

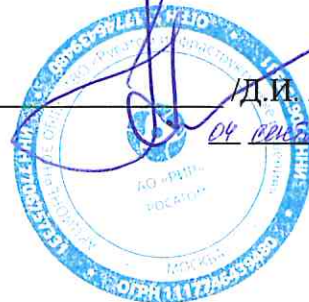
Акционерное общество

"Русатом Инфраструктурные решения"

119017, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Якиманка, ул Большая Ордынка, д. 40,
стр. 1

ОГРН 1117746439480, ИНН/КПП 7706757331/770601001, тел: +7 919 902-31-29, e-mail:
office@rusatom-utilities.ru

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель генерального директора
по управлению персоналом
АО "РИР"



/Д.И. Артюшкин /
04 сентября 2023 г.

**Дополнительная профессиональная программа - программа
повышения квалификации
«Эксплуатация электрооборудования ТЭС»**

Москва
2023

1. ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Дополнительная профессиональная программа – программа повышения квалификации «Эксплуатация электрооборудования ТЭС» (далее - Программа) направлена на формирование профессиональных компетенций, которыми должен обладать руководящий персонал среднего и высшего управленческого звена компаний, имеющих в своем составе тепловые электрические станции, в части эксплуатации электротехнического оборудования. Программа предусматривает изложение основных принципов действия, устройства и особенностей конструкций, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, диагностики силовых трансформаторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, высоковольтных коммутационных аппаратов, КРУ и КРУЭ, средств защиты от грозových и коммутационных перенапряжений, современных тенденций в их развитии. В Программе также изложены основные сведения о грозových и коммутационных перенапряжениях и принципах ограничений их величин при эксплуатации электрооборудования.

Цель освоения программы: сформировать у обучающихся профессиональные компетенции для эксплуатации электротехнического оборудования в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов и руководств по эксплуатации заводов-изготовителей, информирование обучающихся о современных тенденциях в области электроаппаратостроения.

Нормативный срок освоения: объем дисциплины составляет 20 часов: 18 часов - лекционного типа, 2 часа - итоговая аттестация в форме экзамена.

Общая характеристика программы

Повышение квалификации, согласно п. 9 ст. 2 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» – далее «Закон об образовании», относится к дополнительному профессиональному образованию, в рамках которого осуществляются программы повышения квалификации.

Под повышением квалификации понимается обучение тех лиц, которые имеют профессию в определенной сфере (области промышленной экологии, охраны окружающей среды, производстве энергии и других), и хотят усовершенствовать профессиональные навыки, знания и умения, не повышая при этом образовательный уровень.

Предшествующий уровень образования слушателя – высшее или среднее профессиональное образование. Слушатель должен иметь документ государственного образца о высшем образовании с присвоением соответствующей диплому квалификации, квалификации (степени) «бакалавр», либо «специалист», либо «магистр»; документ государственного образца о среднем профессиональном образовании.

Выдаваемый документ: Удостоверение о повышении квалификации

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Теоретическое освоение физических процессов, протекающих в высоковольтных электрических аппаратах, изучение устройства высоковольтных электрических аппаратов и их эксплуатационных характеристик, требований нормативных документов в области их эксплуатации и ремонта с целью обеспечения грамотной и надежной эксплуатации электрооборудования электрических станций.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Принципы работы силовых трансформаторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, разрядников и ограничителей перенапряжений;
- Принципы гашения электрической дуги в масляных, вакуумных и элегазовых выключателях;
- Конструкции силовых трансформаторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, масляных, вакуумных и элегазовых выключателей, разъединителей, разрядников и ограничителей перенапряжений;
- Нормальные и аномальные режимы работы силовых трансформаторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, масляных, вакуумных и элегазовых выключателей, разъединителей, разрядников и ограничителей перенапряжений;
- Вопросы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта силовых трансформаторов, трансформаторов тока и напряжения;
- Современные методы оценки технического состояния силовых трансформаторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, масляных, вакуумных и элегазовых выключателей, разъединителей, разрядников и ограничителей перенапряжений ;

Понимать:

- смысл требований действующих нормативно-технических документов в области эксплуатации электротехнического оборудования;
- Последствия превышений номинальных и допустимых режимов и параметров при эксплуатации электротехнического оборудования;
- Последствия нарушений объемов и периодичности технического обслуживания и ремонтов электротехнического оборудования;

Уметь:

- Анализировать техническое состояние электротехнического оборудования по результатам испытаний и измерений для оценки его технического состояния и возможности дальнейшей эксплуатации;
- Анализировать защищенность электротехнического оборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений для принятия мер по снижению перенапряжений и обеспечению надежной работы оборудования;
- Анализировать обеспеченность необходимым оборудованием и материалами для надежной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, диагностики электротехнического оборудования;
- Планировать техническое обслуживание и ремонт электротехнического оборудования и их объемов в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов в области эксплуатации электротехнического оборудования и руководств заводов-изготовителей.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель генерального директора
по управлению персоналом
АО "РИР"



/Д.И. Артюшкин /
04 сентября 2023 г.

**Учебный план
дополнительной профессиональной программы
(программы повышения квалификации)
«Эксплуатация электрооборудования ТЭС»**

Категория слушателей: руководители высшего и среднего уровня филиалов и их производственных структурных подразделений.

Срок обучения: 20 академических часов.

Форма обучения: очная, очно-заочная

**Программа повышения квалификации по направлению
«Эксплуатация электрооборудования ТЭС»**

| №п/п | Наименование разделов, дисциплин, тем | Сроки обучения, часов | |
|------|--|-----------------------|----------------------|
| | | Лекционные занятия | Практические занятия |
| 1. | Силовые трансформаторы | 6 | |
| 2. | Измерительные трансформаторы тока и напряжения | 4 | |
| 3. | Высоковольтные коммутационные аппараты | 4 | |
| 4 | Современные тенденции электроаппаратостроения | 2 | |
| 5. | Перенапряжения в электроустановках и аппараты защиты от перенапряжений | 2 | |
| | Экзамен | | 2 |
| | Всего часов | | 20 |

Календарный график обучения

| № п/п | Наименование разделов, тем | Порядковые номера недель (час.) | | Всего часов учебной нагрузки |
|----------|---|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| | | 1* | | |
| | | Лекционные занятия | Практические занятия | |
| 1. | Силовые трансформаторы | 6 | - | 6 |
| 2. | Измерительные трансформаторы тока и напряжения | 4 | - | 4 |
| 3. | Высоковольтные коммутационные аппараты | 4 | - | 4 |
| 4 | Современные тенденции электроаппаратостроения | 2 | - | 2 |
| 5. | Перенапряжения в электроустановках и аппараты защиты от перенапряжений | 2 | - | 2 |
| | Экзамен | 2 | | |
| | Всего часов | 20 | | |

* - Даты обучения будут определены при наборе группы на обучение.

**Учебный план
дополнительной профессиональной программы
(программы повышения квалификации)**

«Эксплуатация электрооборудования ТЭС»

Тема 1: Силовые трансформаторы

Принцип работы силового трансформатора и их основные технические характеристики.

Основные элементы конструкции силовых трансформаторов, их назначение, влияние на технические и экономические показатели работы трансформатора.

Изоляция силовых трансформаторов и предъявляемые к ней требования.

Современные тенденции в трансформаторостроении, позволяющие повысить надежность работы и экономические показатели.

Эксплуатация силовых трансформаторов. Характерные неисправности силовых трансформаторов и статистика их повреждаемости.

Испытания и измерения силовых трансформаторов. Современные средства диагностики силовых трансформаторов.

Трансформаторные масла для трансформаторов и их эксплуатация.

Ремонт силовых трансформаторов.

Тема 2: Измерительные трансформаторы тока и напряжения

Назначение, принципы работы, конструкции измерительных трансформаторов тока и напряжения, технические характеристики, схемы соединений.

Погрешности измерений и классы точности измерительных трансформаторов.

Современные тенденции в разработке измерительных трансформаторов, направленные на повышение точности, надежности и расширение функциональных возможностей.

Основные требования к эксплуатации измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Понятие о феррорезонансных процессах и способах предотвращения повреждений трансформаторов напряжения при их возникновении.

Тема 3: Высоковольтные коммутационные аппараты

Гашение электрической дуги переменного тока, особенности гашения дуги в масле, вакууме, элегазе.

Требования, предъявляемые к высоковольтным выключателям.

Конструктивные особенности масляных, вакуумных и элегазовых выключателей. Преимущества современных вакуумных и элегазовых выключателей перед масляными выключателями. Конструкции высоковольтных выключателей разных производителей.

Разъединители, их назначение, конструктивные особенности.

Конструкции КРУ-6-35, КСО-6-10 кВ и КРУЭ-110 кВ разных производителей и их особенности.

Эксплуатация высоковольтных коммутационных аппаратов и комплектных распределительных устройств.

Современные средства диагностики высоковольтных коммутационных аппаратов.

Тема 4: Современные тенденции электроаппаратостроения

Развитие конструкций КРУ и КСО с вакуумными выключателями в ГК «Таврида Электрик».

Опыт применения КСО «Новация» и «Классика» в филиале АО «Квадра»-«Воронежская генерация».

Конструкции КРУ-6 (10) кВ производства ООО «Мосэлектроцит».

Модульные конструкции подстанций 110 кВ производства ЗАО «ЗЭТО», их преимущества. Применение модульных конструкций ОРУ-110 кВ на предприятиях АО «Квадра».

Тема 5: Перенапряжения в электроустановках и аппараты защиты от перенапряжений

Сведения о грозовых и внутренних перенапряжениях, их опасность для высоковольтного оборудования.

Методы ограничения грозовых и внутренних перенапряжений в электроустановках.

Аппараты защиты от перенапряжений электроустановок, их принцип действия, характеристики, преимущества и недостатки.

Рекомендации по выбору параметров ограничителей перенапряжений.

Техническое обслуживание аппаратов защиты от перенапряжений и методы диагностики.

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

4.1. Материально-технические условия реализации программы

Для эффективной реализации программы необходимо нижеследующее материально-техническое обеспечение.

При проведении очного формата обучения оснащение представляет собой индивидуальное рабочее место студента или мультимедийную аудиторию с современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, возможностью получения и передачи электронных документов.

Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из мультимедийного проектора и автоматизированного проекционного экрана. Мультимедийная аудитория также должна быть оснащена широкополосным доступом в сеть Интернет. Аудитория должна размещать необходимое число студентов. Индивидуальное рабочее место студента должно, включать компьютерный стол, стул, персональный компьютер. Каждый компьютер должен иметь широкополосный доступ в сеть Интернет. При проведении дистанционного формата обучения оснащение представляет собой доступ в сеть Интернет с выделением ссылки на платформу обучения, возможностью демонстрации учебных презентационных материалов и обеспечением коммуникации «студент-преподаватель».

Рабочее место преподавателя включать компьютерный стол, стул, персональный компьютер с широкополосным доступом в сеть Интернет с возможностью демонстрации учебных презентационных материалов и обеспечением коммуникации «студент-преподаватель».

4.2. Учебно-методическое обеспечение программы

| № п/п | Наименование документа |
|-------|--|
| 1 | Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. Утв. Приказом Минэнерго РФ от 04.10.2022 №1070. |
| 2 | ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7. |
| 3 | СТО 34.01-23.1-001-2017 «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» |
| 4 | СТО 56947007-29.180.01.048-2010 «Инструкция по эксплуатации трансформаторов» |
| 5 | РД 153-34.3-35.125-99 «Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений», утв. «РАО ЕЭС России» 12.07.1999. |
| 6 | П.Г. Грудинский, С.А. Мандрыкин, М.С. Улицкий. Техническая эксплуатация основного оборудования станций и подстанций. М., «Энергия», 1974 г. |
| 7 | Л.А. Родштейн. Электрические аппараты. Энергоатомиздат.1989 г. |
| 8 | М.А Шабад «Трансформаторы тока в схемах релейной защиты». Москва, НТФ «Энергопроцесс», «Энергетик» 1998 г. |
| 9 | Трансформаторы напряжения трехфазной антирезонансной группы НАЛИ-СЭЩ-6(10). Техническая информация (справочная) ОРТ135.006 ТИ |
| 10 | Трансформаторы напряжения ЗНОЛ-СЭЩ-35-IV НОЛ-СЭЩ-35-IV. Техническая информация (справочная) ОРТ.135.033 ТИ |
| 11 | ГК «Таврида Электрик». Вакуумный выключатель ВВ/TEL-10. Руководство по эксплуатации. |

| | |
|----|---|
| 12 | ГК «Таврида Электрик». ОПН 3-110 кВ. Руководство по эксплуатации. |
| 13 | Методические указания по применению ограничителей в электрических сетях 110-750 кВ, утв. «РАО ЕЭС России» 30.09.1999. |
| 14 | ООО «ЭТЗ «Вектор». Камеры сборные одностороннего обслуживания серии «Новация». Руководство по эксплуатации. ВИЕГ 674512.009 РЭ ОКПД 2 27.12.10.190 |
| 15 | ОАО «Электроцит». Выключатель вакуумный типа ВВУ-СЭЦ-II-10-50. Руководство по эксплуатации 2ГК.256.041 РЭ. |
| 16 | ОАО «Электроцит». Выключатели вакуумные серии ВВУ-СЭЦ-II-35. Техническая информация ТИ-231-2023. |
| 17 | Выключатели элегазовые ВГТ-110. Руководство по эксплуатации. ИВЕЖ.674122.002 РЭ. |
| 18 | Д.т.н., профессор Ф.Х. Халилов. Средства защиты от перенапряжений. Молниезащита и электромагнитная совместимость в электроэнергетике. Учебное пособие. Издание НОУ «Центр подготовки кадров энергетики», Санкт-Петербург, 2012. |
| 19 | Русов В. А., главный инженер ООО ДИМРУС, г. Пермь. Частичные разряды в силовых трансформаторах, используемое диагностическое оборудование, ожидаемые результаты. |
| 20 | Долгинов А.И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике, М., «Энергия», 1968 г. |
| 21 | Электрическая часть станций и подстанций, учебник для вузов под редакцией А.А. Васильева, М., «Энергия», 1980 г. |
| 22 | Брускин Д.Э. и др. Электрические машины, учеб. для электротех. спец. Вузов, Ч. 2, М., «Высшая школа», 1987 г. |

4.3. Образовательные технологии, используемые в процессе реализации программы

Занятия проводятся дистанционно в форме видеосвязи с демонстрацией содержания лекций и графических материалов на мониторах обучающихся. При подготовке к занятиям следует уделить внимание проработке лекционного материала, изучению основной и дополнительной литературы в соответствии с рабочей программой дисциплины. Желательно выделять спорные и недостаточно освещённые в литературе вопросы для последующего изучения на занятии и получения необходимых консультаций преподавателя. Обучающимся предоставляется возможность задавать вопросы по окончании соответствующих тем в режиме онлайн или размещать их на сайте учебного центра.

5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Все дисциплины курса являются обязательными для изучения.

Вид обязательной итоговой аттестации – экзамен, который проводится с целью выявления индивидуальной эффективности усвоения знаний по темам Программы. Экзамен проводится в виде индивидуального онлайн-тестирования по билетам, включающим 4 вопроса, по 5-ти балльной шкале. Предлагается 5 билетов, т.е. 5 вопросов.

Критерии оценки:

При проведении итогового экзамена в форме онлайн-тестирования устанавливаются следующие критерии оценки знаний выпускников:

- правильный ответ на 5 вопросов – 5 баллов;

- правильный ответ на 4 вопроса – 4 балла;
- правильный ответ на 3 вопроса – 3 балла;
- правильный ответ на 2 и менее вопроса -2 балла.

Вопросы к экзамену:

1. Число витков в первичной обмотке трансформатора в 3 раза больше числа витков во вторичной обмотке. На первичную обмотку подали напряжение U . Чему равно напряжение на вторичной обмотке трансформатора?
2. Высоковольтный электрический аппарат, предназначенный для отключения и включения электрической цепи без тока или с незначительным током, который для обеспечения безопасности имеет между контактами в отключенном положении изоляционный промежуток.
3. Для чего в силовых трансформаторах применяется термосифонный фильтр?
4. Какое устройство силового трансформатора предохраняет его от разрыва бака при внутреннем повреждении?
Какое устройство позволяет производить регулирование напряжения силового трансформатора без отключения его от сети?
6. Как должен производиться отбор газа из газового реле в силовом трансформаторе?
7. Разрешается ли размыкать вторичную обмотку трансформатора тока при протекании тока в первичной обмотке?
8. Когда производится замена силикагеля в воздухоосушителе силового трансформатора?
9. Какие погрешности имеют трансформаторы тока?
10. Для чего предназначен измерительный трансформатор напряжения?
11. Какой погрешностью характеризуется точность работы трансформаторов тока для релейной защиты?
12. Для чего служит расширитель силового трансформатора?
13. В каком режиме работает измерительный трансформатор тока?
14. Для чего предназначены силовые трансформаторы?
15. Для чего предназначены высоковольтные выключатели?
16. Что такое номинальный ток отключения выключателя?
17. Что представляют собой классы точности трансформаторов тока?
18. Для чего служит масло в маломасляных выключателях?
19. Какие высоковольтные коммутационные аппараты имеют устройств гашения электрической дуги?
20. Как соединены обмотки силового трансформатора, если он имеет группу 11?
21. Как соединены обмотки силового трансформатора, если он имеет группу 0?
22. В какой среде восстановление электрической прочности промежутка между контактами выключателя, при его отключении, выше?
23. Какой аппарат защиты от грозовых перенапряжений имеет искровые промежутки и блоки вилитовых дисков?
24. Допускается ли отключение тока нагрузки разъединителем внутренней установки?
25. Защищают ли нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН), установленные на шинах распределительного устройства 6 кВ, присоединения (электродвигатели, трансформаторы) при их отключении вакуумным выключателем?
26. Когда на трансформаторах с системой охлаждения Д должно автоматически включаться дутьевое охлаждение?
27. Когда на трансформаторах с системой охлаждения Д должно автоматически отключаться дутьевое охлаждение?
28. Какая температура верхних слоев масла является максимально допустимой при нормальной нагрузке трансформатора с системой охлаждения Д?
29. Каким током определяется номинальный ток отключения выключателя высокого напряжения?

30. Какой из методов диагностики высоковольтного оборудования электрооборудования не требует его вывода из работы?

6. СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Наместников Александр Михайлович – эксперт Службы по работе с персоналом филиала АО «Квадра» - «Центральная генерация»

Юнда Анастасия Алексеевна - ведущий специалист офиса по обучению и развитию производственного и инженерного персонала