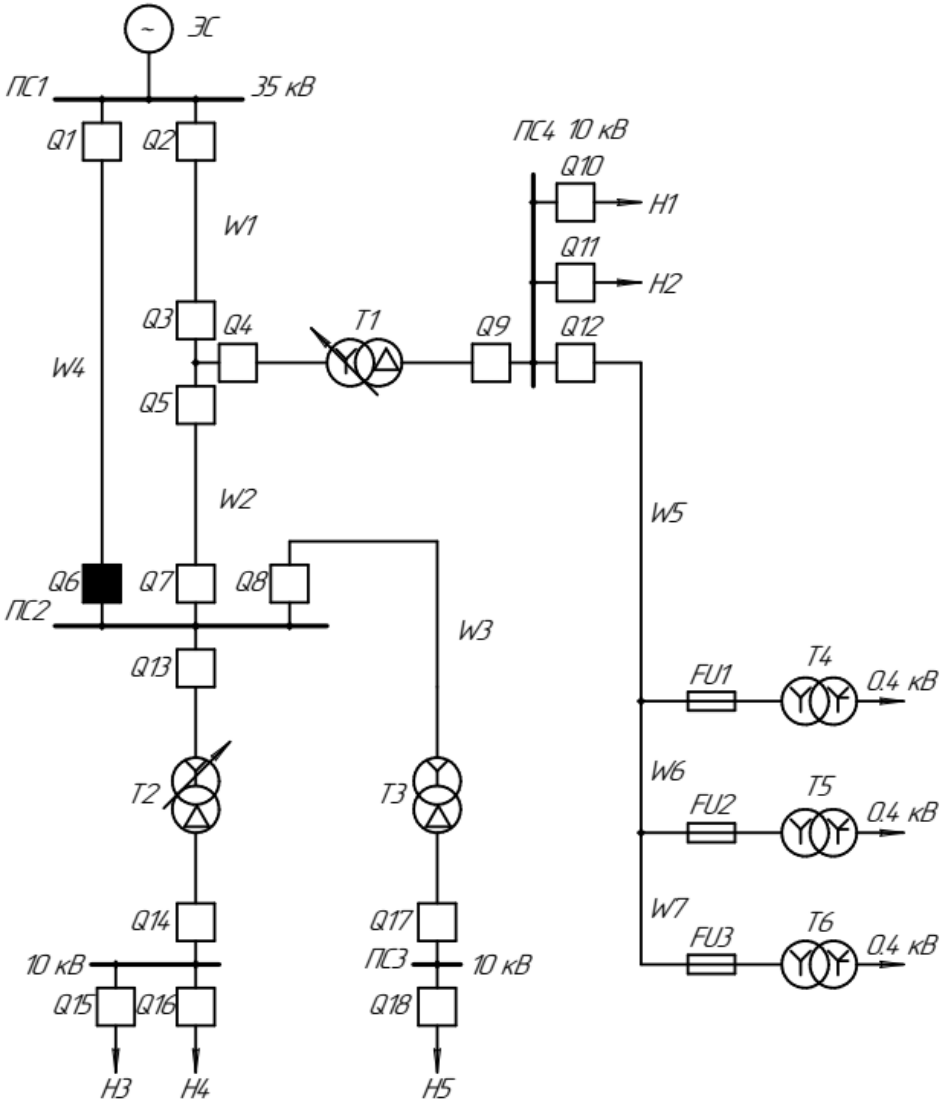


Рис. 1.1. (Схема №1)

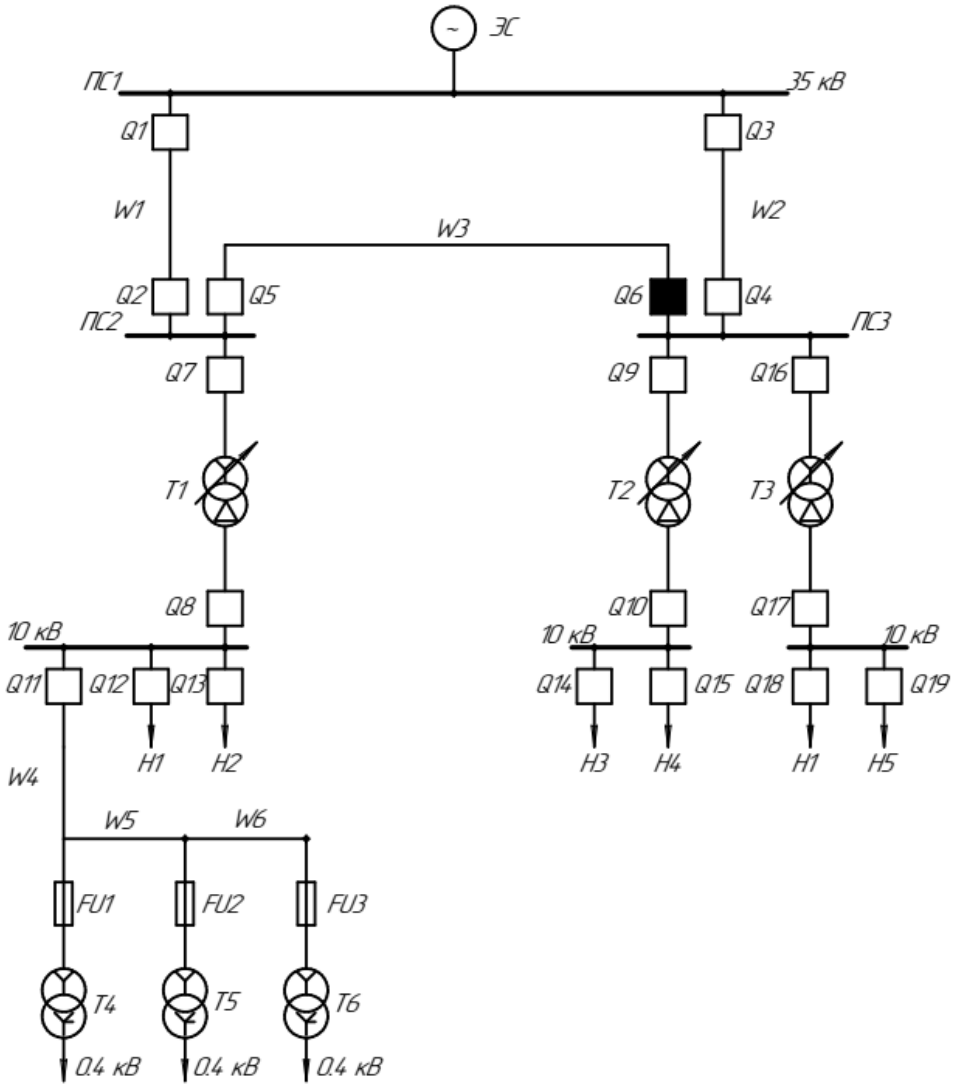


Рис. 1.2. (Схема №2)

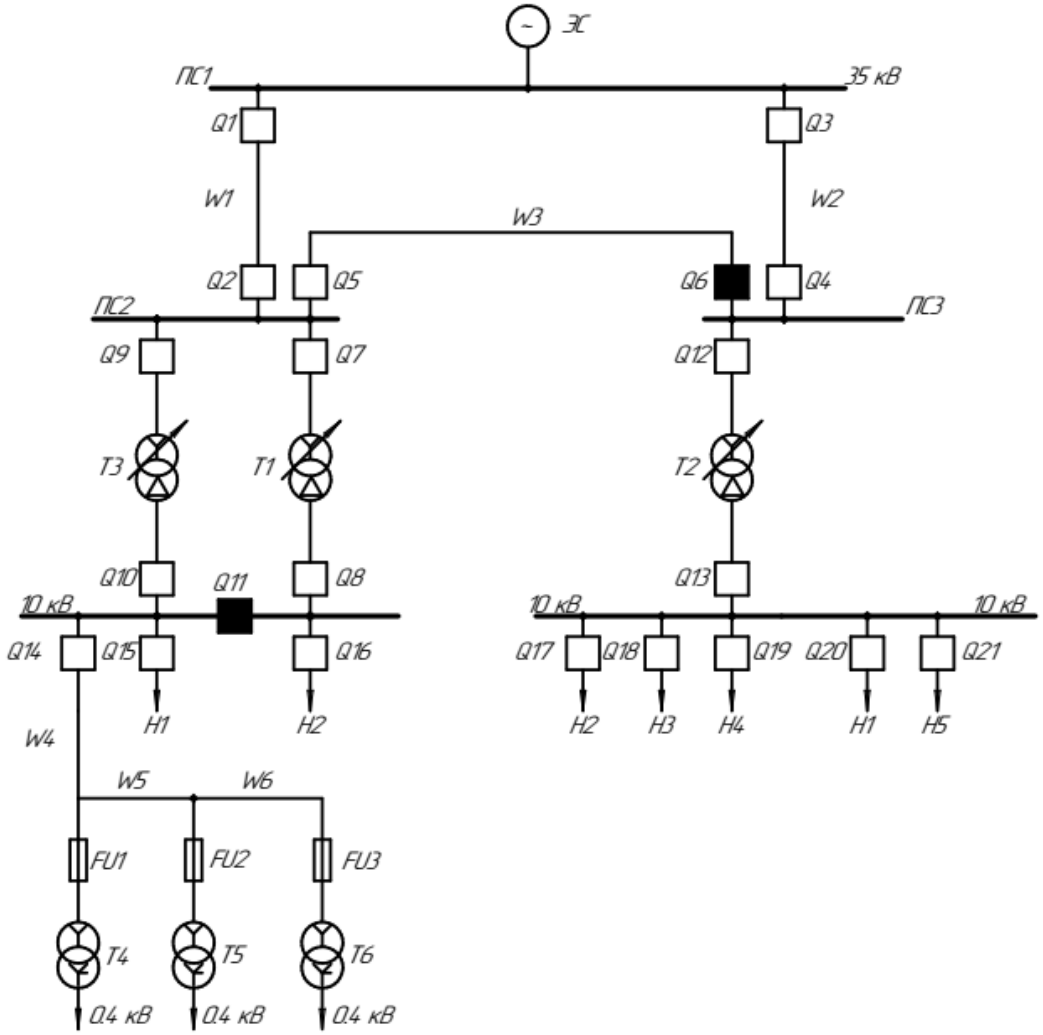


Рис. 1.3 (Схема №3)

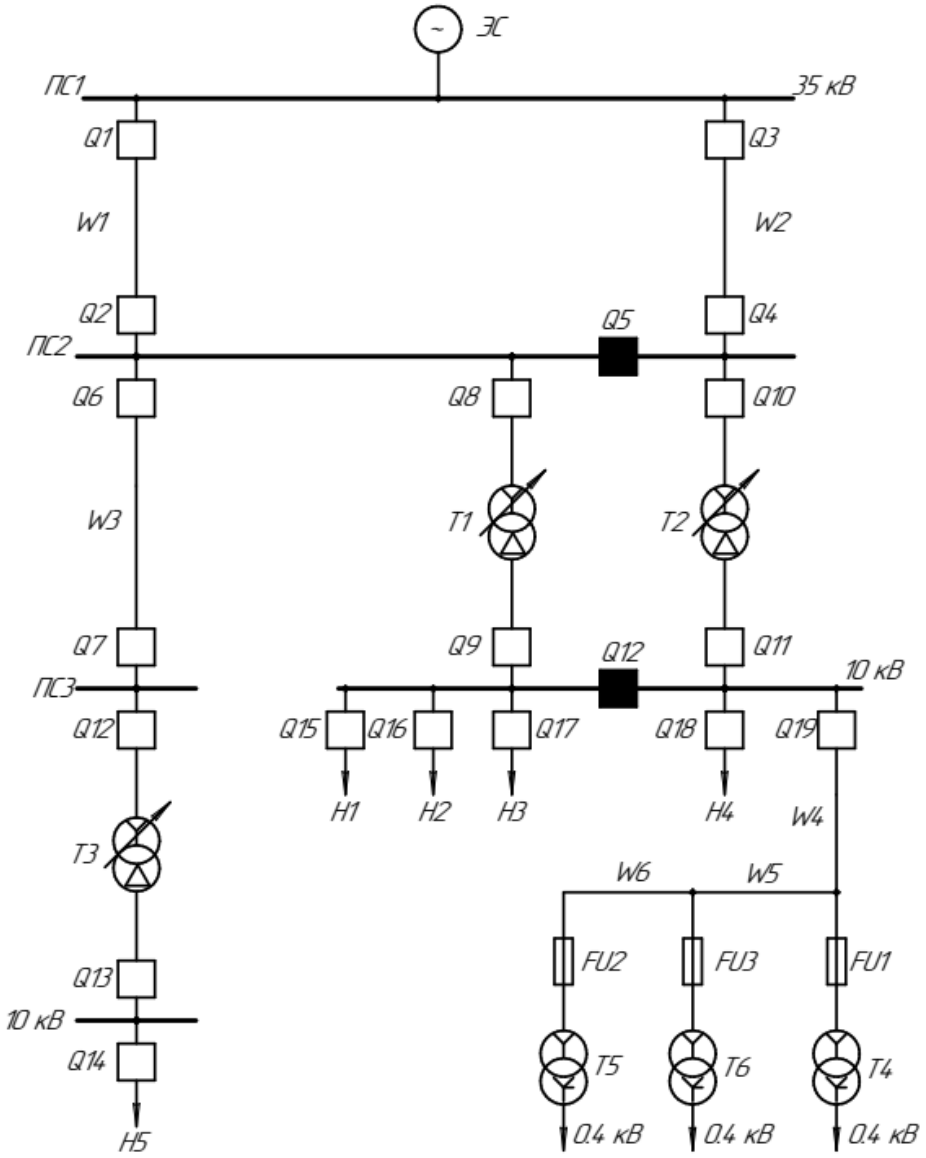


Рис. 1.4 (Схема №4)

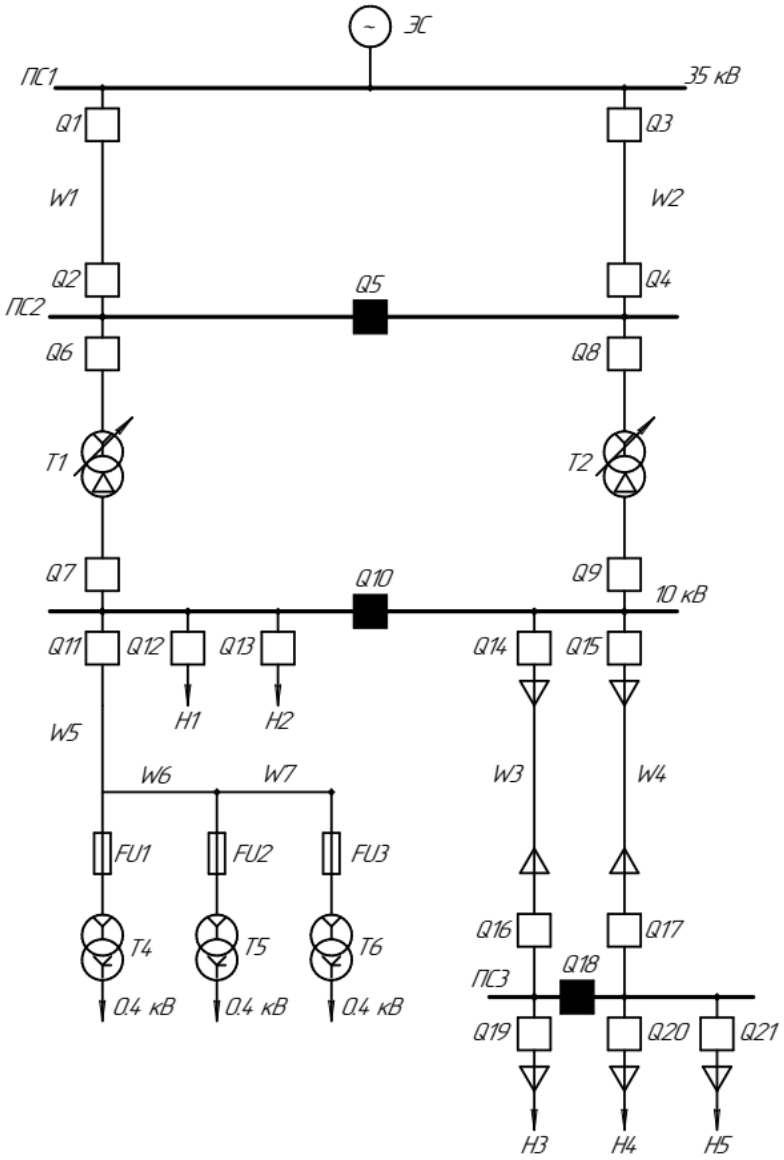


Рис. 1.5. (Схема №5)

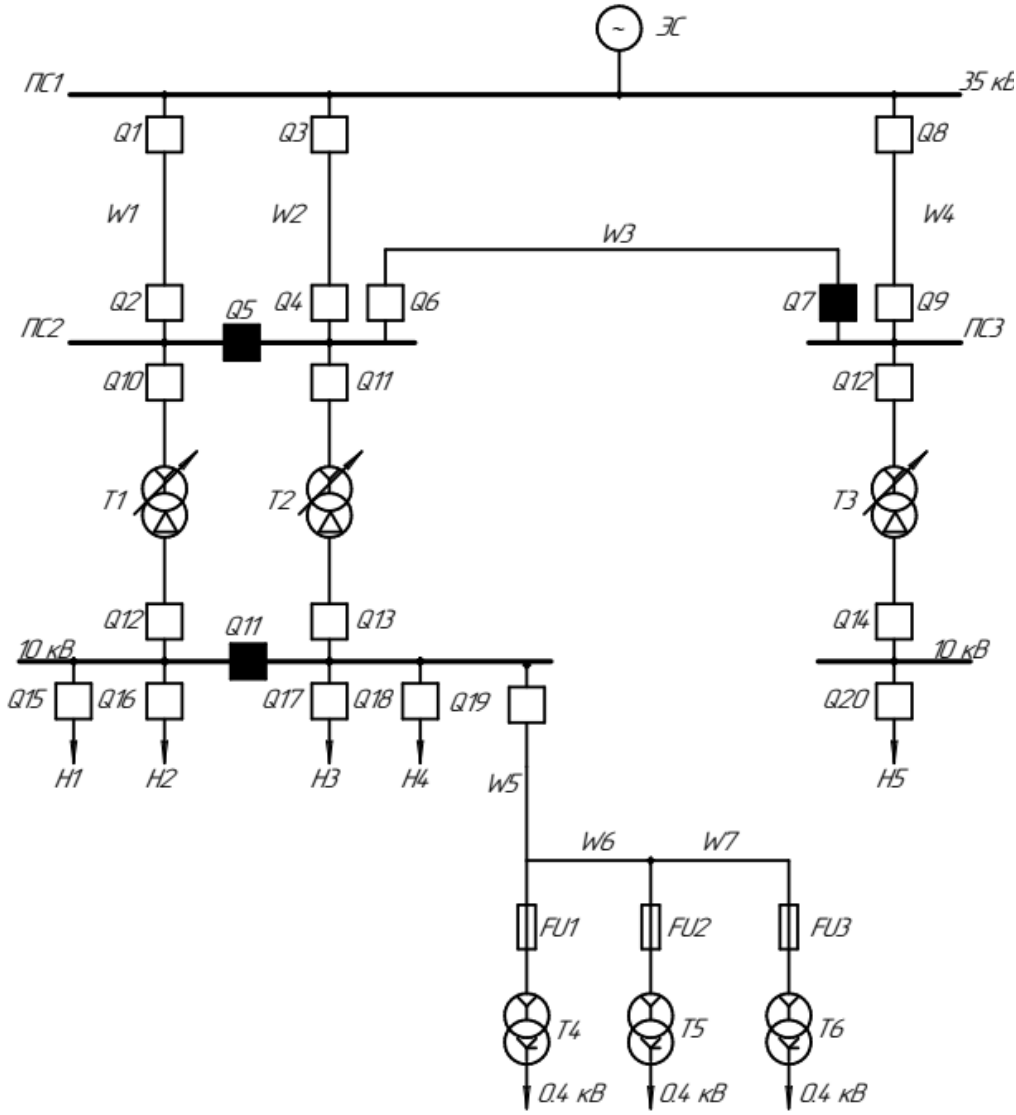


Рис. 1.6. (Схема №6)

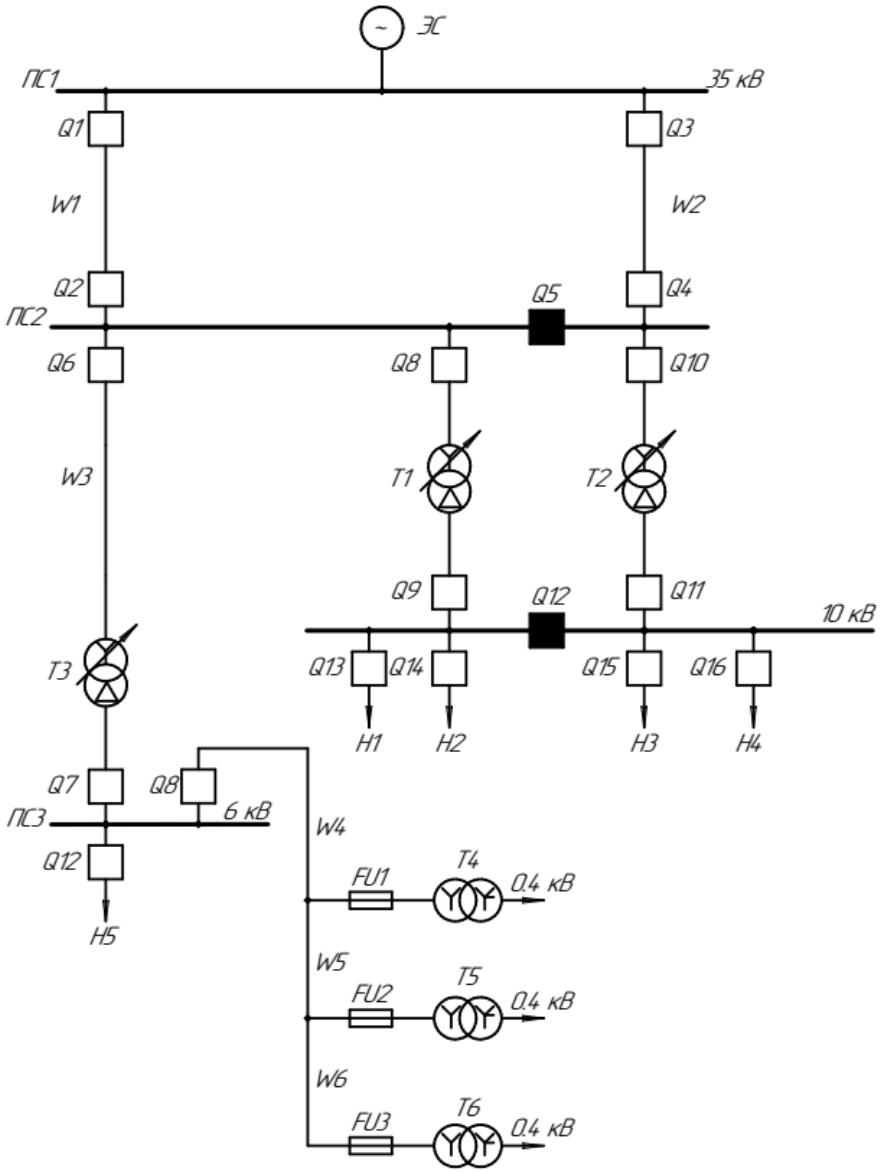


Рис. 1.7. (Схема №7)

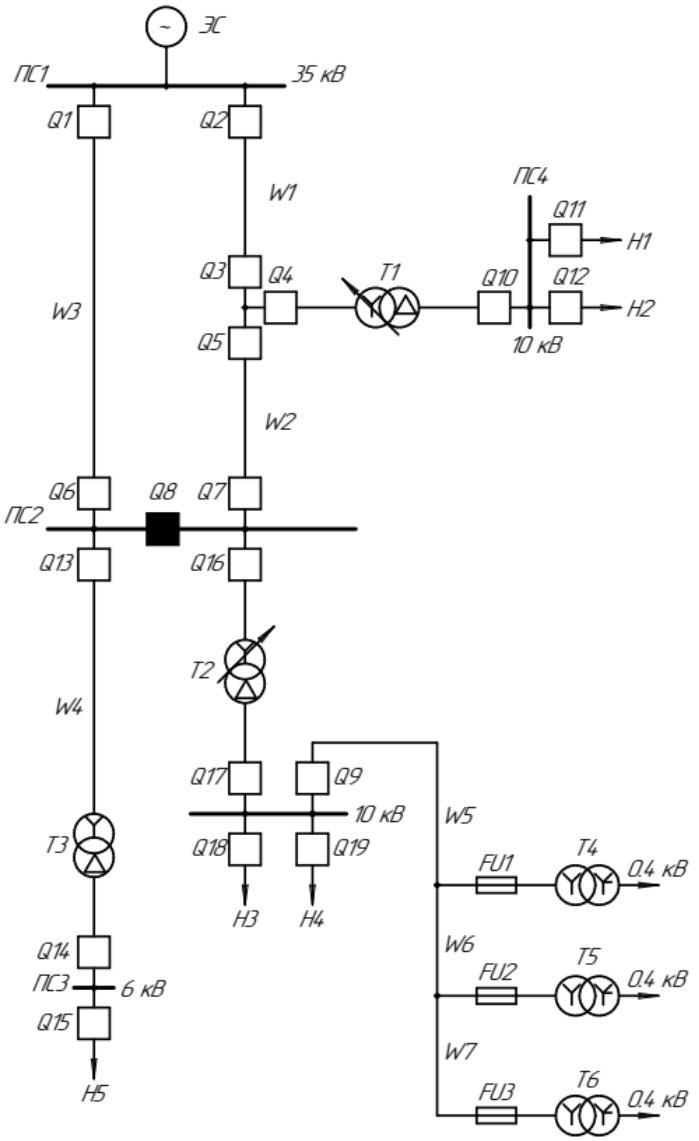


Рис. 1.8. (Схема №8)

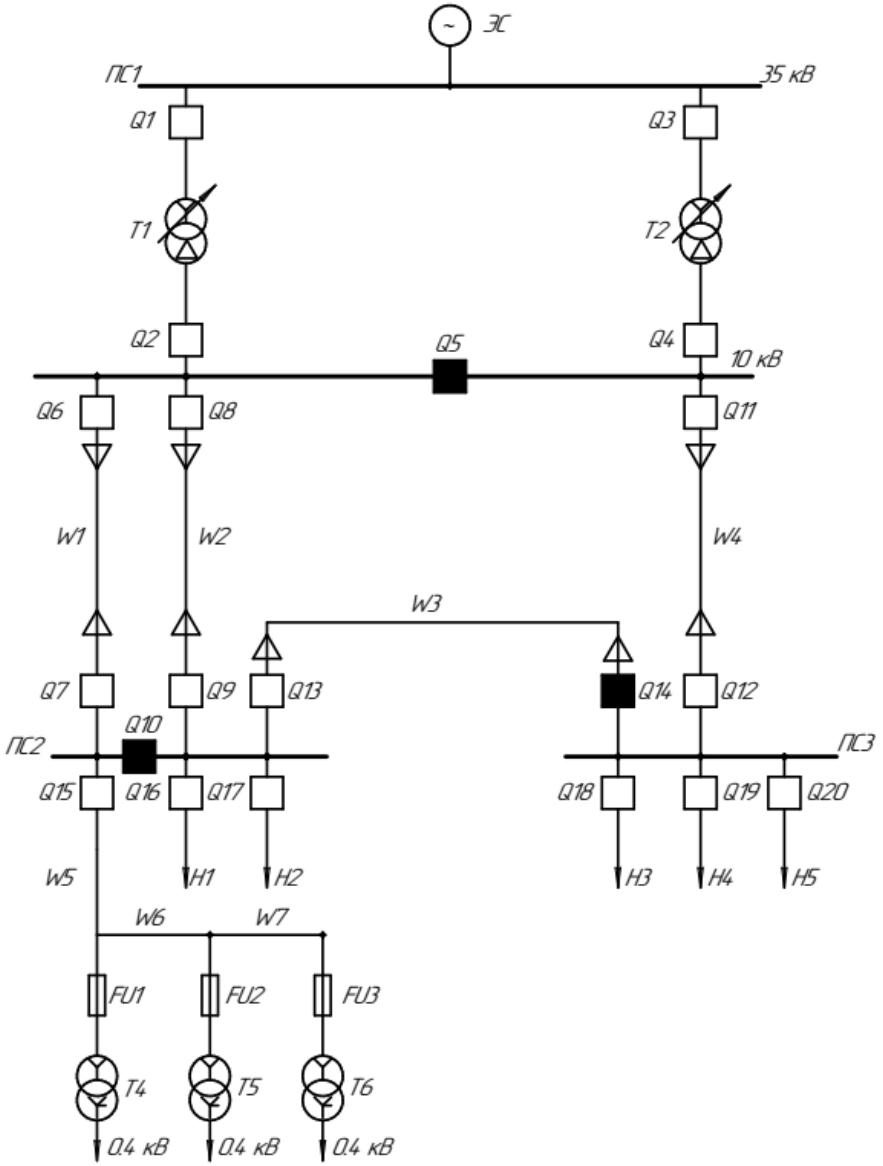


Рис. 1.9. (Схема №9)

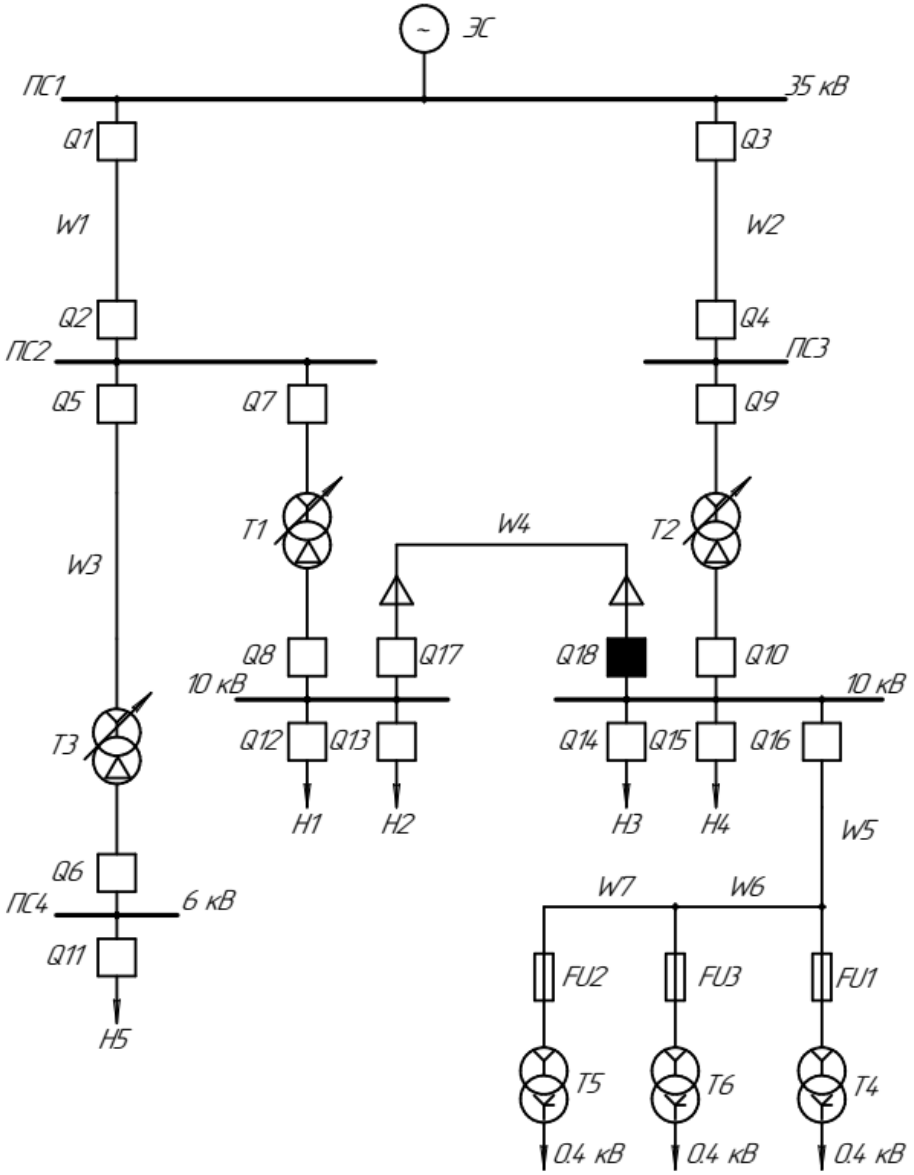


Рис. 1.10. (Схема №10)

«Эксплуатация воздушных линий электропередачи»

Задача 1. Выбор сечения воздушной линии электропередачи

1. Для данной схемы по заданной нагрузке, материалу провода и количеству часов использования максимума нагрузки выбрать воздушную линию по экономической плотности тока.

2. Для данной схемы по заданной нагрузке выбрать воздушную линию по допустимому нагреву.

3. Определить поправочный температурный коэффициент, учитывающий температуру окружающей среды.

1. Выбор сечения по экономической плотности тока

Сечения проводников должны быть проверены по экономической плотности тока. Экономически целесообразное сечение *S*э, мм$_2$, определяется из соотношения:

$$F_э = \frac{I_{раб.\max}}{J_{эк}}$$

где *I*р – расчетный ток в час максимума энергосистемы, А.

Для АД и СД:

$$I_{раб.\max} = \frac{P_н}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_н \cdot \eta}$$

Для трансформаторов:

$$I_{раб.\max} = \frac{S_{ном.т}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.т}}$$

*J*эк – нормированное значение экономической плотности тока, А/мм^2, для заданных условий работы, выбираемое по ПУЭ п.1.3.25 (табл. 1).

Сечение, полученное в результате указанного расчета, округляется до ближайшего стандартного сечения. Расчетный ток принимается для нормального режима работы (в соответствии со схемой), т.е. увеличение тока в послеаварийных и ремонтных режимах сети не учитывается.

2. Соблюдение режима термической стойкости провода

По полученному значению расчетного тока потребителя выбираем сечение провода по табл. 2, при этом необходимо соблюдать условие:

$$I_{раб.\max} \le I_{ДД}$$

где $I_{ДД}$ - допустимый длительный ток.

Таблица 1

Экономическая плотность тока

Проводники	**Экономическая плотность тока, А/мм, при числе часов использования максимума нагрузки в год**		
	более 1000 до 3000	**более 3000 до 5000**	**более 5000**
Неизолированные провода и шины:			

– медные	2,5	2,1	1,8
– алюминиевые	1,3	1,1	1,0
Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с жилами:			
– медными	3,0	2,5	2,0
– алюминиевыми	1,6	1,4	1,2
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами:			
– медными	3,5	3,1	2,7
– алюминиевыми	1,9	1,7	1,6

Таблица 2

Допустимый длительный ток для неизолированных проводов по ГОСТ 839-80

Номинальное сечение, мм^2	**Сечение (алюминий/сталь), мм^2**	**Ток, А, для проводов марок**					
		АС, АСКС, АСК, АСКП		**М**	**А и АКП**	**М**	**А и АКП**
		вне помещений	**внутри помещений**	**вне помещений**		**внутри помещений**	
10	10/1,8	84	53	95	–	60	–
16	16/2,7	111	79	133	105	102	75
25	25/4,2	142	109	183	136	137	106
35	35/6,2	175	135	223	170	173	130
50	50/8	210	165	275	215	219	165
70	70/11	265	210	337	265	268	210
95	95/16	330	260	422	320	341	255
120	120/19	390	313	485	375	395	300
	120/27	375	–				
150	150/19	450	365	570	440	465	355
	150/24	450	365				
	150/34	450	–				
185	185/24	520	430	650	500	540	410
	185/29	510	425				
	185/43	515	–				
240	240/32	605	505	760	590	685	490
	240/39	610	505				
	240/56	610	–				
300	300/39	710	600	880	680	740	570
	300/48	690	585				
	300/66	680	–				
330	330/27	730	–	–	–	–	–
400	400/22	830	713	1050	815	895	690
	400/51	825	705				

Номинальное сечение, мм^2	Сечение (алюминий/сталь), мм2	Ток, А, для проводов марок					
		АС, АСКС, АСК, АСКП		М	А и АКП	М	А и АКП
		вне помещений	внутри помещений	вне помещений		внутри помещений	
	400/64	860	–				
500	500/27	960	830	–	980	–	820
	500/64	945	815				
600	600/72	1050	920	–	1100	–	955
700	700/86	1180	1040	–	–	–	–

Расчетный ток также определяется для послеаварийных и ремонтных режимов сети (в соответствии с заданной схемой). Выбирается ближайшее большее сечение провода.

Далее в соответствии с расчетным током также проверяется условие:

$$I_{раб.\max} \le I_{ДД}$$

Из двух выбранных сечений принимается то, которое удовлетворяет рассматриваемым условиям и в номинальном режиме работы и в послеаварийном или ремонтном режимах работы.

3. Соблюдение режимов работы линии по токам нагрузки

Провода воздушных линий при протекании по ним электрического тока нагреваются. Правилами устройств электроустановок установлена предельно допустимая температура голых проводов при длительном протеканий тока, равная 70°С.

Для проводов ВЛ предусмотрены длительно допустимые токовые нагрузки $I_н$, рассчитанные из условия равенства температуры окружающей среды 25°С (длительно допустимые токовые нагрузки голых проводов на открытом воздухе приводятся в ПУЭ и ПТЭ).

Если температура окружающей среды отличается от +25 °С, длительно допустимую нагрузку *It* определяют с учетом поправочного коэффициента:

$$I_t = k \cdot I_н$$

$$k = \sqrt{\frac{t_{пр} - t_{окр}}{t_{пр} - 25}}$$

Таблица 3

Поправочные коэффициенты на токи для кабелей, неизолированных и изолированных проводов и шин в зависимости от температуры земли и воздуха

Условная температура среды, °С	Нормированная температура жил, °С	Поправочные коэффициенты на токи при расчетной температуре среды, °С											
		-5 и	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50

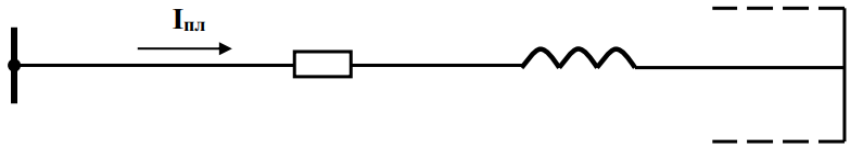
		ниже											
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	–
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	–

Задача 2. Гололедообразование на воздушных линиях электропередачи

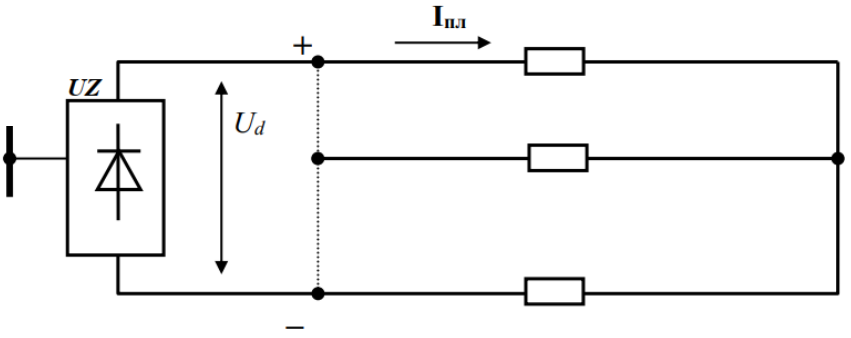
ВЛ (параметры принять по результатам решения задачи 1) проходит в районе с интенсивным гололедообразованием. Рассчитать мощность *S* и напряжение *U*, требуемые для плавки гололеда переменным и выпрямленным током.

Принципиальные схемы плавки гололеда переменным и выпрямленным током приведены на рис. 2.1. Отличие плавки гололеда переменным током (рис. 2.1, *а*) от плавки постоянным состоит в том, что питание потдключается через выпрямитель *UZ*. В обоих случаях на другом конце провода ВЛ замыкаются накоротко.

Ток плавки $I_{пл}$ рекомендуется принимать равным $(1{,}0…2{,}0)I_{доп}$. Величина допустимо длительного тока $I_{доп}$ и удельных сопротивлений $r0$ для проводов различных сечений приведены в табл.4.



а)



б)

Рис. 2.1. Принципиальная схема плавки гололеда:

а) плавка гололеда переменным током;

б) плавка гололеда постоянным током.

Плавка гололеда переменным током (рис. 2.1, *а*):

1. Принять определенную величину тока плавки гололеда $I_{пл}$.

2. Определить сопротивления проводов ВЛ (*R, X, Z*).

3. По величине тока $I_{пл}$ и полному сопротивлению *Z* вычислить линейное напряжение источника питания *U*, принять ближайшее номинальное напряжение.

4. По величинам $I_{пл}$ и *U* определить полную трехфазную мощность *S*, требуемую для плавки гололеда.

Плавка гололеда выпрямленным током (рис. 2, *б*):

1. Принять определенную величину тока плавки гололеда $I_{пл}$.

2. Определить активное сопротивление проводов *R*.

3. По принятой величине тока $I_{пл}$ и сопротивлению *R* вычислить напряжение на выходе выпрямителя *Ud*.

4. По величинам $I_{пл}$ и U_d рассчитать мощность на выходе выпрямителя P_d.

5. При определении мощности и линейного напряжения на входе выпрямителя использовать следующие приближенные выражения: $S \approx P_d$, $U \approx \frac{U_д}{\sqrt{2}}$.

«Эксплуатация кабельных линий электропередачи»

Задача 3. Выбор сечения кабельной линии электропередачи

1. Для данной схемы (по варианту) по заданной нагрузке выбрать кабельную линию по экономической плотности тока.

2. Для данной схемы по заданной нагрузке выбрать кабельную линию по длительно допустимому току.

3. В зависимости от места нахождения (в земле З или воздухе В), температуры окружающей среды и типа кабеля определить длительно допустимую нагрузку кабельной линии с учетом температуры окружающей среды. Температура окружающей среды выбирается в зависимости от заданного варианта.

4. Скорректировать допустимую нагрузку кабельной линии по данным предыдущей задачи по более точной формуле.

4. Выбор сечения по экономической плотности тока

Сечения проводников должны быть проверены по экономической плотности тока. Экономически целесообразное сечение *Sэ*, мм$_2$, определяется из соотношения:

$$F_э = \frac{I_{раб.\max}}{J_{эк}}$$

где $I_{раб.\,max}$ – расчетный максимальный рабочий ток в линии, А.

Jэк – нормированное значение экономической плотности тока, А/мм^2, для заданных условий работы, выбираемое по ПУЭ п.1.3.25 (табл. 1).

Сечение, полученное в результате указанного расчета, округляется до ближайшего стандартного сечения. Расчетный ток принимается для нормального режима работы, т.е. увеличение тока в послеаварийных и ремонтных режимах сети не учитывается.

5. Выбор кабельной линии по длительно допустимому току

В зависимости от вида потребителя (двигатель, трансформатор и т.д.) определяется номинальный потребляемый нагрузкой ток и по нему выбирается кабельная линия, исходя из условия

$$I_{раб.\max} \leq I_{ДД}$$

где $I_{ДД}$ - допуситмый длительный ток.

Исходные данные по вариантам

Вариант	№ схемы	Мощность трансформатора, МВА			Длина линии электропередач, км							Мощность электрических нагрузок, МВА					Tmax, ч	Материал провода	tokp, C	Тип прокладки кабеля
		T4	T5	T6	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	H1	H2	H3	H4	H5				
1	3	0,16	0,16	0,16	5,8	9,2	9,9	15	4,9	2,5	5,7	4,5	3,1	0,2	3,5	4,7	1394	медь	22	В воздухе
2	10	0,4	0,16	0,63	9,9	4,5	4,5	14,4	8,5	1,9	2,4	3,5	4,5	0,1	4	0,8	4858	алюминий	20	В земле
3	1	0,16	0,16	0,25	4,9	6,3	5,7	11,2	9,4	5,9	10	0,9	1,7	4,6	1,9	2,7	7190	медь	20	В земле
4	4	0,25	0,4	0,25	3,5	6,8	8,6	10,3	4,3	8,2	2,7	4	1,8	1,6	0,2	1,3	2751	медь	16	В земле
5	10	0,25	0,25	0,63	6,6	4,6	3,1	11,2	5,5	7,6	5,1	4,8	1,6	0,6	1,3	4,3	1204	медь	23	В воздухе
6	8	0,63	0,4	0,63	3,4	7,1	5,4	10,5	3,2	8,2	9,1	2,7	2,2	3,6	3,4	2,8	7469	алюминий	29	В воздухе
7	7	0,4	0,16	0,4	3,8	8,8	4,7	12,6	9,3	5,4	2,7	3,3	0,9	4	4,1	2,5	4233	медь	34	В земле
8	7	0,16	0,16	0,25	2	5,2	2,8	7,2	9,7	2,9	4	2,4	3,8	4,4	2	0,7	6060	медь	16	В земле
9	7	0,4	0,16	0,4	8,5	2,9	4,2	11,4	7,1	6,8	4,9	1,8	4,7	2,6	1,3	2,6	5741	алюминий	34	В воздухе
10	6	0,16	0,25	0,63	4,5	3,9	3,4	8,4	4,2	3,5	4,2	4,8	1	4,1	0,4	4,8	2730	алюминий	31	В земле
11	5	0,63	0,63	0,25	6,6	5,5	9,6	7,6	5,2	2,4	6,9	1,4	4,2	2,8	2,9	1,1	6753	медь	29	В воздухе
12	7	0,4	0,25	0,63	5,2	7,6	4,8	7,8	1,8	4	4,6	3,5	3,3	4,6	1,9	4,7	6591	алюминий	30	В воздухе
13	9	0,4	0,4	0,25	7,7	7,8	9,7	4,4	4,3	7,6	8,7	3,7	0,6	3,3	0,3	4	3305	алюминий	22	В земле
14	6	0,16	0,16	0,25	3,1	8	8,2	9,7	2,6	2,4	8,5	0,9	1,9	3,1	1,1	3,3	3118	медь	18	В земле
15	1	0,4	0,25	0,16	3,4	2,4	10	7	8,9	9,5	8	0,1	1,9	4,7	2,9	4,1	6932	медь	21	В воздухе
16	9	0,16	0,25	0,63	7,4	9,7	3,6	2,9	9,7	2,1	2,7	2,5	4,5	4,3	4,3	0,1	4238	медь	29	В воздухе
17	8	0,4	0,16	0,25	5,2	7,4	9,6	8,9	5	3	6,6	0,6	4	0,8	1,7	5	4836	медь	31	В земле
18	3	0,63	0,25	0,25	1,8	1,6	8,6	6,8	5,7	2,9	3	2,8	2,2	1,5	1,3	0,2	7441	алюминий	23	В земле
19	4	0,4	0,63	0,16	3,7	8,7	8	3,2	3,6	3,7	5,2	0,1	1,3	4,2	4,3	1,1	3065	медь	34	В земле
20	10	0,25	0,16	0,4	5,1	6,6	6,5	9,1	2,7	1,7	1,6	1,4	3,8	2,1	0,3	0,4	7002	медь	30	В земле
21	10	0,25	0,4	0,16	7,2	3,2	9,1	5,7	3,6	9,4	3,4	4,4	3,4	4,4	5	4,7	5675	медь	32	В воздухе
22	9	0,16	0,16	0,4	9	5	8,8	4	4,4	9	2,7	4,5	2,2	1,4	0,2	4,4	7940	алюминий	29	В воздухе
23	9	0,63	0,4	0,25	2,4	8,2	3,9	9,8	10	8,8	4,8	1,4	1,4	2,1	0,8	0,1	2980	медь	22	В воздухе
24	5	0,63	0,16	0,63	5,2	1,5	9,2	2,6	5,7	4,1	3,8	3,1	1,6	2,5	2,6	4,9	7523	медь	30	В воздухе
25	1	0,25	0,4	0,16	2,3	3,9	9,5	2,9	9,2	5,3	7	2	3,4	3	4	4,6	5457	медь	20	В воздухе

26	3	0,63	0,63	0,16	2,9	8,1	8,3	7,6	4,2	5,6	3,7	1	2,9	0,2	0,7	0,6	7656	медь	30	В воздухе
27	4	0,25	0,4	0,16	5	4,5	8,3	5,3	3,2	9,9	2,9	2,3	3,2	2,1	3,2	4,5	1652	алюминий	29	В земле
28	7	0,63	0,25	0,4	7	6,3	9,6	9,6	2,1	5,5	5,9	4,1	0,2	1,4	4,8	5	5271	медь	28	В воздухе
29	3	0,4	0,16	0,25	7,5	7,2	4,7	3,2	4,7	9,8	10	2,7	3,1	0,6	1,5	1	6884	алюминий	19	В земле
30	2	0,25	0,16	0,16	6,1	6,3	4,5	5	2,6	4,7	4,3	3,5	0,8	0,9	2,6	0,3	5900	алюминий	31	В земле
31	5	0,63	0,16	0,16	3,7	3,7	2,5	4,4	8,1	4,6	3,6	0,6	4,9	3,8	2,9	2,3	3386	алюминий	15	В воздухе
32	5	0,63	0,63	0,16	8,5	8,5	7,4	7,5	8	7	3,7	3,9	2,1	0,3	2,9	2,7	7453	медь	34	В воздухе
33	2	0,25	0,16	0,25	7,7	7,7	5	6,4	7,9	2	7,8	0,6	4,9	2	3,8	0,1	1824	алюминий	35	В воздухе
34	2	0,4	0,4	0,16	8	8	9,9	8,8	8	3,6	1,5	0,7	1,5	1	1,1	4,4	1473	алюминий	16	В воздухе
35	5	0,16	0,16	0,4	9,3	9,3	6,5	6,7	8,4	4,4	4,3	4,9	3,1	5	3,9	2,4	6097	алюминий	19	В воздухе
36	1	0,16	0,63	0,63	5,3	5,3	8,2	9,9	10	9,4	8	2	1,7	2,8	4,1	0,4	1098	алюминий	28	В воздухе
37	1	0,16	0,63	0,25	9,5	9,5	8,6	3,6	5,8	8,5	9,8	1,3	3,3	3,9	0,6	4,6	1706	алюминий	33	В воздухе
38	9	0,63	0,4	0,4	2,1	2,1	3,4	7,4	8,9	4,7	2,2	1,5	0,5	3,2	3,5	3,5	1582	медь	33	В воздухе
39	5	0,25	0,25	0,25	3,8	3,8	8,9	4,4	7,5	4,3	9,3	2,9	2,9	4,4	0,5	2,3	2312	алюминий	23	В земле
40	6	0,63	0,16	0,16	9,4	9,4	7,8	9,4	4,4	3,7	4,2	1,8	1,3	3,3	0,8	4	3402	алюминий	18	В земле
41	3	0,63	0,16	0,63	7,5	7,5	3,2	3,2	3,2	4,3	5,6	3,2	1,1	1,2	0,5	1,4	5562	алюминий	19	В земле
42	9	0,4	0,4	0,25	1,5	1,5	5,9	5,9	5,3	4,8	5,7	2,8	3,6	2,5	2	1,5	7262	медь	27	В земле
43	10	0,4	0,16	0,63	6,2	6,2	7,4	7,4	2,6	4,7	9,5	0,9	4,2	2,4	4,2	0,7	3568	медь	17	В земле
44	5	0,4	0,63	0,63	7	7	9,5	9,5	8,3	4,3	2,6	2,9	2,1	2,1	2,8	4,6	3944	алюминий	30	В воздухе
45	3	0,25	0,4	0,25	3,4	3,4	5,6	5,6	7,5	4,9	2,8	0,4	3,5	3,9	2,7	0,5	1639	алюминий	32	В земле
46	7	0,25	0,25	0,25	4,1	4,1	9,3	9,3	6,1	8,1	5,5	1,1	4,7	0,6	0,9	4	4196	медь	22	В воздухе
47	4	0,4	0,25	0,63	6	6	9,6	9,6	4,7	8	4	1,1	2,3	4,3	4,5	2,5	6296	медь	23	В земле
48	9	0,63	0,25	0,16	9,5	9,5	3	3	7,6	5,8	1,9	0,6	4,4	0,5	4,7	2,3	3280	медь	22	В земле
49	2	0,16	0,63	0,16	3,4	3,4	4	4	9	6,6	5,9	1,2	1,2	1,6	4,2	2,9	6789	алюминий	20	В земле
50	4	0,25	0,4	0,63	4,7	4,7	3,1	3,1	4,5	3,1	3	1,2	1	1,8	4,6	4,4	7631	медь	26	В земле

Таблица 1

Экономическая плотность тока

Проводники	Экономическая плотность тока, А/мм, при числе часов использования максимума нагрузки в год		
	более 1000 до 3000	более 3000 до 5000	более 5000
Неизолированные провода и шины:			
– медные	2,5	2,1	1,8
– алюминиевые	1,3	1,1	1,0
Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с жилами:			
– медными	3,0	2,5	2,0
– алюминиевыми	1,6	1,4	1,2
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами:			
– медными	3,5	3,1	2,7
– алюминиевыми	1,9	1,7	1,6

Таблица 2

Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм2	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух-, одножильных	трех-, одножильных	четырех-, одножильных	одного-, двухжильного	одного-, трехжильного
0,5	11	–	–	–	–	–
0,75	15	–	–	–	–	–
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85

Сечение токопроводящей жилы, мм2	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух-, одножильных	трех-, одножильных	четырех-, одножильных	одного-, двухжильного	одного-, трехжильного
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	–	–	–
185	510	–	–	–	–	–
240	605	–	–	–	–	–
300	695	–	–	–	–	–
400	830	–	–	–	–	–

Таблица 3

Допустимый длительный ток для проводов с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм2	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух-, одножильных	трех-, одножильных	четырех-, одножильных	одного-, двухжильного	одного-, трехжильного
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	–	–	–

Сечение токопроводящей жилы, мм2	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух-, одножильных	трех-, одножильных	четырех-, одножильных	одного-, двухжильного	одного-, трехжильного
185	390	–	–	–	–	–
240	465	–	–	–	–	–
300	535	–	–	–	–	–
400	645	–	–	–	–	–

Таблица 4

Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной, найритовой или резиновой оболочке, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм2	Ток *, А, для проводов и кабелей				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-

** Токи относятся к проводам и кабелям как с нулевой жилой, так и без нее.*

Таблица 5

Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток, А, для кабелей				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	–	–	–	–

Примечание. Допустимые длительные токи для четырехжильных кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение до 1 кВ могут выбираться по табл. 5, как для трехжильных кабелей, но с коэффициентом 0,92.

Допустимые длительные токи для кабелей напряжением до 35 кВ с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги в свинцовой, алюминиевой или поливинилхлоридной оболочке приняты в соответствии с допустимыми температурами жил кабелей:

Таблица 6

Номинальное напряжение, кВ	До 3	6	10	20 и 35
Допустимая температура жилы кабеля, °С	+80	+65	+60	+50

6. ***Соблюдение режимов работы кабельных линии по токам нагрузки***

Допустимые температуры нагрева токоведущих жил определяются конструкцией кабеля (типом применяемой изоляции), рабочим напряжением, режимом его работы (длительный, кратковременный). Длительно допустимые температуры токоведущих жил не должны превышать табличных значений.

Допустимые токовые нагрузки для нормального длительного режима кабельной линии определяют по таблицам, приведенным в ПУЭ. Эти нагрузки зависят от способа прокладки кабеля и вида охлаждающей среды (земля, воздух).

Для кабелей, проложенных в земле, длительно допустимые токовые нагрузки приняты из расчета прокладки одного кабеля в траншее на глубине 0,7…1,0 м при температуре земли $t_н$=15 °С. Для кабелей, проложенных на воздухе, температура окружающей среды принята равной $t_н$=25 °С. Если расчетная температура $t_р$ окружающей среды отличается от принятых условий $t_н$, вводится поправочный коэффициент k_1, равный

$$k_1 = \sqrt{\frac{t_д - t_{окр}}{t_д - t_н}}$$

где $t_д$ – допустимая температура жилы кабеля (таблица 6).

За расчетную температуру почвы принимается наибольшая среднемесячная температура (из всех месяцев года) на глубине прокладки кабеля. За расчетную температуру воздуха принимают наибольшую среднюю суточную температуру, повторяющуюся не менее трех дней в году.

При прокладке в одной траншее нескольких кабелей вводят поправочный коэффициент k_2, зависящий от числа параллельно проложенных кабелей и расстояния в между ними.

Поправочный коэффициент k_2 на число работающих кабелей, проложенных рядом в земле (в трубах и без труб)

Расстояние между кабелями, мм	Коэффициент при числе кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,78	0,78	0,75
200		0,92	0,87	0,82	0,82	0,81
300		0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

В условиях необходимости применения обоих поправочных коэффициентов длительно допустимая нагрузка:

$$I_{доп} \geq I_{раб.\max} \cdot k_1 \cdot k_2$$

или

$$I_{раб.\max} \leq \cdot \frac{I_{ДД}}{k_1 \cdot k_2}$$

7. Сравнение затрат на покупку провода воздушной линии и кабеля.

1. Определяется стоимость погонного метра выбранных проводов (предыдущее зазание по выбору проводов для ВЛ) и кабелей (текущее задание) по текущим данным каталогов производящих предприятий.

2. Определяется стоимость затрат на приобретение ВЛ и КЛ по их заданным длинам.

8. ВЫВОДЫ.

В этой части представляются выводы о рациональности прокладки кабельной линии, либо воздушной исходя из заданных условий.

В соответствии с изученным материалом по дисциплине и с учётом выбранным способом электроснабжения потребителей (сооружение ВЛ, либо КЛ) описываются периодичность и перечень эксплуатационных мероприятий (осмотры, тех. обслуживание и т.д.) для воздушных, либо кабельных линий.

Контрольные вопросы по теме

1. Конструктивное устройство воздушных линий и основные строительно-монтажные работы по их сооружению (закладка фундаментов, сборка и установка опор, монтаж проводов и тросов).

2. Характеристика опор воздушных линий (ВЛ).

3. Провода и изоляторы ВЛ.

4. Защита линий от перенапряжений.

5. Охрана труда и техника безопасности при сооружении ВЛ.

6. Задачи и организация технической эксплуатации ВЛ. Условия работы воздушных линий.

7. Контроль за состоянием, очистка и охрана трасс линий. Борьба с гололедом, вибрацией, пляской проводов. Вспомогательные сооружения на ВЛ, их эксплуатация.

8. Осмотр и испытание воздушных линий.

9. Повреждение опор, проводов, тросов, изоляторов и арматуры.

10. Поиск мест повреждения на трассе.

11. Организация и технология ремонтных работ на ВЛ.

12. Общие сведения и требования к проектам кабельных линий и кабельных сетей, вопросы организации работ.

13. Конструкции силовых и контрольных кабелей.

14. Организация и технология работ по прокладке кабельной линии

15. Организация и технология работ по монтажу кабельных муфт

16. Организация и технология работ по испытаниям кабельных линий.

17. Охрана труда и техника безопасности при монтаже кабельных линий (КЛ).

18. Виды прокладки кабельных линий.

19. Задачи и организация технической эксплуатации и ремонта КЛ

20. Условия работы КЛ. Основные причины повреждения кабелей и кабельных сооружений.

21. Контроль за нагревом и состоянием изоляции кабелей и мероприятия по их защите.

22. Работы на трассах кабельных линий в условиях эксплуатации.

23. Повреждения КЛ. Определение характера и мест повреждения в КЛ.

24. Методы определения мест повреждения.

25. Ремонт КЛ.

Вопросы к зачёту

1. Общие вопросы организации монтажа электрооборудования.
2. Общие принципы проведения электромонтажных работ.
3. Организация электромонтажных работ.
4. Планирование электромонтажных работ.
5. Производство электромонтажных работ.
6. Подготовка к производству электромонтажных работ.
7. Охрана труда при выполнении электромонтажных работ.
8. Индустриализация и механизация электромонтажных работ.
9. Пусконаладочные работы. Приёмка объекта в эксплуатацию.
10. Монтаж воздушных линий электропередачи.
11. Подготовительные работы при монтаже воздушных линий электропередачи.
12. Сборка и установка опор воздушных линий электропередачи.
13. Монтаж проводов и грозозащитных тросов.
14. Монтаж заземляющих устройств воздушных линий электропередачи..
15. Приёмка воздушной линии в эксплуатацию.
16. Техническое обслуживание воздушных линий электропередачи.
17. Ремонт воздушных линий электропередачи.
18. Особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами.
19. Монтаж и эксплуатация кабельных линий электропередачи.
20. Подготовительные работы при монтаже кабельных линий электропередачи.
21. Прокладка кабелей в земляной траншее.
22. Прокладка кабелей в блоках.
23. Прокладка кабелей в кабельных сооружениях.
24. Открытая прокладка кабелей в производственных помещениях.
25. Монтаж кабельных муфт.
26. Приёмка кабельной линии в эксплуатацию.
27. Техническое обслуживание кабельных линий электропередачи.
28. Ремонт кабельных линий электропередачи.
29. Подготовительные работы при монтаже силового трансформатора.
30. Монтаж силового трансформатора.
31. Монтаж системы охлаждения и отдельных узлов трансформатора.
32. Включение трансформатора.
33. Эксплуатация силовых трансформаторов.
34. Осмотр трансформаторов.
35. Эксплуатация трансформаторного масла.
36. Ремонт трансформаторов.
37. Испытания трансформаторов после капитального ремонта.
38. Монтаж шины распределительных устройств.
39. Коммутационные аппараты.

40. Измерительные трансформаторы, аппараты защиты от перенапряжений, конденсаторные установки.

41. Заземляющие устройства.

42. Монтаж комплектных распределительных устройств.

43. Эксплуатация оборудования распределительных устройств.

44. Эксплуатация шин распределительных устройств.

45. Эксплуатация коммутационных аппаратов.

46. Эксплуатация измерительных трансформаторов.

47. Эксплуатация конденсаторных установок.

48. Эксплуатация аппаратов защиты от перенапряжений.

49. Эксплуатация заземляющих устройств.

Шкалы оценки образовательных достижений

Раздел 1. Монтаж и эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередачи

Баллы (рейтинговой оценки)	**Оценка** (стандартная)	**Требования к знаниям**
22-25	*«отлично»*	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “отлично”, показал глубокие и прочные знания вопросов монтажа и эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи. Знает общие вопросы организации монтажа электрооборудования, общие принципы проведения электромонтажных работ, особенности планирования электромонтажных работ, этапы производства электромонтажных работ, процесс подготовки к производству электромонтажных работ, вопросы охраны труда при выполнении электромонтажных работ, индустриализации и механизации электромонтажных работ, пусконаладочные работы, процесс монтажа воздушных линий электропередачи, подготовительные работы, процесс сборки и установки опор, процесс монтажа проводов и грозозащитных тросов, заземляющих устройств, последовательность приёмки воздушной линии в эксплуатацию, методы и средства технического обслуживания и ремонта воздушных линий электропередачи, особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами, процесс монтажа и эксплуатации кабельных линий электропередачи, подготовительные работы, способы прокладки кабелей в земляной траншее, в блоках, в кабельных сооружениях, как осуществляется открытая прокладка кабелей в производственных помещениях, монтаж кабельных муфт, приёмка кабельной линии в эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт кабельных линий электропередачи. Умеет использовать нормативные документы в области эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи; осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий; применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Владеет методами и техническими средствами при проведе-

		нии эксплуатационных мероприятий; навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий.
18-21	*«хорошо»*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “хорошо”, показал хорошие знания вопросов монтажа и эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи. Знает общие вопросы организации монтажа электрооборудования, общие принципы проведения электромонтажных работ, особенности планирования электромонтажных работ, этапы производства электромонтажных работ, процесс подготовки к производству электромонтажных работ, вопросы охраны труда при выполнении электромонтажных работ, индустриализации и механизации электромонтажных работ, пусконаладочные работы, процесс монтажа воздушных линий электропередачи, подготовительные работы, процесс сборки и установки опор, процесс монтажа проводов и грозозащитных тросов, заземляющих устройств, последовательность приёмки воздушной линии в эксплуатацию, методы и средства технического обслуживания и ремонта воздушных линий электропередачи, особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами, процесс монтажа и эксплуатации кабельных линий электропередачи, подготовительные работы, способы прокладки кабелей в земляной траншее, в блоках, в кабельных сооружениях, как осуществляется открытая прокладка кабелей в производственных помещениях, монтаж кабельных муфт, приёмка кабельной линии в эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт кабельных линий электропередачи. Умеет использовать нормативные документы в области эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи; осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий; применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий; навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий.
15-18	*«удовлетворительно»*	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “удовлетворительно”, показал удовлетворительные знания вопросов монтажа и эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи. Знает общие вопросы организации монтажа электрооборудования, общие принципы проведения электромонтажных работ, особенности планирования электромонтажных работ, этапы производства электромонтажных работ, процесс подготовки к производству электромонтажных работ, вопросы охраны труда при выполнении электромонтажных работ, индустриализации и механизации электромонтажных работ, пусконаладочные работы, процесс монтажа воздушных линий электропередачи, подготовительные

		работы, процесс сборки и установки опор, процесс монтажа проводов и грозозащитных тросов, заземляющих устройств, последовательность приёмки воздушной линии в эксплуатацию, методы и средства технического обслуживания и ремонта воздушных линий электропередачи, особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами, процесс монтажа и эксплуатации кабельных линий электропередачи, подготовительные работы, способы прокладки кабелей в земляной траншее, в блоках, в кабельных сооружениях, как осуществляется открытая прокладка кабелей в производственных помещениях, монтаж кабельных муфт, приёмка кабельной линии в эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт кабельных линий электропередачи. Умеет использовать нормативные документы в области эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи; осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий; применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий; навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий.
менее 15	*«неудовлетворительно»*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “неудовлетворительно”, не показал знаний вопросов монтажа и эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи. Не знает общие вопросы организации монтажа электрооборудования, общие принципы проведения электромонтажных работ, особенности планирования электромонтажных работ, этапы производства электромонтажных работ, процесс подготовки к производству электромонтажных работ, вопросы охраны труда при выполнении электромонтажных работ, индустриализации и механизации электромонтажных работ, пусконаладочные работы, процесс монтажа воздушных линий электропередачи, подготовительные работы, процесс сборки и установки опор, процесс монтажа проводов и грозозащитных тросов, заземляющих устройств, последовательность приёмки воздушной линии в эксплуатацию, методы и средства технического обслуживания и ремонта воздушных линий электропередачи, особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами, процесс монтажа и эксплуатации кабельных линий электропередачи, подготовительные работы, способы прокладки кабелей в земляной траншее, в блоках, в кабельных сооружениях, как осуществляется открытая прокладка кабелей в произ-

		водственных помещениях, монтаж кабельных муфт, приёмка кабельной линии в эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт кабельных линий электропередачи. Не умеет использовать нормативные документы в области эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи; осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий; применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Не владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий; навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий.

Тест- 1 Монтаж и эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередачи

Оценка	Количество верно данных ответов
5 (отлично)	32-35
4 (хорошо)	25-31
3 (удовлетворительно)	21-24
2 (неудовлетворительно)	Менее 21

Раздел 2 Монтаж и эксплуатация силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В.

Баллы (рейтинговой оценки)	**Оценка** (стандартная)	**Требования к знаниям**
22-25	*«отлично»*	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “отлично”, показал глубокие и прочные знания вопросов монтажа и эксплуатации силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В. Знает как осуществляются подготовительные работы и монтаж трансформатора, монтаж системы охлаждения и отдельных узлов трансформатора, включение трансформатора после монтажа, вопросы эксплуатации силовых трансформаторов, проведение осмотров трансформаторов, вопросы эксплуатации трансформаторного масла, методику и средства ремонта и испытаний трансформаторов после капитального ремонта, процесс монтажа оборудования распределительных устройств (шины распределительных устройств, коммутационные аппараты, измерительные трансформаторы, аппараты защиты от перенапряжений, конденсаторные установки, заземляющие устройства), монтажа комплектных распределительных устройств, эксплуатации оборудования распределительных устройств (шин распределительных устройств, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов, конденсаторных установок, аппаратов защиты от перенапряжений, заземляющих устройств).

		Умеет использовать нормативные документы в области эксплуатации силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В; осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий; применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий; навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий.
18-21	*«хорошо»*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “хорошо”, показал хорошие знания вопросов монтажа и эксплуатации силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В. Знает как осуществляются подготовительные работы и монтаж трансформатора, монтаж системы охлаждения и отдельных узлов трансформатора, включение трансформатора после монтажа, вопросы эксплуатации силовых трансформаторов, проведение осмотров трансформаторов, вопросы эксплуатации трансформаторного масла, методику и средства ремонта и испытаний трансформаторов после капитального ремонта, процесс монтажа оборудования распределительных устройств (шины распределительных устройств, коммутационные аппараты, измерительные трансформаторы, аппараты защиты от перенапряжений, конденсаторные установки, заземляющие устройства), монтажа комплектных распределительных устройств, эксплуатации оборудования распределительных устройств (шин распределительных устройств, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов, конденсаторных установок, аппаратов защиты от перенапряжений, заземляющих устройств). Умеет использовать нормативные документы в области эксплуатации силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В; осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий; применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий; навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий.
15-18	*«удовлетворительно»*	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “удовлетворительно”, показал удовлетворительные знания вопросов монтажа и эксплуатации силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В. Знает как осуществляются подготовительные работы и монтаж трансформатора, монтаж системы охлаждения и отдельных узлов трансформатора, включение трансформатора после монтажа, вопросы эксплуатации силовых трансформаторов, проведение осмотров трансформаторов, вопросы эксплуатации трансформаторного масла, методику и средства ремонта и ис-

		пытаний трансформаторов после капитального ремонта, процесс монтажа оборудования распределительных устройств (шины распределительных устройств, коммутационные аппараты, измерительные трансформаторы, аппараты защиты от перенапряжений, конденсаторные установки, заземляющие устройства), монтажа комплектных распределительных устройств, эксплуатации оборудования распределительных устройств (шин распределительных устройств, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов, конденсаторных установок, аппаратов защиты от перенапряжений, заземляющих устройств). Умеет использовать нормативные документы в области эксплуатации силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В; осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий; применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий; навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий.
менее 15	*«неудовлетворительно»*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “неудовлетворительно”, не показал знаний вопросов монтажа и эксплуатации силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В. Не знает как осуществляются подготовительные работы и монтаж трансформатора, монтаж системы охлаждения и отдельных узлов трансформатора, включение трансформатора после монтажа, вопросы эксплуатации силовых трансформаторов, проведение осмотров трансформаторов, вопросы эксплуатации трансформаторного масла, методику и средства ремонта и испытаний трансформаторов после капитального ремонта, процесс монтажа оборудования распределительных устройств (шины распределительных устройств, коммутационные аппараты, измерительные трансформаторы, аппараты защиты от перенапряжений, конденсаторные установки, заземляющие устройства), монтажа комплектных распределительных устройств, эксплуатации оборудования распределительных устройств (шин распределительных устройств, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов, конденсаторных установок, аппаратов защиты от перенапряжений, заземляющих устройств). Не умеет использовать нормативные документы в области эксплуатации силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В; осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий; применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Не владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий; навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатацион-

		ных мероприятий.

Тест- 2 Монтаж и эксплуатация силовых трансформаторов и подстанций напряжением выше 1000 В

Оценка	Количество верно данных ответов
5 (отлично)	14-15
4 (хорошо)	11-13
3 (удовлетворительно)	9-10
2 (неудовлетворительно)	Менее 9

Форма оценивания ответа студента на зачёте

Баллы (рейтинговой оценки)	**Оценка зачета**	**Требования к знаниям**
30-50	*«зачтено»*	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он показал знания организационных и управленческих задач и базовых мероприятий эксплуатационного обслуживания, перечня и основных требований нормативных документов в области эксплуатации электроустановок, методов и технических средств при проведении эксплуатационных мероприятий электротехнического оборудования систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и их объектов; умения использовать нормативные документы, осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий, применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий, навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий в системах элекстроснабжения городов, промышленных предприятий и их объектов.
Менее 30	*«незачтено»*	Оценка «незачтено» выставляется студенту, если он не показал знаний организационных и управленческих задач и базовых мероприятий эксплуатационного обслуживания, перечня и основных требований нормативных документов в области эксплуатации электроустановок, методов и технических средств при проведении эксплуатационных мероприятий электротехнического оборудования систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и их объектов; умений использовать нормативные документы, осуществлять организацию и контроль деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий, применять соответствующие методы и технические средства при проведении эксплуатационных мероприятий. Не владеет методами и техническими средствами при проведении эксплуатационных мероприятий, навыками организации и контроля деятельности при проведении эксплуатационных мероприятий в системах элекстроснабжения городов, про-

		мышленных предприятий и их объектов.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература

1. Хорольский , В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения: учеб. пособие / В. Я. Хорольский , Таранов М. А. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2016. - 288 с.

2. Хорольский, В. Я. Эксплуатация электрооборудования : учебник / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, В. Н. Шемякин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-2511-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106891

3. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий : учебное пособие / Н. К. Полуянович. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 396 с. — ISBN 978-5-8114-1201-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/112060

Дополнительная литература

4. Костин В. Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения. — 2-е изд., доп. — СПб.: СЗТУ, 2005. — 177 с.

5. Хорольский, В. Я. Эксплуатация электрооборудования. Задачник : учебное пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, Ю.А. Медведько. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 176 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-741-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1120824 – Режим доступа: по подписке.

6. Суворин, А. В. Монтаж и эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения : учебное пособие / А. В. Суворин. — Красноярск : СФУ, 2018. — 400 с. — ISBN 978-5-7638-3813-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/117768

7. Привалов, Е. Е. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения : учебное пособие. / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош, под ред. Е. Е. Привалова - Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2018. - 168 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00142.html

8. Шонин, Ю. П. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт силовых масляных трансформаторов / Шонин Ю. П. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01211-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012116.html

Источники ИОС

9. https://ios.biti.mephi.ru.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных необходимым оборудованием.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

Учебно-методические рекомендации для студентов

Дисциплина «Эксплуатация систем электроснабжения» является дисциплиной вариативной части профессионального модуля учебного плана. Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при осуществлении профессиональной деятельности бакалавра, выполнении выпускной квалификационной работы и изучении основных дисциплин по профилю подготовки.

Для эффективного освоения дисциплины студентам необходимо проявлять наибольшую активность во время аудиторных занятий, следовать указаниям ведущего преподавателя, выполнять самостоятельную работу в объеме, установленном рабочей программой дисциплины.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и позволяют сформировать систематизированные основы знаний по дисциплине, позволяют раскрыть наиболее сложные, основополагающие вопросы.

В ходе лекционных занятий надлежит конспектировать наиболее важные положения изучаемой темы, а по окончании занятия задавать вопросы, вызывающие затруднения с усвоением рассматриваемой темы. Рекомендуется перед следующим лекционным занятием повторить материал рассмотренной темы, изучить современную литературу, выполнить самостоятельную работу в заданном объеме.

Лабораторные занятия представляют собой в большей степени самостоятельности выполнение лабораторных работ, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях осваиваются навыки экспериментальных способов анализа действительности, формируются умения работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторное занятие проводится в составе академической группы с разделением на подгруппы. Для успешного выполнения лабораторных работ и освоения дисциплины следует знать теоретический материал соответствующей темы, четко следовать методике выполнения лабораторных работ, выданной преподавателем. По результатам выполнения лабораторной работы проводится оценка текущей успеваемости, которая суммируется к результатам аттестации разделов.

Самостоятельная работа подразумевает под собой проработку теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы по той или иной теме, последующий отчет по результатам самостоятельной работы в форме, установленной преподавателем.

Средством информационной поддержки организации самостоятельной работы студентов в рамках учебной дисциплины являются информационно-образовательная среда (ИОС), электронно-библиотечные системы, доступные БИТИ НИЯУ МИФИ, абонемент и периодика.

Для выполнения самостоятельной работы студенту нужен либо домашний компьютер с доступом в интернет, либо компьютерные класс ВЦ.

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в ИОС.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

В результате освоения дисциплины студенты сдают зачёт.

Методические рекомендации для преподавателей

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в процессе подготовки бакалавра по направлению «Электроэнергетика и электротехника», ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывать содержание учебных вопросов необходимо с акцентированием внимания студентов на практическом применении представляемой теории монтажа и эксплуатации систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и их объектов.

В ходе изложения лекционного материала следует приводить наиболее яркие и запоминающиеся примеры, задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию.

При подготовке к лабораторному занятию преподавателю необходимо ознакомиться с новейшими научными разработками, периодической печатью по тематике занятия для того, чтобы подчеркнуть важность изучаемых вопросов в области эксплуатации систем электроснабжения, обозначить необходимость знания и понимания основополагающих теоретических вопросов, как базиса для последующих научных разработок и успешного освоения квалификации бакалавра по направлению «Электроэнергетика и электротехника». В начале занятия необходимо четко обозначить цель, требования к выполнению лабораторных работ, содержание отчета по лабораторной работе. По результатам выполнения лабораторных работ целесообразно задавать обучающимся дополнительные и уточняющие вопросы с целью повышения глубины знаний по рассматриваемой теме. Вопросы необходимо построить таким образом, чтобы их содержание отражало наибольшим образом практическое применение рассматриваемых вопросов монтажа и эксплуатации систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и их объектов с необходимостью теоретического обоснования. В конце занятия преподаватель должен ответить на вопросы студентов, обозначить наиболее важные выводы по тематике проводимого занятия.

После каждого лекционного и лабораторного занятия необходимо сделать соответствующую запись в журналах учёта посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине.

В результате освоения дисциплины студенты сдают зачёт.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки13.03.02. Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил преподаватель Краснов А.В.

Рецензент: доцент Щеголев С.С.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Председатель учебно-методической комиссии профессор Кобзев Р.А.