

## О мировых тенденциях развития электроэнергетики

*По итогам 47-й генеральной сессии Международного совета по большим электрическим системам (СИГРЭ) и заседаний исследовательского комитета ВЗ “Подстанции и электроустановки”*

- **Воденников Д. А.**, ПАО “ФСК ЕЭС”
- **Жилкина Ю. В.**<sup>1</sup>, канд. эконом. наук, ПАО “ФСК ЕЭС”

С 26 по 31 августа 2018 г. в Париже (Франция) состоялась 47-я генеральная сессия Международного совета по большим электрическим системам (СИГРЭ). Сессию посетили 3200 делегатов из 90 стран, от России – более 150. Это – руководители и специалисты ведущих организаций отрасли, таких как: Россети, “ФСК ЕЭС”, “СО ЕЭС”, “Интер РАО”, “РусГидро”, НП “Совет рынка”, “РаЭл”, “МОЭСК”, “ОЭК”, “Ленэнерго”, “Самарская сетевая компания”, “НТЦ ФСК ЕЭС”, НИИПТ, ВНИИР, Энергосетьстройпроект, НИУ МЭИ, ОмГТУ, УрФУ, НГТУ, “Сколтех” и др.

Расширилось участие в научной программе сессии компаний из смежных отраслей, к электроэнергетикам присоединились специалисты “Транснефти”, “Солар Секьюрити” (Ростелеком), Лаборатории Касперского и др. (официальный сайт сессии: <http://www.cigre.ru/activity/session/session 2018/>).

Кроме научной программы, российские компании приняли участие в выставке СИГРЭ; в объединённой экспозиции РНК СИГРЭ участвовали: АО “НТЦ ФСК ЕЭС”, ООО “Прософт-Системы”, ЗАО “Позитив Технолоджиз”, ЗАО “СуперОкс”, АО “РТСофт”, ООО “Тольяттинский трансформатор”, ООО МНПП “Антракс”, ООО “Проектно-монтажная компания Сибири”. Экспозиция была посвящена новейшим отечественным решениям в области систем противоаварийной автоматики, кибербезопасности и цифровизации энергообъектов, приобретающим всё большую актуальность в современном мире. Впервые была организована “Цифровая экспозиция” (Explore the Best Practices of the Russian Power Sector), позволяющая компаниям принять участие в выставке дистанционно.

В рамках 47-й сессии СИГРЭ по тематике исследовательского комитета (ИК) ВЗ “Подстанции и электроустановки” состоялись заседания рабочих групп ИК, постер-сессия, дискуссионное заседание. Было представлено 42 доклада из 23 стран по следующим предпочтительным темам (ПТ):

*ПТ1 “Прогресс в технологиях и проектировании подстанций”* – разработки GIS и GIL, включая системы высокого напряжения постоянного тока; адаптация подстанций в соответствии с возникающими требованиями к энергетическим системам, включая использование модульных подстанций, выполнение работ под напряжением.

*ПТ2 “Эволюция в управлении подстанциями”* – современные технологии по управлению подстанциями, новые информационные технологии, робототехника и использование 3D-методов; определение рисков и оптимизация принятия решений относительно объектов энергосистем, экономичность подстанций и организация обслуживания в процессе срока эксплуатации; рабочие параметры подстанции, остаточный ресурс оборудования, аспекты исправности и состояния оборудования.

*ПТ3 “Охрана труда, промышленная и экологическая безопасность и обеспечение качества на подстанциях”* – взаимодействие заказчика и подрядчика для снижения негативного воздействия ПС на окружающую среду, включая эстетику, мероприятия по управлению шумом (нормы шума оборудования) и пожарной безопасности; проектирование с учётом безопасности и экологического воздействия на окружающую среду; аспекты кибербезопасности подстанций; внедрение требований касательно ОТ и ТБ, а также требований охраны окружающей среды для подстанций, включая обучение персонала.

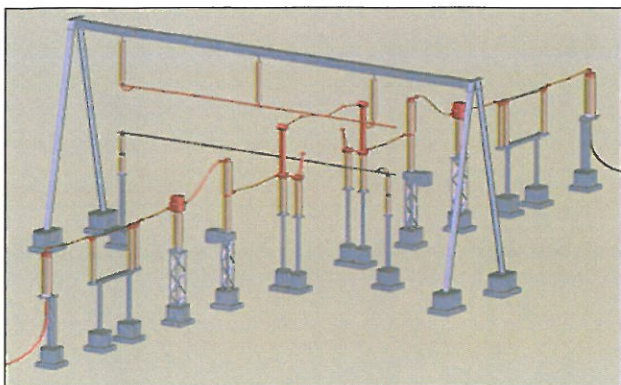
*ПТ1 “Прогресс в технологиях и проектировании подстанций”*. Данная тема была очень популярной, по ней представлено 19 докладов.

В докладе **ВЗ-102** (авторы: V. Westfallen, L. Garcia-Garcia, P. Tyschenko, США) представлен метод оценки конструкции шин с использованием геоинформационных систем GIS или GIL для повышения надёжности и сокращения места, требуемого для их установки и эксплуатации. Использование GIS является одним из возможных решений.

В докладе **ВЗ-16** (авторы: G. Koeppel, T. Aschwanden, Швейцария) речь шла о повышении надёжности подстанций за счёт внедрённой новой концепции “шин-узлов”. Была разработана полная

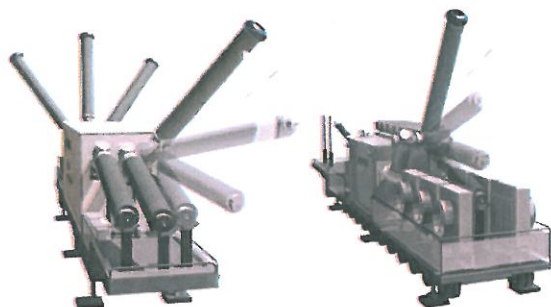
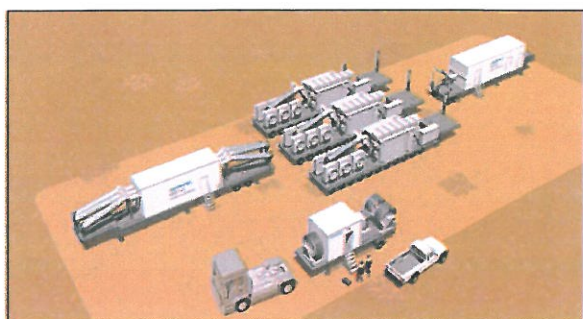
<sup>1</sup> Жилкина Юлия Викторовна: [zhilkina-yv@fsk-ees.ru](mailto:zhilkina-yv@fsk-ees.ru)

трёхмерная модель узлового AIS-устройства с двойной шиной напряжением 245 кВ для проверки и оптимизации механической и электрической конструкции. Эффективность подстанций с шинными узлами обеспечила более высокие параметры безопасности по сравнению с требованиями МЭК.



В докладе В3-112 (авторы: Y. Yoo, S. Song, G. Jang, S. Jung, Республика Корея) описывается узловая подстанция, которая была разработана специально для обеспечения подсоединения небольших источников возобновляемой энергии, которые обычно не учитываются операторами систем передачи электроэнергии, хотя, в случае присутствия в достаточном количестве, они могут оказывать влияние на стабильность сетей при отсутствии корректного управления. Представлена установка, предназначенная для хранения энергии (ESS) и обеспечения стабилизации колебаний в сети, возникающих в результате сбоев, а также для компенсации нестабильности работы электростанций, использующих возобновляемые источники энергии.

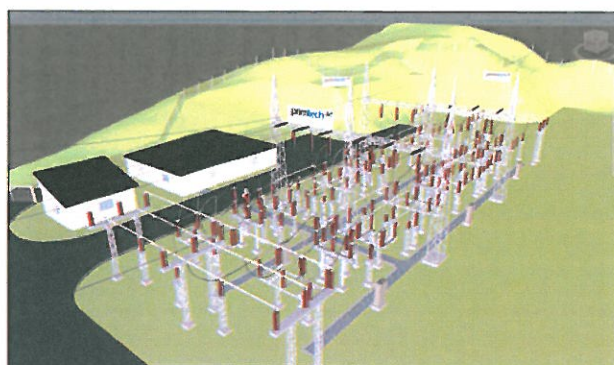
В докладе В3-119 (автор: F. Mauban, Франция) представлено решение и пример использования



мобильных подстанций 400 кВ и детально рассмотрены аспекты интеграции мобильных конструкций для эксплуатации в энергосистемах.

ПТ2 “Эволюция в управлении подстанциями” также была популярной, по ней было принято 18 докладов, что демонстрирует рост внимания к эффективности системы управления активами в данном секторе.

Развитие трёхмерного моделирования ведёт к появлению альтернативных вариантов для разработки более эффективной конструкции шин, что детально описывается в работе В3-210 (автор: A. Foskulo, Хорватия). Использование трёхмерных моделей повышает эффективность проектирования, значительно сокращая время создания моделей оборудования и схем компоновки существующих и новых подстанций.



В докладе В3-214 (автор: S. Ichihara, Япония) представлена оценка использования трёхмерного сканирования для повышения скорости и точности проектирования подстанций. В примерах представлены инструкции для инженеров с определением временных затрат и для предотвращения дорогостоящих изменений конструкции на этапе внедрения. Использование трёхмерной технологии может позволить сместить парадигму компьютерного проектирования в будущем.



В докладе В3-217 (автор: J. L. Coullon, Франция) рассматривается эффект стратегий системы управления активами оборудования при помощи SCADA. Программное обеспечение позволяет соз-

дать модель эффективности эксплуатации КРУЭ на основании опыта мировых производителей.

В докладе **В3-219** (автор: Y. V. Zhilkina, Российская Федерация) рассмотрены основные определения “сервисное обслуживание”. Проведённый анализ сервисного обслуживания в электроэнергетике позволяет выявить и систематизировать наиболее актуальные преимущества и риски реализации сервисной деятельности в условиях современной России для заказчиков сервиса, а также для сервисных компаний. Сформирован перечень оборудования, подлежащего переводу на сервисное обслуживание, а также структурирован процесс взаимодействия энергокомпании и сервисной организации.

**ПТЗ “Охрана труда, промышленная и экологическая безопасность и обеспечение качества на подстанциях”.** В данном разделе было представлено пять докладов. Обсуждались также и угрозы кибербезопасности, представляющие для энергетических компаний ряд проблем.

В докладе **В3-203** (автор: T. Laitinen, Финляндия) представлен практический опыт, полученный при использовании 68 датчиков для измерения акустического шума и обеспечения требуемых параметров существующего оборудования при нормальной эксплуатации без необходимости тестирования в режиме offline. Существуют проблемы, связанные с управлением программными данными. В докладе также рассматривается угроза нарушения кибербезопасности и любые угрозы в отношении корректности полученной информации.

Доклад **В3-212** (автор: E. Davydov, Российская Федерация) охватывает вопросы существенного снижения потребления электроэнергии на собственные нужды (с.н.) ПС ПАО “ФСК ЕЭС”, описывает ряд новых технологий, позволяющих снизить потребление электроэнергии на собственные нужды как на существующих объектах, так и на вновь строящихся. Несмотря на относительно небольшую долю потребления с.н. ПС: 4,56% суммарных технологических потерь электроэнергии ПАО “ФСК ЕЭС”, в денежном выражении они составляют порядка 1 млрд руб. в год. По результатам опытного внедрения и отработки ряда технологий, показавших свою эффективность, представлены описания технических решений и величины получаемых эффектов, разработаны конкретные шаги для ПАО “ФСК ЕЭС” в перспективе ближайших 5 лет, которые позволят существенно снизить затраты на собственные нужды как по существующим объектам, так и при новом строительстве.

**Закрытое заседание ИК В3 “Подстанции и электроустановки”.** 28 августа 2018 г. состоялось закрытое заседание исследовательского комитета, в котором приняли участие регулярные члены комитета В3 – представители национальных комитетов стран-участников СИГРЭ, а также гости, при-

существование которых было одобрено руководством комитета В3.

На заседании комитета от имени руководства СИГРЭ и ИК В3 была выражена благодарность членам комитета, срок представительства которых истёк; представлены новые члены комитета, а также особо указано на необходимость привлечения к работе в рабочих группах молодых экспертов. Руководитель комитета В3 Терри Крейг (Terry Krieg), представляющий Австралию, выступил с отчётом о работе комитета за два года и представил нового руководителя ИК В3 – Koji Kawakita (Япония).

В 2018 г. ИК В3 были выпущены учебные пособия: “Contemporary Design of Low Cost Substations In Developing Countries в рамках WG В3.43”, “SF6 Measurement Guide в рамках WG В3.40”, “Management of Risk in Substations в рамках WG В3.38”.

**Исследовательские группы.** На базе исследовательского комитета В3 “Подстанции и электроустановки” созданы следующие рабочие группы:

в 2017 г.

В3.50 “Проведения испытаний КРУЭ после установки, монтажа, реконструкции или ремонта”;

В3.49 “Надёжность шинопроводов на подстанции;

в 2018 г.

В3.56 “Применение технологий 3D в инженерных работах на ПС”;

В3.55 “Руководство по проектированию подстанций, использующих аккумуляторные батареи”;

В3.54 “Методы тестирования системы заземления – исторические подходы, последние разработки и рекомендуемые подходы”;

В3.52 “Выбор метода нейтрального заземления и обработка неисправностей в распределительной сети”;

В3.51 “Руководство по выполнению ТОиР на высоковольтных элегазовых выключателях (КРУЭ)”.

Кроме того, в рамках повестки заседания были рассмотрены: планы на будущее, включая стратегический план на ближайшие четыре года; новые темы для изучения – предпочтительные темы на период 2018 – 2020 гг.; запланированные мероприятия с участием ИК В3:

2019 г. – симпозиум в г. Чэнду (Китай), совместно с ИК С6, В5, С1, С3 и D2;

2021 г. – симпозиум в Бухаресте (Румыния), совместно с ИК А2;

2023 г. – коллоквиум: страны-претенденты – Индия и Австралия (потенциально Российская Федерация),

2019 г. – конференция в г. Хакодате (Япония).

**Дискуссионное заседание ИК В3.** 30 августа 2018 г. состоялось открытое дискуссионное заседание исследовательского комитета, на котором были рассмотрены вопросы, связанные с проблематикой предпочтительных тем ИК В3 СИГРЭ. По

предпочтительной теме “Охрана труда, промышленная и экологическая безопасность и обеспечение качества на подстанциях” представители РНК СИГРЭ Воденников Д. А. и Жилкина Ю. В. представили доклад “Environmental Impact Management of Federal Grid Company”.

\*\*\*

По итогам 47-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.

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 встаёт вопрос разработки альтернатив элегазу с более высокими характеристиками по экологии.

В области новых подходов к конструированию подстанций можно выделить следующие направления:

применение метода конечных элементов при расчете динамических усилий;

новые подходы к конструированию морских площадок преобразователей, позволяющие значительно снизить массогабаритные показатели.

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 встаёт вопрос повышения эффективности управления активами;

применение специализированного ПО для улучшения качества проектирования подстанций.