

**Программа ДПО «Оценка технического состояния измерительных трансформаторов и узлов силовых трансформаторов 35-750 кВ. Анализ информации об эксплуатации этого оборудования с помощью систем искусственного интеллекта».**

№	Название темы, раздела темы	Кол-во часов
<b>1</b>	<b>Оценка технического состояния трансформаторов тока и напряжения</b>	5 ч
1.1	Обзор существующих методов диагностирования измерительных трансформаторов 35-750 кВ и выявляемые с их помощью дефекты. Особенности, достоинства и недостатки методов. Схема выявления дефектов с ранжированием современных методов диагностирования по эффективности и чувствительности к видам дефектов.	1ч
1.2	Современные отечественные и зарубежные тенденции диагностирования измерительных трансформаторов. (включая обзор существующей НТД, МЭК). Расширенный набор контролируемых параметров и их трендов, применяемый экспертами при оценке состояния измерительных трансформаторов, в том числе набор диагностических параметров, применяемый экспертами ЭДИС “Альбатрос”, при оценке состояния ТТ и ТН.	2 ч
1.3	Новые графические и аналитические способы идентификации вида повреждения ТТ и ТН на основе хроматографического анализа.	1ч
1.4	Использование частотных характеристик изоляционных материалов (DFR) для оценки влагосодержания твердой изоляции. Практические аспекты диагностирования частотными методами - источники ошибок измерения.	1ч
<b>2</b>	<b>Оценка технического состояния узлов силовых трансформаторов</b>	8 ч
2.1	Обзор существующих методов диагностирования высоковольтных вводов силовых трансформаторов 110-750 кВ и выявляемые с их помощью дефекты. Особенности, достоинства и недостатки методов. Схема выявления дефектов с ранжированием современных методов диагностирования по эффективности и чувствительности в зависимости от вида дефекта.	1ч
2.2	Современные отечественные и зарубежные тенденции диагностирования высоковольтных вводов (включая обзор существующей НТД, МЭК). Расширенный набор контролируемых параметров и их трендов, применяемый экспертами при оценке состояния высоковольтных вводов, в том числе набор диагностических параметров, применяемый экспертами ЭДИС “Альбатрос”, при оценке состояния вводов масляных выключателей.	2 ч
2.3	Новые графические и аналитические способы идентификации вида повреждения высоковольтных вводов на основе хроматографического анализа.	1ч
2.4.	Обзор существующих методов диагностирования устройств переключения силовых трансформаторов и выявляемые с их помощью дефекты. Чувствительность диагностических методов по выявлению дефектов РПН и ПБВ. Опыт применения прибора контроля состояния контактов и соединений в РПН высоковольтных силовых трансформаторов марки «Ганимед».	1ч
2.5	Диагностирование РПН с помощью анализа растворённых в масле газов. Критерии оценки контактора по соотношению пар газов и превышению регламентированных значений (зарубежный опыт и НИР разработки авторов). Совместное применение 2-х методик оценки АРГ для уточнения характера и степени развития дефектов в избирателе и предизбирателе (НИР авторов).	1ч
2.6	Новые подходы к интерпретации результатов АРГ в методических указаниях по техническому диагностированию развивающихся дефектов маслонаполненного высоковольтного электрооборудования по результатам анализа газов, растворенных в минеральном трансформаторном масле» 2019 г (взамен РД 153-34.0-46.302-00). Особенности применения нового стандарта при назначении периодичности АРГ и назначения операций технического обслуживания и ремонта для силовых трансформаторов, измерительных трансформаторов и высоковольтных вводов.	2 ч
<b>3</b>	<b>Трансформаторное масло. Марки. Способы производства. Эксплуатация.</b>	14 ч
3.1	Марки масел: классы, свойства. Структурно-групповой состав. Молекулярный состав. Химическая связь. Технологии получения трансформаторных масел. Достоинства и недостатки различных марок масел.	2 ч.
3.2	Поведение масел в эксплуатации. Регенерация трансформаторных масел, их очистка. Анализ существующих методов очистки и оборудования. Критерии принятия решений о восстановлении, доливках, замене масел.	2ч.
3.3	Смешение разных марок трансформаторных масел. Правила смешения и существующие ограничения. Программы исследования допустимости смешения и определения пропорций масел. Поведение смесей масел в работающем оборудовании.	2 ч
3.4	Методы испытаний трансформаторных масел.	2 ч
3.5	Применение коэффициента Вермана, удельного объёмного сопротивления, влагосодержания, кислотного числа и тангенса диэлектрических потерь масла для оценки качества трансформаторного масла. Многопараметрическая оценка масла с учетом взаимного влияния перечисленных факторов.	2 ч
3.6	Взаимодействие системы изоляции бумага-масло. Современное понимание процесса миграции воды в системе бумага-масло. Использование параметров относительного влагосодержания масла и точки росы для своевременного выбора необходимых эксплуатационных мероприятий.	2 ч
3.7.	Оптические характеристики масла. Отечественные и зарубежные методы контроля качества трансформаторного масла, основанные на параметрах оптического контроля. Эффективность новых параметров.	2 ч.
<b>4.</b>	<b>Оценка надёжности измерительных трансформаторов и узлов силового трансформатора</b>	4 ч

4.1	Анализ повреждаемости ИТ 35-750 кВ в разрезе производителей, причин, мест и виновников повреждения ТТ и ТН, основанный на статистическом материале разработчиков. Интенсивность повреждаемости ИТ с разным сроком эксплуатации.	2 ч
4.2	Анализ повреждаемости высоковольтных вводов силовых трансформаторов и масляных выключателей в разрезе производителей, причин, мест повреждения и виновников, основанный на статистическом материале разработчиков. Интенсивность повреждаемости вводов с разным сроком наработки.	1 ч
4.3	Анализ повреждаемости переключающих устройств силовых трансформаторов в разрезе производителей, причин, мест повреждения и виновников, основанный на статистическом материале разработчиков. Интенсивность повреждаемости РПН с разным сроком эксплуатации.	1 ч
<b>5</b>	<b>Использование экспертной системы в анализе технико-экономического состояния парка электрооборудования</b>	<b>23 ч</b>
5.1	Отработка современных приёмов диагностирования ИТ с помощью ЭДИС «Альбатрос» с максимальным использованием видов анализа информации на реальных примерах. Рассмотрение динамики развития повреждений и действий персонала по обнаружению и устранению дефекта на реальных примерах: разбираются характерные повреждения ТТ и ТН, типичные ошибки, допускаемые персоналом при занесении оперативной и паспортной информации, а также при анализе состояния ИТ.	6 ч
5.2	Отработка современных приёмов диагностирования высоковольтных вводов и РПН с помощью ЭДИС «Альбатрос» с максимальным использованием видов анализа информации на реальных примерах. Рассмотрение динамики развития повреждений и действий персонала по обнаружению и устранению дефекта на реальных примерах. Разбираются характерные повреждения узлов трансформатора, типичные ошибки, допускаемые персоналом при занесении оперативной и паспортной информации, а также при анализе состояния вводов и РПН.	6 ч
5.3	Навыки анализа парка ИТ, стоящего на контроле в разрезе видов измерений, степени развития повреждения, структурных единиц предприятия, типов ИТ и применения различных наборов критериев оценки контролируемых параметров. Аудит качества измерений и диагностических процедур, проводимых персоналом. Анализ затрат на эксплуатацию оборудования.	3 ч
5.4	Сравнительный анализ отечественных и зарубежных методик ранжирования ИТ по техническому состоянию и оценок риска их отказов. Менеджмент рисков отказов электрооборудования (международные и отечественные стандарты). Анализ отечественных и зарубежных методик оценок риска отказов (обобщение по материалам зарубежных конференций).	2 ч
5.5	Рассмотрение алгоритма выбора очерёдности операций техобслуживания и ремонта с учетом индекса технического состояния ИТ и высоковольтных вводов, реализованного в ЭДИС. Настройки ПО.	2 ч
5.6	Новые стандарты форм протоколов измерений. Отражение максимума аналитической информации и требования Энергонадзора. Настройка формы протокола оценки тех. состояния ИТ и вводов. Возможности настройки системы на особенности филиала. Особенности работы со справочниками, в т.ч. средств измерений и взаимозаменяемости вводов.	2 ч
5.7	Периодичность испытаний ИТ и узлов СТ согласно СТО 34.01-23.1-001-2017 «Объём и нормы испытаний электрооборудования». Особенности режима автоматической верстки плана испытаний оборудования в ЭДИС «Альбатрос», редактирование библиотеки периодичности измерений. Оптимизация набора необходимых измерений и их периодичности.	1 ч
5.8	Организация информационных потоков об эксплуатации электрооборудования между службами, производственными отделениями и управлением предприятия. Синхронизации автоматического обмена информацией между управлением и филиалами с помощью задаваемого расписания и другие настройки отдельного модуля ЭДИС «Транслятор».	1 ч
<b>6</b>	<b>Технологии изготовления измерительных трансформаторов</b>	<b>8 ч</b>
6.1	Современные технологии изготовления ИТ, повышающие их ресурс.	2 ч
6.2	Входной контроль качества материалов. Контроль соблюдения технологии изготовления. Приёмо-сдаточные испытания и специальные методы контроля, применяемые на заводе.	2 ч
6.3	Обзор материалов конференций по эксплуатации и повреждаемости ИТ и узлов силовых трансформаторов 35-750 кВ за последние 3 года (материалы будут розданы участникам на CD).	4ч
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>