



ОТЧЕТ

об участии в работе 48-й Генеральной сессии Международного Совета по Большим Электрическим Системам (СИГРЕ) и заседаниях Исследовательского Комитета ВЗ «Подстанции и электроустановки»
в г. Париж, Франция, с 18 по 27 августа 2021 года



**Celebrating
100 years
and beyond**

Отчет подготовил:

Воденников Дмитрий Александрович
представитель РНК СИГРЭ в
исследовательском комитете ВЗ
«Подстанции и электроустановки»

Жилкина Юлия Викторовна

контактные данные:

дата составления отчета:

Москва 2021

1. Электронная сессия 2020 года

В период с 18 по 27 августа 2021 года состоялась 48-я Генеральная сессия Международного Совета по Большим Электрическим Системам (СИГРЭ). Сессия 2021, приуроченная к 100 – летию юбилею СИГРЭ, прошла в гибридном формате – очно в Париже (Франция) и онлайн. Впервые в истории СИГРЭ случай, когда Сессия проводилась в нечетный год и в данном формате.

Темой пленарного заседания, открывшего 48-ю Сессию, стал доклад председателя совета директоров Государственной электросетевой корпорации Китая г-на Синь Баоаня об энергопереходе с использованием стандартов в области интернета энергии. На панельной дискуссии обсудили вопросы интеграции ВИЭ в мировые энергосистемы. С докладом о роли «зеленая» генерация в достижении целей углеродной нейтральности выступил заместитель генерального директора Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) Гаури Сингх.

Россию на 48-й Сессии СИГРЭ представила статс-секретарь, заместитель Министра энергетики РФ Анастасия Бондаренко, которая выступает в рамках Форума «Женщины в энергетике» в рамках СИГРЭ. Преподаватели ведущих энергетических вузов страны, представителей инжиниринговых и инновационных компаний, специализирующихся на разработке современных решений для энергетики, и профильных ассоциаций приняли участие в исследовательских и молодежных секциях СИГРЭ.

Официальный сайт сессии: <https://session.cigre.org/>

В рамках 48-й сессии СИГРЭ по тематике Исследовательского комитета (ИК) В3 «Подстанции и электроустановки» состоялись следующие мероприятия:

- заседание рабочих групп ИК В3 «Подстанции и электроустановки»;
- закрытое заседание ИК В3 «Подстанции и электроустановки» (23.08.2021г.);
- дискуссионное заседание ИК В3 «Подстанции и электроустановки» (25-26.08.2021г.);

Всего в рамках ИК В3 на 48-й сессии СИГРЭ было принято 46 доклада из 24 стран по следующим предпочтительным темам (ПТ):

ПТ 1. Проектирование и технические решения

- Влияние подрывных и новых технологий на процессы проектирования и монтажа
- Ослабление воздействий на окружающую среду, здоровье и безопасность
- Быстрое развертывание и экономически эффективные современные решения для электрификации развивающихся коммунальных субъектов

ПТ 2. Оптимизация административного управления

- Передовая практика проектирования оборудования с оптимизацией срока его службы с учетом рентабельности

- Бесперебойное электроснабжение при обслуживании, реконструкции и замене оборудования
- Развитие управленческих навыков и компетенций

ПТ 3. Интеграция интеллектуальных схем

- Применение новых технологий: интернета вещей, виртуальной реальности, дополненной реальности
- Задачи и ожидания для цифровых подстанций

2. Краткий обзор докладов к заседанию ИК ВЗ

Обзор ПТ1: Проектирование и технические решения

Наиболее популярная тема, по ней было получено 20 докладов. Предметная область весьма широка и охватывает все рубрики, обозначенные в ПТ, в том числе: безопасность подстанций, стратегии замены оборудования и альтернативы элегазу (SF₆).

Подстанция с шинными узлами меняет наши представления о 3х-фазной подстанции. Доклад ВЗ-119 описывает характеристики молниезащиты энергообъекта мощностью 245 кВ. Исследование показывает, что могут быть достигнуты более низкие нагрузки.

По мере расширения и адаптации сетей для подключения новых потребителей все чаще реализуются технологии FACTS (гибкая система передачи переменного тока) для оптимизации и управления потоками мощности в энергообъектах и инфраструктуре. Доклад ВЗ-108 рассказывает о том, какое влияние оказывают фазоповоротные трансформаторы или кросс-трансформатор и другие устройства FACTS на сеть 50 Гц в Германии, где разгрузка линий происходит за счет перераспределения потоков мощности оптимальным образом.

В Докладе ВЗ-107 проведена оценка жизненного цикла КРУЭ 145 кВ, воздействие на окружающую среду, контроль герметичности вакуумных камер внутри КРУЭ.

Доклад ВЗ-104 рассказывает о работах по замене оборудования подстанции в нидерландской сети 110 кВ и 150 кВ. Стандартная модульная конструкция объединяет в себе многие из новых технологических решений, обсуждавшихся на предыдущих сессиях. Это позволит в течение последующих 10 лет произвести более 1100 замен.

В докладе ВЗ-101 рассматривается ключевая проблема безопасности подстанций и охраны окружающей среды, Представлен новый модернизированный подход для контроля утечек трансформаторного масла. Обнаружение утечек масла контролируется с помощью датчиков в режиме реального времени. Датчик представляет собой новую миниатюрную камеру, которая снижает необходимость в больших бетонных конструкциях. Как сообщается, испытания показали эффективность контроля утечки масла в случае повреждения трансформатора.

В докладе ВЗ-114 описана инициатива, применяемая во Франции с 2014 года, по управлению безопасностью на рабочих площадках посредством общенациональной политики, в рамках которой исполнители работ обязуются соблюдать определенные правила безопасности. «Паспорт высокого напряжения» – это отраслевое удостоверение, дающее право субподрядчикам работать на проектах сетевого хозяйства, в рамках программы «нулевого травматизма». Сеть Safety Manager предоставляет общую документацию и передовой опыт от проектирования до ввода в эксплуатацию и технического обслуживания объекта.

В докладе ВЗ-113 представлено мобильное приложение для мониторинга состояния элегазовых выключателей SF₆, используемое в энергосистеме Украины. Решение, которое собирает данные о производительности при работе АВ, имеет широкое распространение и позволяет избежать необходимости использования специального программного обеспечения для считывания данных с приборов.

Воздействие электрической дуги является темой доклада ВЗ-105. Это серьезная проблема безопасности становится еще более актуальной, так как наблюдается пик вспышек электрической дуги. Обзорный анализ электромагнитных переходных процессов используется для определения риска персонала в энергетической промышленности Италии. Исследования проводились на объектах 150 кВ и 400 кВ. Существующие нормы устарели и безопасные расстояния могут быть уменьшены при скачке напряжения к.з. и времени устранения замыканий.

В докладе ВЗ-106 рассматривается устойчивость конструкции подстанций с учетом последних представлений о сейсмическом воздействии землетрясений и других стихийных бедствий.

Компаниям необходимо адаптировать свои энергообъекты к возобновляемым источникам энергии и к новым более высоким экологическим нормам. В докладе ВЗ-117 представлена работа по оптимизации конструкции подстанции с ОРУ в Колумбии. Обсуждается растущая в Южной Америке практика применения мобильных модулей. Объем поставки для объектов 220 кВ сокращен примерно на 20%.

Концепция стандартного дизайна, получившая название «модульной зеленой подстанции» (MGS), была разработана для целей интеграции возобновляемых источников и технологий АСНЭ в корейскую электроэнергетическую сеть. Доклад ВЗ-110 описывает используемые технологии, полностью модернизированные для соответствия стандарту МЭК 61850. Такой модульный подход обеспечивает комплексное развертывание с использованием вставных модулей.

В докладе ВЗ-116 представлен подход к решению задачи проектирования морских платформ во Франции. Высокоуровневая стандартизация проектирования и соображения, касающиеся стационарных и плавучих платформ, учитывают доступ и обслуживание. Это основано на публикациях ИК ВЗ: Технической Брошюры № 585 по конфигурациям подстанций и Технической Брошюры № 483, в которой описывается опыт других пользователей и значимость работы, проведенной СИГРЭ в данном направлении.

ПТ 2. Оптимизация административного управления

В рамках ПТ2 к публикации было принято 13 докладов. Данная тема привлекла большое число энергетических компаний, что демонстрирует рост внимания к эффективности управления активами в данном секторе. Развитие цифровых технологий в электросетевой отрасли привело к повышению эффективности и совершенствованию методов обеспечения надежности обслуживания. Улучшение управления активами за счет цифровизации, мониторинга и аналитики стало темой 6 докладов.

В Великобритании ведется работа по аналитике всех аспектов эксплуатации и исправности оборудования подстанций, принята новая государственная концепция. Показаны примеры работы служб в структуре электроэнергетики по цифровым преобразованиям, которые можно развивать и по возможности совершенствовать. Цифровизация подстанций внедряется всё обширнее, а представленные доклады предлагают обоснования ее экономической целесообразности.

Оценка текущего состояния оборудования является частью стратегий технического обслуживания. Сложность разработки и анализа информации обуславливает необходимость сбора данных в процессе эксплуатации. В докладе ВЗ-210 особое внимание уделяется методам оценки активов для обеспечения мониторинга в процессе эксплуатации, который может предотвратить вынужденное отключение или вывод необходимого оборудования из эксплуатации. Достигается возможность оценки исправности ключевого оборудования в периоды пиковой нагрузки и высоких воздействий в системе.

Новейшее программное обеспечение позволяет не только делать расчеты и проводить анализ данных. Новые платформы проектирования в 3D позволяют реализовать целый ряд функций: от визуализации развертывания на местности до виртуального проектирования подстанций. Новые виртуальные платформы, обсуждаемые в докладе ВЗ-204, отражают эффективность командного обучения и коммуникации для улучшения процессов безопасности в целом.

Материалы и технологии производства электрооборудования постоянно совершенствуются, а проводить ревизии номенклатуры и объема запасных частей и складских запасов всегда не просто. Доклад ВЗ-202 пример использования 3D расчетов для оценки необходимости производства запасных частей для оборудования, находящегося в эксплуатации.

Предпочтительная тема 3: Внедрение интеллектуальных решений

По этой предпочтительной теме для сессии отобрано 12 докладов. Тема достаточно широка и охватывает все рубрики, обозначенные в ее составе, в том числе: интеллектуальное силовое оборудование, подключаемое к интернету вещей, цифровые двойники, реализация новых цифровых решений и прототипы установок цифровых подстанций.

В докладе ВЗ-305 представлено новое поколение интеллектуальных передающих устройств (трансформаторы и распределительные устройства), описана перспектива будущего взаимодействия в системах и подстанциях. Внедрение новых технологий на подстанциях и в оборудование передачи и распределения электроэнергии открывает возможности для более эффективного управления электросетями «будущего».

В докладе ВЗ-310 описывается опыт реконструкции с заменой аналогового контроллера СКРМ современным цифровым контроллером. Показано, что модернизация системы управления увеличивает срок службы и производительность оборудования СКРМ. Еще одно преимущество – возможность использовать различные настройки для подавления фликера.

В документе ВЗ-312 подробно описана экологически чистая цифровая подстанция 50 кВ с КРУЭ и первый полученный на ней пользовательский опыт. Для новых КРУЭ был применен инновационный альтернативный изолирующий газ с низким ППП (g^3). К системе автоматики цифровой подстанции на основе стандартов IEC 61850 и IEC 61869-9-2 были подключены измерительные трансформаторы малой мощности (ИТММ). Этот пилотный проект служит целям демонстрации и опробования новых технологий и накопления опыта эксплуатации.

В докладе ВЗ-302 описывается процесс создания рабочего прототипа шлюза подстанции на базе IEC 61850-9-2. Исследование показало, что сервис-ориентированная архитектура вместе с применением стандартов IEC 61850 и общей информационной модели (СІМ) позволяет использовать интеграционные потоки информации. Это повышает надежность решения. В докладе обсуждаются проблемы и наработки, полученные в ходе реализации этого проекта.

В докладе ВЗ-304 описывается разнообразие измерительных цепей, продемонстрированное в проекте FITNESS («Умная подстанция для сетей электропередачи»), в котором используется мультивендорная платформа IEC 61850 для комплексной цифровой подстанции, работающая параллельно с обычным оборудованием. Также определяются и обсуждаются оставшиеся функциональные проблемы, связанные со способностью архитектуры цифровой подстанции поддерживать все варианты использования измерений, такие как локализация КЗ по методу бегущей волны и мониторинг постоянного тока нейтрали трансформатора.

В докладе ВЗ-307 описана процедура предварительных квалификационных испытаний для цифровых подстанций. Предлагается использовать лаборатории высокой мощности для полной проверки системы цепей защиты перед вводом в эксплуатацию. В докладе ВЗ-301 проведен анализ ожиданий, текущим реалиям и будущим возможностям в отношении 3D-проектирования, информационного моделирования строительства для электрических подстанций. Авторы кратко объясняют некоторые из современных новых технологий и проектируют ожидания пользователей в отношении этих технологий.

В докладе ВЗ-306 описывается применение искусственной нейронной сети (ИНС) для минимизации усилий, затрачиваемых на инженерное проектирование

стальных покрывающих плит опорных конструкций подстанций. Было доказано, что предложенная структура ИНС обладает возможностями как интерполяции, так и экstrapоляции с высоким уровнем точности и быстродействия.

В докладе ВЗ-308R демонстрируются различные решения в области цифровизации для планирования, проектирования, строительства, эксплуатации и обслуживания подстанций. Примерами являются патрулирование с помощью беспилотников, система диагностики с использованием искусственного интеллекта (ИИ) на основе применения сетевых камер и анализа изображений, а также система тепловой оценки трансформаторов. 3D модели подстанций полезны для строительных работ, а методы виртуальной реальности (VR) и смешанной реальности (SR) поддерживают работу по эксплуатации и техническому обслуживанию на уровне подстанции.

В докладе ВЗ-309 описаны преимущества технологии виртуальной реальности (VR) для обслуживания подстанций. В рамках дистанционного контроля представлена новая схема технического обслуживания, основанная на технологии VR.

Доклад ВЗ-311 рассказывает о спецификации интеллектуальной системы мониторинга силовых трансформаторов, основанной на технологии IEC 61850. Различные датчики интернета вещей предоставляют данные для мониторинга, анализа и профилактической диагностики силовых трансформаторов. Подробно обсуждаются преимущества таких вычислений по сравнению с облачными.

Заключение

1. По итогам 48-й сессии по комитету ВЗ «Подстанции и электроустановки» можно отметить следующие наиболее обсуждаемые ключевые вопросы:

- изменения в технологиях подстанций;
- новые подходы к конструированию подстанций;
- повышение эффективности управления подстанциями.

2. В части изменений в технологиях подстанций следует отметить наиболее важные области:

- нарастающий интерес к нетрадиционным измерительным приборам;
- поднимается вопрос пересмотра традиционных стандартов, которые бывают не всегда уместны при использовании новых видов оборудования;
- все чаще встает вопрос разработки альтернатив элегазу с более высокими характеристиками по экологии.

3. В области новых подходов конструированию подстанций можно выделить следующие направления:

- применение метода конечных элементов при расчете динамических усилий;
- новые подходы к конструированию морских площадок преобразователей, позволяющие значительно снизить массо-габаритные показатели.

4. В сфере повышения эффективности управления подстанциями стоит отметить следующие актуальные направления:

- применение специализированных программ, которые помогают понимать эффективность работы и использования основных фондов;
- все чаще встает вопрос повышения эффективности управления активами;
- применение специализированного ПО для улучшения качества проектирования подстанций.

Специальная рубрика: Влияние пандемии КОВИД-19 на подстанции

- Ограничения заставили всех, кто связан с проектированием, строительством и эксплуатацией подстанций, мыслить и действовать по-другому. Надежность энергосистем и служб передачи данных приобрела еще более высокую важность, заставив компании обратить пристальное внимание на вопросы технического обслуживания и текущего строительства.
- Предприятиям пришлось адаптировать свою повседневную деятельность, чтобы учесть ограничительные меры направленные на обеспечение безопасности персонала. Ограничения, связанные с поездками, существенно повлияли на традиционные методы оценки конструкции, посещения объектов, тестирования продукции. Производители и подрядчики вынуждены разрабатывать новые способы проведения удаленных и виртуальных приемочных испытаний.