

Федеральная
Сетевая Компания



Единой
Энергетической Системы

Обобщение мировых тенденций развития техники и технологий
электроэнергетики
(по итогам 46-ой сессии СИГРЭ 2016 г.)

Исследовательский комитет В-3

Епифанов Андрей Михайлович –
руководитель подкомитета В3 РНК СИГРЭ

1. Краткие сведения об исследовательском комитете ВЗ. Сфера деятельности и основные направления работ.
2. Рабочие группы исследовательского комитета ВЗ.
3. Участие представителей РНК СИГРЭ в рабочих группах исследовательского комитета ВЗ.
4. Итоги 46-й сессии СИГРЭ.
5. ПТ1 «Прогресс в технологиях подстанций».
6. ПТ2 «Разработки и новые идеи в конструкции подстанций».
7. ПТ3 «Прогресс в сфере управления подстанциями».
8. Оптимизация технического обслуживания.
9. Заключение.



Область деятельности
исследовательского комитета В3
(подстанции и электрические
установки в электростанциях, за
исключением генераторов):



Основные цели деятельности
исследовательского комитета В3:

повышение надежности оборудования ПС

повышение эффективности управления
активами

сдерживания воздействия отрицательных
факторов на окружающую среду



Краткие сведения об исследовательском комитете В-3. Структура В3.



Действующие рабочие группы исследовательского комитета В3:

Номер рабочей группы	Направление деятельности
B3-45 (Application of non-SF6 gases or mixtures in medium voltage and high voltage gas-insulated switchgear)	Применение газов и газовых смесей, не содержащих шестифтористую серу, в газоизолированных РУ среднего и высокого напряжения
B3-43 (Contemporary solutions for low cost substations)	Современные решения для малозатратных подстанций
B3-44 (Substation servicing and supervision using mobile devices and smart sensing)	Обслуживание и наблюдение на подстанциях с использованием мобильных устройств и интеллектуальных сенсорных устройств
B3-42 (Reliability analysis and design guidelines for LV AC/DC Auxiliary systems)	Анализ надежности и рекомендации по проектированию низковольтных вспомогательных систем переменного / постоянного тока
B3-41 (Mobile Substations Incorporating HV GIS - Design Aspects)	Особенности проектирования мобильных подстанций с использованием КРУЭ
B3-40 (SF6 Gas measurement Guide)	Руководство по измерению параметров элегаза
B3-39 (Impact of NCIT applications on HV Gas Insulated Switchgear)	Влияние нетрадиционных измерительных трансформаторов (приборов) на КРУЭ высокого напряжения
B3-38 (Management of risk in Substations)	Управление рисками на подстанциях
B3-37 (Internal arc effects in medium voltage switchgear (1-52 kV) - mitigation techniques)	Воздействие внутренней дуги в КРУ среднего напряжения (1-52 кВ) - методы уменьшения последствий
B3-35/CIREД (Substation earthing system design optimisation through the application of quantified risk analysis)	Оптимизация системы заземления путем применения количественного анализа рисков
B3-24 (Benefits of PD diagnosis on GIS condition assessment)	Преимущества диагностики частичных разрядов для оценки состояния КРУЭ
B3-34 (Expected impact of future grid concept on substation management)	Ожидаемое влияние концепции электрической сети будущего на управление подстанциями
B3-32 (Saving through Optimized Maintenance of Air Insulated Substations)	Экономия за счет оптимизации технического обслуживания подстанций с ОРУ

По итогам обсуждения представленных материалов на 46 сессии СИГРЭ принято решение о создании новой рабочей группы исследовательского комитета В3 под номером В3-48 (Asset health indices for equipment in existing Substations), которая будет заниматься вопросами индексов технического состояния оборудования ПС.



Участие представителей РНК СИГРЭ в рабочих группах исследовательского комитета ВЗ.

На данный момент членами рабочих групп исследовательского комитета ВЗ от РНК СИГРЭ являются:

Дарьян Леонид Альбертович, Директор по научно-техническому сопровождению АО «Техническая инспекция ЕЭС»	ВЗ-44 (Обслуживание подстанции и надзор с использованием мобильных устройств с интеллектуальным сенсорным восприятием)
	ВЗ-48 (индексы технического состояния оборудования ПС)
Янин Максим Анатольевич, начальник испытательного центра, ЗАО «Профотек».	ВЗ-39 (Влияние нетрадиционных измерительных трансформаторов (приборов) на высоковольтные элегазовые выключатели (КРУЭ))

Участие в мероприятиях представителей ВЗ РНК СИГРЭ:

Дарьян Леонид Альбертович, Директор по научно-техническому сопровождению АО «Техническая инспекция ЕЭС»	Участие в работе рабочей группы ВЗ-44	Нюрнберг, март 2017г.
	Участие в работе рабочей группы ВЗ- 48	Австрия, август 2017г.
Епифанов Андрей Михайлович, заместитель главного инженера ПАО "ФСК ЕЭС"	Совместное с подкомитетами и РНК СИГРЭ АЗ и ВЗ совещание по цифровой ПС.	Москва, октябрь 2017г.

Участие представителей ВЗ в других рабочих группах:

Дарьян Леонид Альбертович, Директор по научно-техническому сопровождению АО «Техническая инспекция ЕЭС»	Д1-52 (Измерение влагосодержания трансформаторных изоляционных жидкостей - Сравнение результатов измерений влагосодержания твердотельными датчиками и по методикам, применяемым в химических лабораториях)
---	--





ООО «Эльмаш (УЭТМ)» - коллективный член РНК СИГРЭ, участвует в подкомитетах РНК СИГРЭ: А2, А3, В3.



• **Участие «Эльмаш (УЭТМ)» в 45-ой и 46-ой сессии СИГРЭ в Париже:**

- техническая выставка в период Сессии CIGRE позволяет налаживать контакты и коммерческие отношения с партнерами и поставщиками ключевых компонентов высоковольтного оборудования;
- дискуссионное обсуждение научных докладов;
- отслеживание тенденций и инноваций в области электрических систем высокого напряжения.

• **А3-111 Доклад сессии СИГРЭ 2016 о трансформаторах напряжения большой мощности:**

- Озвученная тема в докладе поднимает вопрос об отсутствии нормативной базы в международных стандартах МЭК с появлением нового вида оборудования;
- В связи с разработкой ТН большой мощности «Эльмаш (УЭТМ)» вопрос о формировании нормативно-технической документации возникнет и на уровне отечественной стандартизации;
- Сотрудничество с СИГРЭ и МЭК способствует и развитию национальных стандартов.



В рамках 46-й сессии СИГРЭ по тематике Исследовательского комитета (ИК) В3 «Подстанции» состоялись следующие мероприятия:

- заседание рабочих групп ИК В3 «Подстанции»;
- постер-сессия ИК В3 «Подстанции» (23.08.2016 г.);
- закрытое заседание ИК В3 «Подстанции» (24.08.2016 г.);
- дискуссионное заседание ИК В3 «Подстанции» (25.08.2016 г.);

Всего в рамках комитета В3 на 46-й сессии СИГРЭ было представлено **38 докладов из 21 страны.**

Основные направления, рассматриваемые в рамках 46-й сессии СИГРЭ:

ПТ1 «Прогресс в технологиях подстанций»

- разработки в сегменте выключателей и линий с элегазовой изоляцией, включая технологии постоянного тока;
- интеграция нетрадиционных измерительных трансформаторов;
- внедрение новых материалов и технологий на подстанциях.

ПТ2 «Разработки и новые идеи в конструкции подстанций»

- внедрение МЭК 61850 на существующих подстанциях;
- повышение эксплуатационной готовности подстанций;
- решения для модульных, комплектных, быстро развертываемых и морских подстанций;
- адаптация подстанций под новые требования, предъявляемые к энергосистемам.

ПТ3 «Прогресс в сфере управления подстанциями»

- измерение рисков и оптимизация принятия решения относительно объектов энергосистем, экономика подстанций, организация технического обслуживания;
- взаимодействие клиентов и акционеров в части проектирования и управления жизненным циклом;
- показатели производительности, остаточного ресурса, исправности и состояния оборудования подстанций;
- вспомогательные и дополнительные системы подстанций;
- управление базами данных, методики проектирования и обучение.

В докладе **В3-101** резюмируется базовое понимание технологии нетрадиционных измерительных трансформаторов (НТИТ), сообщается о положительном опыте их эксплуатации в США с 2004 года с применением катушек Роговского и, в последнее время, – схемах релейной защиты оборудования.

Доклад **В3-105** рассказывает об опробовании новой экологичной альтернативы SF₆, основанной на использовании перфторированного кетона с пятью атомами углерода (C5 PFK) на подстанции 170 кВ в Швейцарии;

Новая смесь содержит:

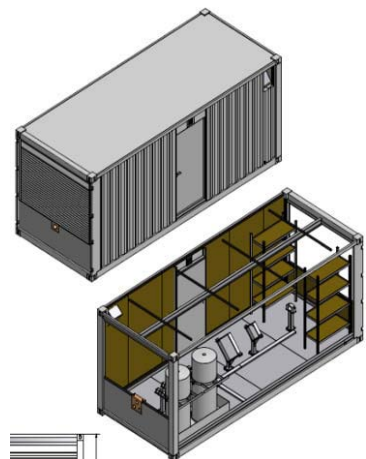
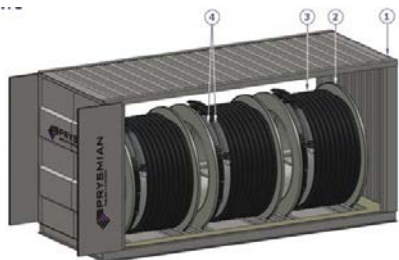
- Фторокетон (C5 PFK), углекислый газ (CO₂) и кислород (O₂) для газоизолированного РУ 170 кВ;
- Фторокетон (C5 PFK), азот (N₂) и кислород (O₂) для газоизолированного РУ 24 кВ.

ПС введена в эксплуатацию в 2015 году в Цюрихе.

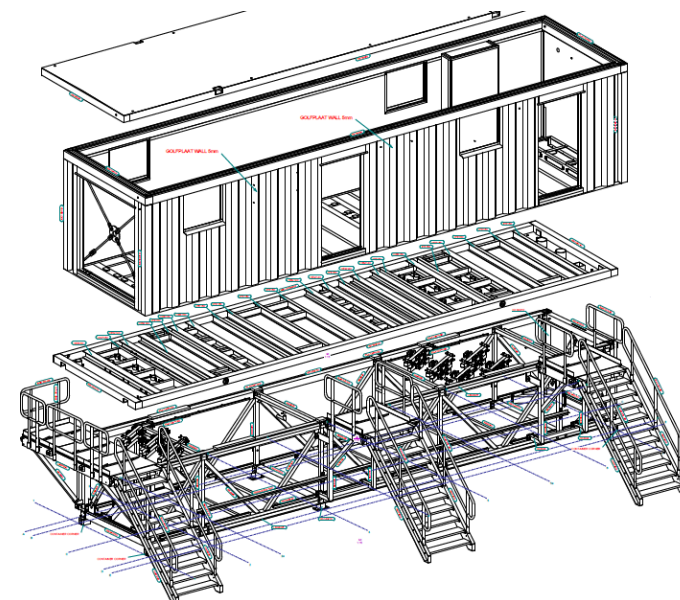
Доклад **В3-106** описывает испытания новой газовой смеси (из гептафторизобутиронитрила C₄F₇N и фонового углекислого газа CO₂) или «g³» в качестве изоляции в ГИ КРУ 145 кВ (6% C₄F₇N и 94% CO₂) и ГИЛ 420 кВ типа Т155.



В докладе **В3-108** рассмотрена возможность применения вместо элегаза смеси азота и кислорода для различных компонентов ГИ КРУ. При этом для выключателя подобного КРУ наиболее приемлемым считается решение с вакуумной дугогасительной камерой (на рис. Выключатель 72,5 кВ с ВДК и изоляцией из азота).



Доклад **В3-207** сообщает о разработке быстро разворачиваемой мобильной подстанции 72,5 кВ, которая может быть установлена за 90 часов. Эта стратегия также может применяться при ликвидации ЧС для быстрого восстановления электроснабжения после аварии. Необходимы модификации оборудования для ускорения транспортировки и разворачивания подстанции и установке кабельных муфт, обеспечивающих быстрое подключение, заводские испытания всего оборудования для уменьшения объема пусконаладочных работ на площадке

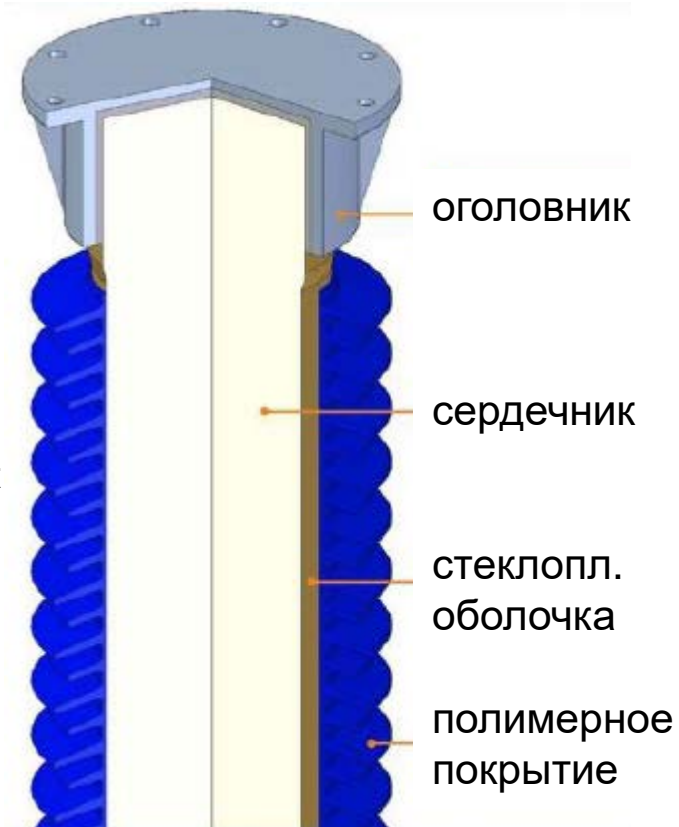


В области разработок и новых идей в конструкции подстанций мировое научное сообщество интересуют следующие вопросы:

- Проблемы безопасности и рисков, возникающие по мере освоения новой техники и технологии на подстанциях;
- Рост использования распределенной энергии, который в свою очередь меняет структуру сети. Новые факторы, которые необходимо принимать во внимание при проектировании подстанций, аспекты работы подстанций требующие проработки;
- Целесообразность определения методик испытания, требований к монтажу и техобслуживанию оборудования до появления проблем путем внедрения инновационных идей и концепций;

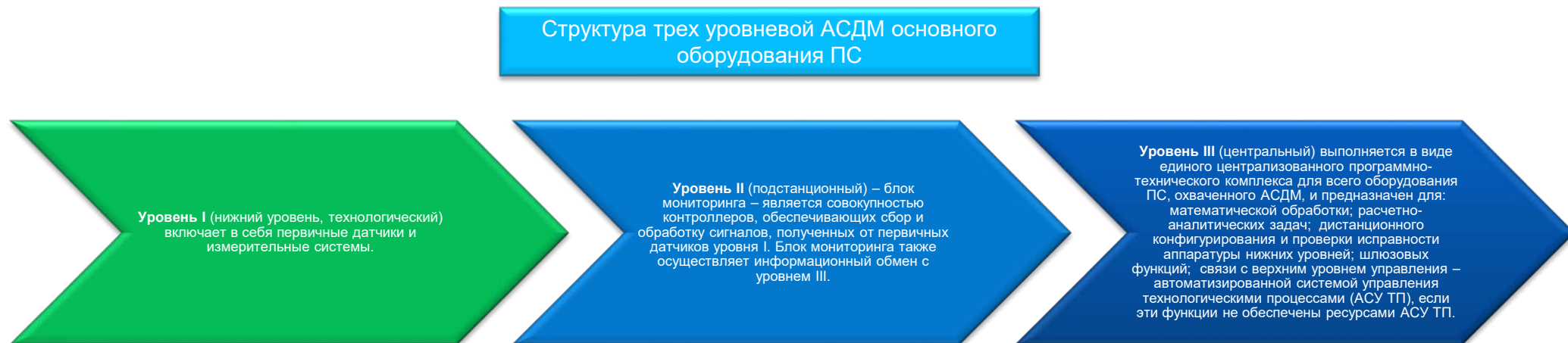
В частности в докладе **В3-102** описывается процесс испытания изоляторов, имеющих новую гибридную конструкцию со сплошным сердечником и полимерным корпусом, что теперь является новым стандартом МЭК/TS 62896.

В докладе **В3-204** описывается опыт японских инженеров в разработке крупномасштабной системы хранения энергии с использованием аккумуляторов на 20 МВт·ч по модульному принципу с возможностью масштабирования. В данном случае ставятся повышенные требования к безопасности в области возникновения рисков пожара на подстанции, поскольку система содержит электролит на нефтяной основе.



Представитель подкомитета ВЗ РНК СИГРЭ Директор по научно-техническому сопровождению АО «Техническая инспекция ЕЭС» Дарьян Леонид Альбертович в рамках рабочей группы ВЗ–213 выступил с докладом, в котором рассказывает о том, как ПАО «МОЭСК» применяет инструмент под названием «автоматизированная система контроля и диагностики» (АСКД). В рамках доклада приведена информация о том, что в ПАО «МОЭСК» проведена работа, направленная на систематизацию и обобщение разрозненных технических требований к АСДМ отдельных видов ВВО (силовых трансформаторов, высоковольтных выключателей, измерительных трансформаторов, КРУЭ, ограничителей перенапряжений, кабельных муфт, ГИЛ) и подстанций в целом.

В этой работе реализованы принципы построения АСДМ, которые затрагивают вопросы организационного (архитектура АСДМ, интеграция АСДМ в систему информационного обмена электроэнергетического объекта) и технического (например, выбор оптимального количества датчиков АСДМ, обеспечивающих решение поставленных задач) характера. Показано, что в условиях Российской Федерации возможно применение трёх, четырёх- или пятиуровневой АСДМ. При этом при любом числе уровней нижний уровень – технологический, самый верхний уровень – экспертно-аналитический.



Разработана методика и проведена оценка срока окупаемости АСДМ для различных видов оборудования ПС. Показано, что если отношение стоимости АСДМ к стоимости оборудования не превышает 4%, то средний срок окупаемости АСДМ составляет, примерно, 10 лет.

На основе анализа статистики аварийности ВВО ПС ПАО «МОЭСК» проведена оптимизация конфигурации АСДМ, что позволило снизить ее стоимость, примерно, на 30% по сравнению с обычной конфигурацией АСДМ.

Разработано типовое техническое решение по внедрению АСДМ основного оборудования на ПС ПАО «МОЭСК».

Результаты выполненной работы будут использованы при создании нормативно-технической базы АСДМ ВВО и ПС в целом.



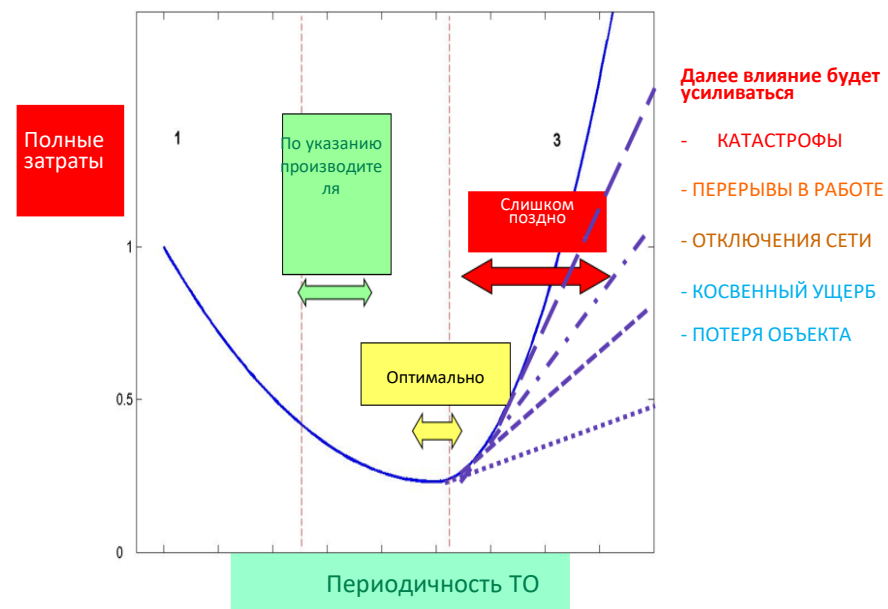
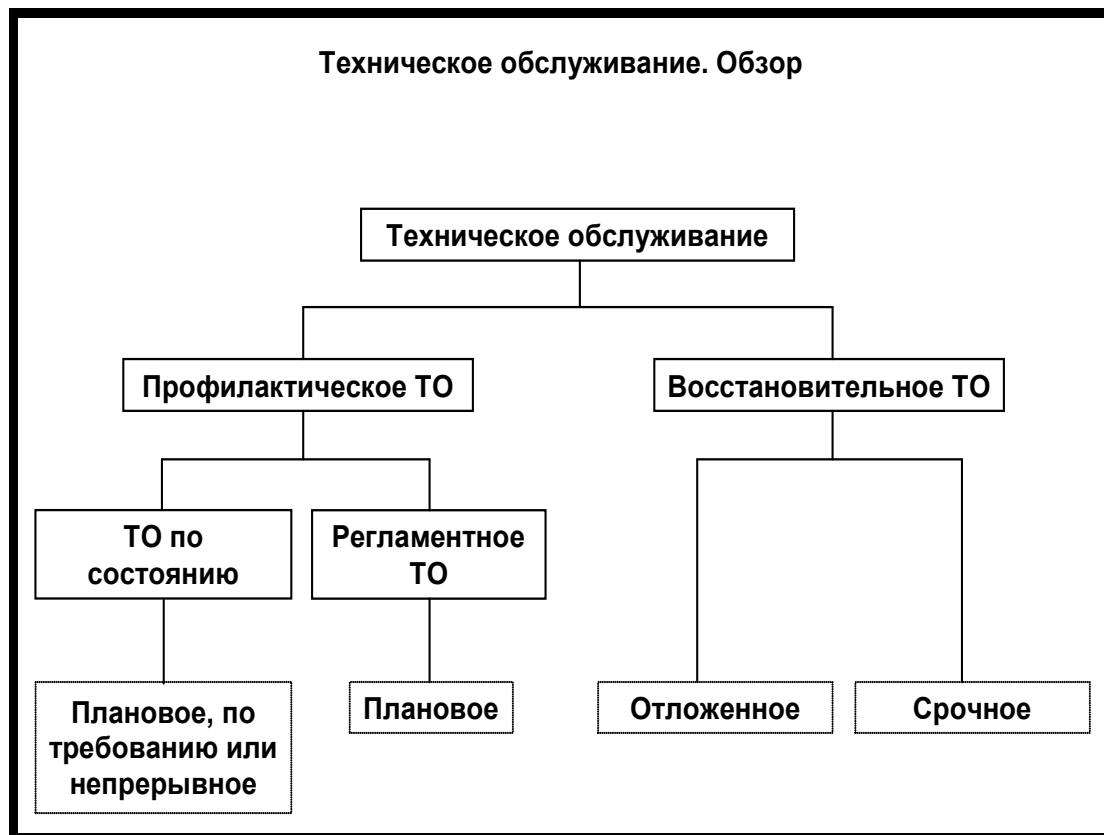
Наиболее интересной является доклад рабочей группы В3.32, которая в июне 2016 года выпустила техническую брошюру №660 по теме: «Экономия за счет оптимизации технического обслуживания на открытых подстанциях», в которой определены направления, по которым можно получить экономию затрат. Доклад обсуждает результаты клиентского исследования, характеристики и показатели различных режимов техобслуживания. Отмечена тенденция управления активами, при которой расходы в течение срока службы и «роль» активов считаются более предпочтительными, чем традиционное техобслуживание, что, как правило, приводит к уменьшению числа аварий, требующих вмешательства. Подчеркнута концепция «вмешательства» в противовес техобслуживанию и та роль, которую играют инспекции и диагностика в увеличении периодов между интрузивными ремонтами. Как альтернатива, может быть принято решение в пользу замены или ремонта, в зависимости от других аспектов логистики и в соответствии с целями подстанции, например, бороться с отключением электроснабжения или контролировать старение оборудования.



АКТИВЫ – ЭТО КЛЮЧ к
коммерческому успеху для всех
отраслей !!!



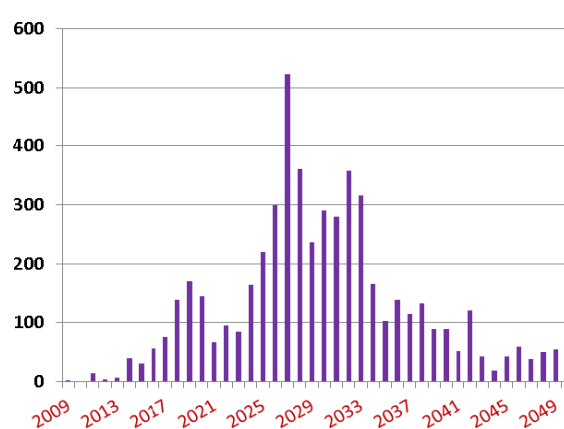
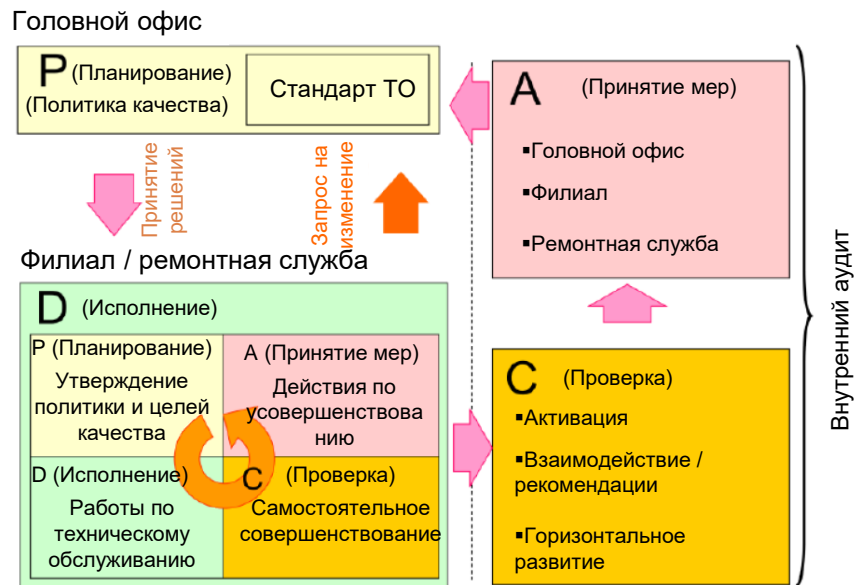
Стратегии технического обслуживания



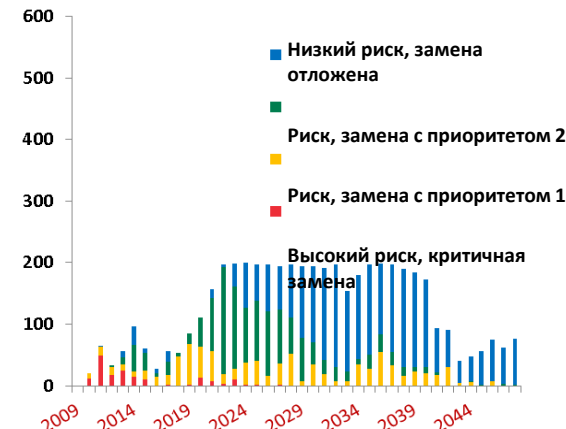
ВЛИЯНИЕ ЗАТРАТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ РЕМОНТАМИ



Стратегии технического обслуживания



Исходный анализ потребности в замене активов



Оптимизированный анализ потребности в замене активов

ДИАГРАММА «ПЛАНИРОВАНИЕ-ИСПОЛНЕНИЕ-ПРОВЕРКА-ПРИНЯТИЕ МЕР» (PDCA)

ПРИМЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАМЕНЫ АКТИВОВ ПОСЛЕ ОЦЕНКИ РИСКОВ, ЯПОНИЯ



Экономию можно получить с помощью следующих изменений:

Стратегия технического обслуживания. Работы по периодическому техобслуживанию (ПТО) обычно проводят реже, чем рекомендовано производителем. Этому способствует эксплуатационный опыт и оценка состояния. Сочетание ПТО и ТОС остается основной стратегией работ по техническому обслуживанию. Однако, в перспективе растущего финансового давления, можно еще более сократить затраты на ТО, сосредоточив внимание на критичности тех или иных объектов сети и взяв ее за основу при ТОН и ТОР.

Группировка работ. Поскольку отключения для ТО являются доминирующей причиной недоступности цепей, очень привлекательно выглядит идея использовать периоды отключений, как плановых, так и иных, для проведения максимально возможного объема работ за это время. Для этого нужно вести перечни необходимых работ, учитывать их приоритеты, влияния и доступные временные рамки.

Процессы. Ожидается, что процессы менеджмента объектов, такие, как описано в ISO 55000, приобретут широкое распространение и даже, возможно, станут обязательными в ряде случаев. Результатом этого станут согласованные подходы к организации и выполнению работ, упорядоченных по приоритетности и коммерческой целесообразности, что принесет значительную экономию.

Стандарты технического обслуживания. Разработка единых практических стандартов, применимых ко всему ответственному оборудованию в системе, имеет огромное значение.

Базы данных. Сбор данных о техническом обслуживании и анализ причин и тенденций отказов, разработка альтернативных диагностических технологий, обработка и хранение данных – всё это обязательно для совершенствования работ по техническому обслуживанию без существенных потерь надежности. Необходимо создание баз данных, которые дадут предприятиям возможность подтвердить потенциал в отношении отказов конкретного оборудования, вести подробные инспекционные записи и учет отказов по каждому объекту.

Обучение инженеров, способных оценивать и анализировать тенденции отказов – еще один значимый фактор.

Менеджмент затрат жизненного цикла. Важный фактор, который может принести значительную экономию. Теоретически это позволит выбирать новое оборудование, которое будет согласовываться с уже установленными объектами, чтобы обеспечить единство задач, расходных материалов, запасных частей и подготовки персонала. Могут выбираться объекты с меньшими требованиями к техническому обслуживанию; ярким примером здесь может служить досрочное списание воздушных выключателей и замена их элегазовыми устройствами. Это также приведет к оптимизации решений относительно текущего технического обслуживания, ремонта и замены.

Компьютерные системы управления техническим обслуживанием (КСУТО). Сегодня на большинстве предприятий электроэнергетики существуют компьютерные системы управления техническим обслуживанием (КСУТО), которые позволяют управлять значительным объемом регистрируемых данных. С их помощью предприятия могут прогнозировать, планировать, следить за проведением и контролировать результаты технического обслуживания сетевых объектов. Весь этот информационный массив на современных предприятиях представляет собой фундаментальный аспект управления техническим обслуживанием и связанными с ним расходами.

Менеджмент затрат жизненного цикла. Оптимизация технического обслуживания и экономия могут реалистично достигаться только тогда, когда предприятие будет знать, из каких основных элементов состоят затраты на техническое обслуживание. Теоретически это позволит выбирать новое оборудование, которое будет согласовываться с уже установленными объектами, чтобы обеспечить единство задач, расходных материалов, запасных частей и подготовки персонала. Могут выбираться объекты с меньшими требованиями к техническому обслуживанию; ярким примером здесь может служить досрочное списание воздушных выключателей и замена их элегазовыми устройствами. Это также приведет к оптимизации решений относительно текущего технического обслуживания, ремонта и замены. Создание моделей затрат по видам деятельности – формальный процесс, который комбинирует ресурсы, сетевые объекты и данные внутри КСУТО с нормативным планом счетов, по которому предприятие составляет свою финансовую отчетность.

Стратегия планомерности. Эта стратегия позволяет вводить инициативы не по одной, а комплексно. Есть пример, который показал, что изучение потребностей компании позволило реализовать широкий спектр инициатив и получить сокращение годового бюджета эксплуатационных затрат на 33% за период продолжительностью 15 лет.

Ключевые показатели эффективности. Оценка результатов по ключевым показателям эффективности очень важна для оценки стоимостного уровня тех или иных видов деятельности с достигнутых результатов. Многие применяют ключевые показатели эффективности для отслеживания тенденций с этой целью. Другие проводят сравнительный анализ. Эти методы позволяют выработать подход к совершенствованию результатов.

Управление кадрами. Квалификационная база, необходимая для управления активами, представляет собой еще один вопрос, требующий проработки для обеспечения планомерности. В некоторых странах применяются инициативы, стимулирующие обучение в школах, технических училищах, колледжах, техникумах, отраслевых вузах. Схема трудоустройства – на самом предприятии или у стороннего поставщика услуг – зависит от ситуации на конкретном местном рынке.



Наиболее актуальны являются следующие направления, находящиеся в сфере деятельности исследовательского комитета ВЗ:

2016	ПТ1 - Достижения в области технологий подстанций (ПС)	Внедрение нетрадиционных измерительных трансформаторов Внедрение на подстанциях новых технологий и материалов
	ПТ2 - Современные разработки и новое видение конструкций ПС	Внедрение МЭК 61850 на существующие ПС
	ПТ3 - Эволюция в управлении ПС	Количественная оценка рисков и принятие решений по оптимизации оборудования, экономические показатели ПС, управление техническим обслуживанием
		Взаимодействие заинтересованных сторон по вопросам проектирования ПС и управления сроком эксплуатации
2018	ПТ2 - Эволюция в управлении подстанциями	Производительность, остаточный срок службы и показатели технического состояния оборудования ПС
		Управление информацией, методы проектирования и обучение
		Прогрессивные технологии управления подстанциями, новые информационные технологии, робототехника и применение 3D-методов.
	ПТ3 - Охрана труда, промышленная и экологическая безопасность и обеспечение качества на подстанциях	Количественное выражение рисков и оптимизация принятия решений по распоряжению активами, экономика подстанций, управление техобслуживанием и жизненным циклом.
Производительность оборудования подстанций, остаточный ресурс, показатели исправности и состояния.		
		Вопросы физической и кибернетической безопасности подстанций.





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

