

Рабочая программа учебной дисциплины

Основы эксплуатации электрооборудования электростанций и подстанций

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	7
Общее количество часов	252
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	96
– Лекционные (Л)	48
– Практические (ПЗ)	48
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	120
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (36)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	10
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	15
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	18
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	19

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Основы эксплуатации электрооборудования электростанций и подстанций» входит в «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» подготовки обучающихся по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника направленность (профиль) Электрические станции и подстанций.**

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-2 Способен осуществлять организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ, а также планирование и координацию деятельности по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов

Дескрипторы универсальной компетенции:

ПК-2.1 Осуществляет организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов.

ПК-2.2 Обеспечивает планирование и координацию деятельности по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
– Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 329н от 25.04.2023	ПК-2.1 Осуществляет организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов. ПК-2.2 Обеспечивает планирование и координацию деятельности по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов	Знает: ИД 1 ПК.2.1 Нормативные правовые акты и методические документы, регламентирующие деятельность объекта электроэнергетики и электротехники, эксплуатационные требования к ним, требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, производственной санитарии С/01.6; ИД 2 ПК.2.2 Порядок и методы оперативного, текущего и перспективного производственного (техничко-экономического) планирования, правила технической эксплуатации и квалификационные требования к персоналу, осуществляющему деятельность по эксплуатации С/02.6, С/03.6 Умеет: ИД 3 ПК.2.1 Оценивать техническое состояние объектов электроэнергетики и электротехники, разрабатывать техническую и технологическую документацию по их

		эксплуатации С/01.6 ИД 4 ПК.2.2 Осуществлять оперативное, текущее и перспективное планирование производственной деятельности структурного подразделения, направленной на обеспечение исправного состояния, эффективной и безаварийной работы, разрабатывать планы и графики производства работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов электроэнергетики и электротехники С/02.6, С/03.6 Имеет навыки: ИД 5 ПК.2.1 Участия в разработке и утверждении внутренних локальных документов, касающихся организации деятельности по эксплуатации объектов электроэнергетики и электротехники С/01.6 ИД 6 ПК.2.2 Обеспечения взаимодействия структурных подразделений организации в рамках планирования функционирования и эксплуатации объектов электроэнергетики и электротехники С/02.6, С/03.6
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность
(профиль) «Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электроэнергетические системы и сети	Электромеханические комплексы в электроэнергетике
2.	Теоретические основы электротехники	Монтаж и наладка электромеханического оборудования подстанций
3.	Электрические и электронные аппараты	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

**Раздел 2. Тематический план
Очная форма обучения (полный срок)**

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение в эксплуатацию электрооборудования.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
2	Тема 2. Оперативное управление и организация переключений в электроустановках.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
3	Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
4	Тема 4. Диагностика и мониторинг состояния основного оборудования.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
5	Тема 5. Эксплуатация силовых трансформаторов и автотрансформаторов.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
6	Тема 6. Эксплуатация коммутационных аппаратов и распределительных устройств.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
7	Тема 7. Эксплуатация систем собственных нужд электростанций и подстанций.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
8	Тема 8. Расследование и анализ технологических нарушений.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
Вид промежуточной аттестации(Зачет)						
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		36				
Итого		252	48	48	120	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в эксплуатацию электрооборудования. Организация и структура эксплуатационной службы. Дисциплина начинается с определения целей и задач эксплуатации как деятельности, направленной на поддержание оборудования в состоянии, пригодном для выполнения его функций. Рассматриваются организационная структура энергообъектов: цехи (трансформаторов, распределительных устройств, собственных нужд), оперативно-эксплуатационный и ремонтный персонал. Изучаются основные нормативные документы, регламентирующие работу: «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей» (ПТЭ), «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ), а также должностные и производственные инструкции.

Тема 2. Оперативное управление и организация переключений в электроустановках. В этой теме изучается структура оперативного управления на объекте. Определяются роли оперативного, оперативно-ремонтного и административно-технического персонала. Подробно рассматриваются правила выполнения оперативных переключений, включая порядок составления и использования бланков переключений. Анализируются типовые программы и последовательности операций, а также меры по предотвращению ошибок персонала и обеспечению безопасности при работе в электроустановках.

Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования. Тема посвящена системе планово-предупредительного ремонта (ППР), являющейся основой поддержания надежности. Изучаются виды технического обслуживания (ТО), текущих, средних и капитальных ремонтов. Рассматриваются методы контроля состояния оборудования: осмотры, испытания, измерения (например, сопротивления изоляции, тангенса угла диэлектрических потерь). Анализируется организация ремонтных работ, включая составление графиков, подготовку документации и приемку оборудования из ремонта.

Тема 4. Диагностика и мониторинг состояния основного оборудования. Здесь происходит переход от планового к обслуживанию по фактическому состоянию. Изучаются современные методы неразрушающего контроля: тепловизионный контроль для выявления перегревов, хроматографический анализ растворенных в масле газов (ХАРГ) для диагностики трансформаторов, вибродиагностика вращающихся машин, а также анализ частичных разрядов в изоляции. Рассматриваются принципы работы систем непрерывного мониторинга состояния.

Тема 5. Эксплуатация силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Эта тема детально рассматривает правила эксплуатации наиболее ответственного и дорогостоящего оборудования подстанций. Изучаются режимы работы трансформаторов (допустимые перегрузки), требования к качеству и старению трансформаторного масла, порядок проведения его испытаний. Особое внимание уделяется процессам включения трансформатора в сеть и отключению, а также защите от внутренних повреждений (газовая защита).

Тема 6. Эксплуатация коммутационных аппаратов и распределительных устройств. Рассматриваются правила эксплуатации выключателей высокого напряжения (масляных, элегазовых, вакуумных), включая их включение на короткое замыкание, отключение токов нагрузки и осмотры. Изучается эксплуатация разъединителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения. Отдельно анализируются вопросы поддержания чистоты изоляции на открытых распределительных устройствах (ОРУ) в условиях загрязнения атмосферы.

Тема 7. Эксплуатация систем собственных нужд электростанций и подстанций. В рамках темы изучается обеспечение бесперебойного питания вспомогательного оборудования. Рассматриваются схемы питания собственных нужд постоянного и переменного тока, работа аккумуляторных батарей и зарядных устройств. Анализируется работа устройств автоматического ввода резерва (АВР) и бесперебойность питания ответственных потребителей (системы управления, релейной защиты).

Тема 8. Расследование и анализ технологических нарушений. Завершающая тема посвящена действиям персонала при возникновении аварийных ситуаций. Рассматривается порядок расследования причин аварий и отказов в работе. Изучаются методы анализа технологических нарушений для выявления коренных причин, разработки противоаварийных

мероприятий и предотвращения подобных случаев в будущем. Анализируется роль человеческого фактора в обеспечении надежности энергосистемы.

3.2. Содержание практического блока дисциплины Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение в эксплуатацию электрооборудования.
ПЗ 2	Тема 2. Оперативное управление и организация переключений в электроустановках.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования.
ПЗ 5	Тема 4. Диагностика и мониторинг состояния основного оборудования.
ПЗ 6, 7	Тема 5. Эксплуатация силовых трансформаторов и автотрансформаторов.
ПЗ 8	Тема 6. Эксплуатация коммутационных аппаратов и распределительных устройств.

3.3. Образовательные технологии Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение в эксплуатацию электрооборудования.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Оперативное управление и организация переключений в электроустановках.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Диагностика и мониторинг состояния основного оборудования.	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Эксплуатация силовых трансформаторов и автотрансформаторов.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Эксплуатация коммутационных аппаратов и распределительных устройств.	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Эксплуатация систем собственных нужд электростанций и подстанций.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Расследование и анализ технологических нарушений.	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение в эксплуатацию электрооборудования.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Оперативное управление и организация переключений в электроустановках.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Диагностика и мониторинг состояния основного оборудования.	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Эксплуатация силовых трансформаторов и автотрансформаторов.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Эксплуатация коммутационных аппаратов и распределительных устройств.	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Эксплуатация систем собственных нужд электростанций и подстанций.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Расследование и анализ технологических нарушений.	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Общие требования к организации работ по эксплуатации систем электроснабжения
Функции предприятия, эксплуатирующего системы электроснабжения.
2. Нормативно-правовая база в области эксплуатации систем электроснабжения.
3. Основные понятия, термины, определения. Общие подходы к организации системы эксплуатации.
4. Структура контроля системы электроснабжения.
5. Организация работ по техническому обслуживанию электрических подстанций до 220 кВ.
6. Классификация электрических подстанций. Обслуживание оборудования подстанций (силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов, элементов распределительных устройств). Фазировка электрического оборудования.
7. Порядок и последовательность выполнения оперативных переключений на подстанциях до 220 кВ. Общие положения. Распоряжения о переключениях и порядок их выполнения. Последовательность типовых операций.
8. Последовательность операций при включении и отключении электрических цепей.
9. Вывод выключателей в ремонт и ввод их в работу после ремонта.
10. Методы диагностики состояния оборудования электрических подстанций до 220 кВ. Контроль нагрузки оборудования подстанций. Применение средств тепловизионного контроля для оценки состояния оборудования подстанций.
11. Хромотографический анализ масла силового трансформатора. Оценка состояния системы заземления подстанции.
12. Оценка состояния коммутационного оборудования. Оценка состояния шинпровода.
13. Организация работ по техническому обслуживанию воздушных линий электропередачи до 35 кВ.
14. Планирование работ на воздушных линиях и оформление документации. Технические требования и допуски.
15. Ремонт опор, проводов, тросов.
16. Ремонт изолирующих подвесок, арматуры, чистка изоляции.

17. Методы предупреждения гололедообразования.
18. Методы диагностики состояния воздушных линий электропередачи до 35 кВ. Характерные неисправности на воздушных линиях.
19. Осмотры воздушных линий. Проверка расстояния проводов до поверхности земли и различных объектов. Проверка положения опор.
20. Проверка антикоррозионного покрытия металлических опор и подножников. Проверка загнивания древесины опор. Проверка состояния проводов и грозозащитных тросов.
21. Проверка состояния подвесок и арматуры. Проверка состояния заземляющих устройств опор.
22. Организация работ по техническому обслуживанию кабельных линий до 220 кВ. Приемка и ввод кабельной линии в эксплуатацию. Осмотры кабельных линий.
23. Эксплуатационная документация кабельных линий. Допустимые режимы работы кабельных линий.
24. Методы диагностики состояния кабельных линий электропередачи до 220 кВ. Определение целостности жил и правильности выполненной маркировки. Фазировка кабелей. Измерение заземления. Испытание кабельных линий повышенным напряжением выпрямленного тока. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.
25. Измерение блуждающих токов. Контроль осушения изоляции вертикальных и крутонаклонных участков трассы кабеля. Контроль теплового режима работы кабеля. Применение оптоволокон для контроля теплового режима кабельной линии.
26. Мероприятия по защите металлических оболочек кабелей от коррозии. Теория электрохимической коррозии металлов. Подземная коррозия металлов (почвенная коррозия, коррозия блуждающими токами, биокоррозия, виды коррозионных повреждений и их классификация).
27. Защита подземных сооружений от коррозии (защита изолирующими покровами и покрытиями, изолирующие муфты, электрический дренаж, катодная защита, протекторная защита, комплексная защита).
28. Определение мест повреждения линий электропередачи до 220 кВ.
29. Виды повреждений линий. Определение характера повреждения.
30. Методы определения места повреждения (индукционный метод, акустический метод, импульсный метод, метод колебательного разряда, петлевой метод).
31. Современные средства определения мест повреждения.
32. 7. Оперативная документация при эксплуатации систем электроснабжения. Оперативные схемы. Оперативные журналы. Бланки переключений.
33. Требования к работе с персоналом систем электроснабжения. Персонал и эксплуатация. Требования к компетентности специалистов, отвечающих за обслуживание системы электроснабжения.
34. Подготовка персонала по новой должности.
35. Допуск к самостоятельной работе. Контрольные тренировки.
36. Предупреждение и устранение аварийных ситуаций в системах электроснабжения. Порядок организации работ при ликвидации аварий.
37. Причины возникновения аварийных ситуаций в электрических сетях и действия персонала по их устранению. Предупреждение отказов оборудования.
38. Действия персонала при аварийном отключении оборудования.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение в эксплуатацию электрооборудования.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
2	Тема 2. Оперативное управление и организация переключений в электроустановках.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
3	Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования.	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
4	Тема 4. Диагностика и мониторинг состояния основного оборудования.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
5	Тема 5. Эксплуатация силовых трансформаторов и автотрансформаторов.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
6	Тема 6. Эксплуатация коммутационных аппаратов и распределительных устройств.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
7	Тема 7. Эксплуатация систем собственных нужд электростанций и подстанций.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2

8	Тема 8. Расследование и анализ технологических нарушений.	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
---	---	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. **Разработка бланка оперативных переключений.**
 - **Задание:** Составить бланк переключений для вывода в ремонт линейного разъединителя на отходящей линии 10 кВ. Последовательно описать все операции, включая проверку отсутствия напряжения и установку заземляющих ножей.
2. **Анализ результатов хроматографического анализа газов (ХАРГ).**
 - **Задание:** По данным ХАРГ пробы масла из трансформатора (содержание газов: H_2 , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6) определить предполагаемый дефект (например, перегрев, частичный разряд, дуговое замыкание) и его вероятное местоположение.
3. **Разработка годового графика планово-предупредительного ремонта (ППР).**
 - **Задание:** Для заданного перечня основного оборудования подстанции (2 трансформатора, 4 выключателя 10 кВ, 2 выключателя 110 кВ) составить годовой график ППР, распределив виды ремонтов (ТО, Т, К) в течение года с учетом сезонности и надежности электроснабжения.
4. **Составление программы тепловизионного контроля.**
 - **Задание:** Разработать программу проведения тепловизионного обследования оборудования ОРУ 110 кВ в осенне-зимний период. Указать контролируемые элементы, критерии оценки (превышение температуры над температурой окружающей среды) и периодичность.
5. **Разработка инструкции по эксплуатации масляного выключателя.**
 - **Задание:** Составить краткую инструкцию для оперативного персонала по выполнению операций включения и отключения масляного выключателя, а также по проведению ежедневного осмотра.
6. **Расчет допустимой перегрузки трансформатора.**
 - **Задание:** Для силового трансформатора с системой охлаждения М (масляное) определить величину и длительность допустимой систематической и аварийной перегрузки в зимний и летний периоды при заданной начальной нагрузке.
7. **Разработка плана мероприятий по борьбе с "птицами" на ОРУ.**
 - **Задание:** Предложить комплекс мероприятий для предотвращения гнездования птиц и их попадания под напряжение на открытой подстанции 220 кВ, расположенной в лесистой местности.
8. **Составление акта дефектации оборудования.**
 - **Задание:** По результатам осмотра разъединителя РНДЗ-2-110/1000 составить акт дефектации, в котором зафиксированы обнаруженные неисправности (например, износ ламелей контактов, повреждение изоляторов).

9. **Разработка программы испытания изоляции оборудования.**
 - **Задание:** Составить программу проведения высоковольтных испытаний изоляции вводов трансформатора после капитального ремонта, указав испытательное напряжение, аппаратуру и методику измерений.
10. **Анализ работы релейной защиты при аварии.**
 - **Задание:** По данным из журнала РЗА (осциллограммам) проанализировать работу защит при коротком замыкании на шинах 10 кВ: определить, какие защиты сработали, и оценить правильность их функционирования (селективность, быстродействие).
11. **Разработка инструкции по эксплуатации аккумуляторной батареи.**
 - **Задание:** Составить инструкцию для дежурного персонала по контролю состояния аккумуляторной батареи (проверка напряжения на элементах, уровня и плотности электролита, температуры в помещении).
12. **Составление плана тушения пожара на энергообъекте.**
 - **Задание:** Разработать раздел плана тушения пожара для аккумуляторной батареи или трансформаторной мастерской, указав первичные средства пожаротушения и порядок действий персонала.
13. **Разработка программы прогрева трансформатора перед включением.**
 - **Задание:** Для мощного трансформатора, находящегося в резерве при отрицательных температурах, составить программу предпусковых операций, включая контроль температуры верхних слоев масла и порядок подачи напряжения.
14. **Анализ причин технологического нарушения.**
 - **Задание:** На основе описания аварии (например, отключение блока генератор-трансформатор защитой от внутренних повреждений) составить акт расследования, определив причину (например, витковое замыкание), виновных лиц и мероприятия по предотвращению подобных случаев.
15. **Разработка инструкции по наложению и снятию заземлений.**
 - **Задание:** Составить подробную инструкцию для ремонтного персонала по порядку наложения и снятия переносных заземлений в РУ-10 кВ с указанием мер безопасности и проверки отсутствия напряжения.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. **Организация оперативно-технологического управления на энергообъекте.** (Роли диспетчера, начальника смены станции/цеха; структура оперативного обслуживания).
2. **Правила выполнения оперативных переключений в электроустановках.** (Порядок составления бланков переключений, типовые программы, меры безопасности).
3. **Система планово-предупредительного ремонта (ППР) электрооборудования: цели, виды ремонтов и их эффективность.** (Сравнение ППР с ремонтом по текущему состоянию).
4. **Современные методы тепловизионного контроля состояния оборудования ОРУ и ЗРУ.** (Нормативные документы, критерии оценки дефектов, опыт применения).
5. **Диагностика силовых трансформаторов методом хроматографического анализа растворенных в масле газов (ХАРГ).** (Интерпретация результатов, определение вида дефекта).
6. **Эксплуатация аккумуляторных батарей и зарядных устройств систем постоянного тока.** (Контроль параметров, обслуживание, причины отказов).
7. **Обеспечение электромагнитной совместимости и борьба с коррозией на территории открытых подстанций.** (Влияние электромагнитного поля, методы защиты персонала и конструкций).
8. **Анализ причин аварийности основного электрооборудования и разработка противоаварийных мероприятий.** (Изучение актов расследования технологических нарушений).
9. **Особенности эксплуатации элегазового оборудования (КРУЭ): преимущества, недостатки и требования к обслуживанию.** (Сравнение с традиционными РУ, контроль давления и влажности элегаза).

10. **Техническое обслуживание измерительных трансформаторов тока и напряжения.** (Методы проверки, нормы сопротивления изоляции, схемы испытаний).
11. **Эксплуатация систем собственных нужд (СН) электростанций и подстанций.** (Надежность питания СН, работа устройств АВР, дизель-генераторные установки).
12. **Подготовка и проведение высоковольтных испытаний электрооборудования после монтажа и ремонта.** (Методики испытаний, техника безопасности, современное испытательное оборудование).
13. **Охрана труда при выполнении работ в электроустановках: подготовка рабочего места и допуск бригады.** (Оформление наряда-допуска, инструктажи, обязанности ответственных лиц).
14. **Применение беспилотных летательных аппаратов (дронов) для инспекции линий электропередачи и оборудования подстанций.** (Преимущества технологии, анализ полученных данных).
15. **Цифровизация в эксплуатации энергообъектов: переход к цифровым подстанциям и автоматизированным системам управления.** (Стандарт МЭК 61850, системы мониторинга и диагностики в режиме реального времени).

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета

1. Какова основная задача оперативного персонала на электростанции/подстанции?
2. Какие виды инструктажей должен пройти персонал перед допуском к самостоятельной работе?
3. Что такое «оперативный журнал» и почему он является юридическим документом?
4. В каких случаях электрооборудование должно быть немедленно выведено из работы?
5. Что включает в себя понятие «приемка-сдача смены»?
6. Какие требования предъявляются к ведению оперативных переговоров?
7. Что такое «график нагрузки» и как он влияет на эксплуатацию оборудования?
8. Какие виды осмотров электроустановок существуют (плановые, внеочередные)?
9. Какова цель проведения противоаварийных тренировок персонала?
10. Каков порядок допуска командированного персонала к работам в действующих установках?
11. Какие параметры силового трансформатора подлежат обязательному контролю при осмотре?
12. Какое предельно допустимое превышение температуры масла в трансформаторе (верхних слоев)?
13. Чем опасна работа трансформатора с перегрузкой сверх установленных норм?
14. Какие внешние признаки указывают на неисправность высоковольтного выключателя?
15. В чем заключается контроль за состоянием элегазовой изоляции (SF₆) в КРУЭ?
16. Какова роль аккумуляторных батарей в системе собственных нужд подстанции?
17. Какие проверки проводятся у разъединителей перед выполнением операций переключения?
18. Что контролируется при эксплуатации измерительных трансформаторов тока и напряжения?
19. Какие основные причины срабатывания газовой защиты трансформатора?
20. Как влияет загрязнение изоляторов на надежность работы открытых распределительных устройств (ОРУ)?

Список вопросов для экзамена

1. Электрическое хозяйство промышленных предприятий.
2. Уровни системы электроснабжения.
3. Схемы электроснабжения, их структура, граница раздела промышленное предприятие - энергосистема.

4. Влияние технологии производства, условий окружающей среды и иных факторов на выбор структурных, схемных и конструктивных решений при разработке СЭ ПП.
5. Структуры систем электроснабжения промпредприятий. Требования, предъявляемые к СЭ ПП. Источники питания и требование к источникам питания.
6. Электрические нагрузки (графики нагрузки) потребителей промышленных предприятий.
7. Определение рационального размещения, числа и мощности силовых трансформаторов.
8. Упрощенные методы расчета токов КЗ.
9. Выбор коммутационных аппаратов на напряжении выше 1 кВ и расчет токоведущих частей.
10. Способы и средства компенсации реактивной мощности.
11. Компенсация реактивной мощности в сетях промышленных предприятий со специфическими нагрузками.
12. Показатели качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 13109-97.
13. Способы улучшения качества электроэнергии.
14. Специальные средства для улучшения качества электроэнергии.
15. Экономический ущерб, возникающий при работе электроприемников при недопустимых отклонениях напряжения.
16. Методы и средства ограничения отклонений напряжения.
17. Меры, применяемые для ограничения размаха изменений (колебаний) напряжения и уменьшения их влияния на сеть.
18. Использование симметрирующих и фильтрокомпенсирующих устройств.
19. Специфика построения систем электроснабжения до 1 кВ.
20. Построение цеховых сетей: общепромышленных, постоянного тока, осветительных и др. специальных;
21. Выбор коммутационно-защитных аппаратов и сечений проводников сетей до 1 кВ.
22. Учет и отчетность по электроэнергии.
23. Форма учета; технические средства учета и отчетности; диспетчеризация электрохозяйства; электросбережение.
24. Организация управления системами электроснабжения.
25. Щиты управления, контрольно-измерительные средства.
26. Системы и питающие сети; выбор элементов; электрооборудование электростанций и подстанций. Общие указания по выбору и размещению подстанций.
27. Определение центра электрических нагрузок.
28. Размещение цеховых ТП и РП, выбор трасс линий межцеховой сети.
29. Типы цеховых ТП, конструкции цеховых ТП.
30. Схемы внешних сетей СЭ ПП. Требования к схемам внешнего электроснабжения. Схемы электрических соединений на ГПП и ГРП.
31. Схемы межцеховых сетей. Требования к схемам межцеховых сетей.
32. Радиальные, магистральные и смешанные схемы. Схема двухцепной магистрали.
33. Цель регулирования напряжения в узлах системы, уровни регулирования напряжения и средства регулирования напряжения в электрических системах.
34. Глухое заземление, изолированная нейтраль, эффективно заземленная нейтраль, компенсированная нейтраль.
35. Условия, влияющие на выбор режима нейтрали электроустановок различных номинальных напряжений.
36. Устойчивость асинхронных и синхронных двигателей и узлов нагрузки, меры повышения устойчивости;
37. Причины возникновения и особенности несимметричных режимов.
38. Переходные процессы узла промышленной нагрузки, учет переходных процессов при выборе электрооборудования.
39. Запуск и самозапуск электродвигателей, учет требований по надежности электроснабжения при расчетах пуска и самозапуска электродвигателей.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Какая основная цель проведения тепловизионного контроля оборудования подстанции? а) Определение точного места повреждения изоляции; б) **Выявление элементов оборудования с аномальным перегревом для предотвращения отказа**; в) Измерение полного сопротивления цепи фаза-ноль; г) Проверка целостности заземляющего устройства.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Кто несет персональную ответственность за безопасное проведение работ в электроустановке при выполнении оперативных переключений? а) Производитель работ; б) Наблюдающий; в) Допускающий; г) **Оперативный руководитель работ (например, начальник смены цеха)**.

Правильный ответ: г)

Вопрос 1.3 Какой документ является основным основанием для вывода основного оборудования (трансформатора, выключателя) в ремонт? а) Заявка от потребителя; б) Предписание инспектора Ростехнадзора; в) **Наряд-допуск на производство работ**; г) Устное распоряжение главного инженера.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.4 Что такое "видимый разрыв" в оперативной схеме распределительного устройства? а) Отключение автоматического выключателя; б) Снятие предохранителей; в) **Отключение разъединителя**, конструкция которого обеспечивает визуальный контроль отсоединения контактов; г) Установка переносного заземления.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.5 Каким образом проверяется отсутствие напряжения на токоведущих частях перед допуском бригады к работе? а) По показаниям вольтметра; б) По отсутствию сигнала световой индикации; в) **С помощью специального указателя напряжения соответствующего класса**; г) Путем кратковременного касания проводника рукой в диэлектрической перчатке.

Правильный ответ: в)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных параметра, которые необходимо контролировать при эксплуатации аккумуляторной батареи. а) Уровень шума при заряде; б) **Уровень и плотность электролита**; в) **Напряжение на отдельных элементах (банках)**; г) Цвет корпуса аккумуляторов.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.2 Выберите два вида осмотров оборудования, проводимых оперативным персоналом в течение смены. а) Ежегодный технический осмотр; б) **Ежемесячный обход**; в) **Ежедневный (дневной или ночной) осмотр**; г) Осмотр после стихийного бедствия (урагана).

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Какие две основные функции выполняет система собственных нужд (СН) электростанции/подстанции? а) Генерация электроэнергии для внешней сети; б) **Обеспечение питания приводов выключателей и другой аппаратуры РЗА**; в) **Питание вспомогательного оборудования (насосы, вентиляторы, освещение)**; г) Компенсация реактивной мощности.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Выберите два основных мероприятия по защите оборудования ОРУ от перенапряжений. а) Регулярная покраска металлоконструкций; б) **Установка ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)**; в) **Применение стержневых молниеотводов**; г) Увеличение сечения ошиновки.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.5 Выберите два документа, которые обязан изучить производитель работ перед началом выполнения задания по наряду. а) План финансово-хозяйственной деятельности предприятия; б) **Техническую документацию на оборудование**; в) **Инструкцию по охране труда и технике безопасности**; г) График отпусков персонала.

Правильный ответ: б), в)

Установите соответствие между видом оперативного обслуживания оборудования и его определением.

А) Оборудование без постоянного дежурства	1) Оборудование, находящееся в оперативном управлении вышестоящего диспетчера.
Б) Оборудование с постоянным дежурством	2) Оборудование, обслуживаемое оперативно-выездными бригадами (ОВБ).
В) Оборудование в оперативном ведении	3) Оборудование, находящееся в ведении одного лица из числа оперативного персонала с правом самостоятельного оперирования.
Г) Оборудование в оперативном управлении	4) Оборудование, операции с которым проводятся только по распоряжению и с разрешения вышестоящего оперативного персонала.

Правильный ответ: А – 2, Б – 3, В – 4, Г – 1

Укажите правильную последовательность действий при выводе в ремонт силового трансформатора (схема с отделителем и короткозамыкателем): 1\$ Принять решение о необходимости ремонта; 2\$ Отключить выключатели со стороны всех обмоток; 3\$ Отключить разъединители; 4\$ Дождаться прекращения работы короткозамыкателя (если он сработал); 5\$ Включить заземляющие ножи в сторону трансформатора.

Правильный ответ: 2-4-3-5

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Полковниченко, Д. В. Основные вопросы эффективной эксплуатации электроэнергетических систем: учебное пособие / Д. В. Полковниченко, А. А. Булгаков, И. Б. Гуляева. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 376 с. — ISBN 978-5-9729-1501-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133236.html>

2. Бухтояров, В. Ф. Охрана труда при эксплуатации электроустановок: учебное пособие / В. Ф. Бухтояров. — 2-е изд. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 270 с. — ISBN 978-5-4497-1768-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124637.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Аминов, Р. З. Атомные и тепловые электрические станции: особенности эксплуатации в энергетических системах : учебное пособие / Р. З. Аминов, А. Н. Егоров, В. Е. Юрин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 154 с. — ISBN 978-5-4497-5311-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/158908.html>

4. Щегольков, А. В. Электрические сети и комплексы : учебное пособие / А. В. Щегольков, А. В. Кобелев. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 96 с. — ISBN 978-5-8265-2755-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145347.html>

5. Михеев, Г. М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования / Г. М. Михеев. — 3-е изд. — Саратов : Профобразование, 2024. — 297 с. — ISBN 978-5-4488-0089-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145936.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Основы эксплуатации электрооборудования электростанций и подстанций**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. *Лекции* дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на *понимание смысла* основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно *подробно разобрать типовые примеры*, выясняя в деталях *практическое значение выученного теоретического материала*.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

**Основы эксплуатации электрооборудования
электростанций и подстанций**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)