

Автоматизация в электроэнергетике: новости и прогнозы

Тема сегодняшнего круглого стола — «Автоматизация в электроэнергетике: новости и прогнозы». Мы задали нашим экспертам вопросы о том, что происходит сегодня в этой сфере в России, какие тренды достойны внимания и какие проблемы мешают развитию рынка.

На наши вопросы отвечали:

Артём Назаров, начальник отдела перспективных разработок АО ГК «Системы и Технологии»

Олег Крюков, заместитель директора по науке компании ООО «ТСН-электро», доктор технических наук, доцент

Михаил Ларченков, IT-директор ООО «Эскон»



Артём Назаров,
начальник отдела перспективных разработок
АО ГК «Системы и Технологии»



Олег Крюков,
заместитель директора по науке
компании ООО «ТСН-электро»,
доктор технических наук, доцент



Михаил Ларченков,
IT-директор ООО «Эскон»

– Как вы в целом сегодня оцениваете ситуацию в области автоматизации в энергетике?

Артём Назаров: Первый шаг к автоматизации – модернизация изношенного энергооборудования. Процесс автоматизации электроэнергетики, в первую очередь, напрямую зависит от функциональных возможностей и технического состояния энергетического оборудования, подлежащего автоматизации. На текущий момент десятки тысяч подстанций функционируют на давно изношенном электрооборудовании (трансформаторы, линии электропередач и прочее) с уже истекшим сроком службы. Проводятся различные виды анализов и исследований для увеличения периода их эксплуатации.

Однако такой подход значительно повышает риски технологических отказов и аварий не только оборудования, но и самих энергообъектов. Это является прямой угрозой безопасности и надежности электроснабжения, влекущей за собой масштабные сбои в работе целых энергосистем. Главная задача – повышение эффективности и обеспечение бесперебойной работы, поэтому первым шагом должна стать модернизация парка используемого энергооборудования. Также необходимо построение современных систем автоматического регули-

рования, релейной защиты и противоаварийного управления.

Дальнейшая задача развития бесперерывного электроснабжения – построение систем автоматизации и наблюдаемости за всеми компонентами энергосистемы в целом. Это, конечно же, построение систем телемеханики на энергообъектах даже малого уровня напряжения 6–20 кВ; интеллектуальные высоковольтные разъединители с передачей информации в инициативном режиме диспетчеру, на пульте управления; построение единой системы управления и наблюдения за энергообъектами с созданием и хранением базы данных состояния, сбоев, регламентных работ за весь период жизненного цикла всех компонентов энергосистемы.

Олег Крюков: В настоящее время для обеспечения надежности, повышении наблюдаемости и управляемости на объектах электроэнергетических систем активно внедряются комплексные автоматизированные системы управления. Автоматизируется большая часть функций, относящихся как к оперативно-технологическому, так и к оперативно-диспетчерскому управлению. Электроэнергетическая отрасль России стремительно трансформируется. Еще совсем недавно единственным способом получения энергии было присоединение

к сетям централизованного электроснабжения, а сегодня всё больше потребителей отдадут предпочтение распределенной генерации и использованию ВИЭ. Как показали реализованные проекты, это актуально для особо опасных объектов в нефтегазовой отрасли, в металлургии, нефтехимии и агропромышленном комплексе, где на базе цифровых КТП и КРУ уже успешно работают системы автономного электроснабжения с использованием принципов малолюдных технологий. Тиражирование подобных электроэнергетических систем возможно при замене устаревших и отработавших срок систем.

Для выполнения хотя бы краткого анализа состояния автоматизации в электроэнергетике следует предварительно выделить задачи автоматизированных систем и в первую очередь систем оперативно-диспетчерского управления (СОДУ).

Основные технологические задачи автоматизированных СОДУ:

- регистрация и хранение оперативных данных по генерации агрегатов электростанций и нагрузкам потребителей;
- формирование расчетной схемы и мнемосхем;
- моделирование устройств и систем релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗА);

- отображение результатов расчетов на мнемосхемах и в таблицах;
- расчет установившегося режима;
- оптимизация режима для снижения потерь;
- ввод в допустимую область по напряжению, активной и реактивной мощности;
- расчет предельных режимов по заданным технологическим условиям;
- расчет токов коротких замыканий;
- расчет электромеханических переходных процессов;
- расчет показателей режимной надежности;
- оценивание состояния и прогнозирование электропотребления.

Михаил Ларченков: Ситуация достаточно тяжелая. К большому сожалению, энергетические объекты, а тем более их автоматизированные системы – это то, что зачастую модернизируется в последнюю очередь. По принципу «работаем пока работает». Поэтому на сегодняшний день мы видим огромный объем устаревших и опасных для эксплуатации энергетических объектов, но которые пока даже не планируется перестраивать и модернизировать.

–Какие тренды можно отметить?

Олег Крюков: Перспективные направления исследований в области автоматизации технологических процессов в электроэнергетике требуют разработки новых подходов в исследованиях по ряду новых направлений. В настоящее время многие системные интеграторы и проектные организации в области автоматизации предлагают свои «фирменные» типовые проектные решения и даже коробочные продукты для отдельных задач управления. Безусловно, подобный подход имеет свои преимущества и свою область применения. В этой связи основным трендом является необходимость проведения системного анализа процессов развития крупномасштабных систем автоматизации в электроэнергетике на новом этапе ее развития и, по-видимому, некоторой корректировки технической политики в этой сфере.

Кроме того, актуальна и задача разработки системы автоматизации для оценки технического состояния оборудования на электрических станциях и подстанциях. Во-первых, она связана с высокой степенью износа электросетевого оборудования в России, поскольку существенная часть основного оборудования выработала установленный парковый ресурс или срок эксплуатации, определенный нормативными документами, и используется на пределе своих возможностей. Во-вторых, существует

безусловное взаимное влияние электросетевого оборудования не только внутри одной подстанции (станции), но и внутри энергосистемы в целом, что оказывает действие на состояние и режимы работы оборудования. Степень этих взаимовлияний и их закономерности можно определить только при обобщенной оценке состояния всего оборудования электросетевого объекта. В-третьих, современные тенденции необходимости перехода от системы планово-предупредительных ремонтов к системе обслуживания оборудования по его фактическому состоянию требуют решения на уровне систем автоматизации электроэнергетики. В качестве примеров подобного инновационного подхода можно привести реализованные проекты создания блочно-модульных КТП для арктических условий эксплуатации объектов нефте-газодобычи и переработки углеводородного сырья с расширенными функциональными возможностями непрерывного мониторинга и превентивного прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования.

Михаил Ларченков: Я бы не назвал это каким-то трендом, но очень много запросов все же на комплексные системы. Если раньше под автоматизацией энергоснабжения понималось либо телеметрия, либо АСКУЭ и АСТУЭ, то сегодня многие предприятия задумываются о комплексной системе мониторинга, диспетчеризации и управления, куда также входят и устройства РЗА, ОПС, инженерные системы подстанций, а также СКУД и локальные системы видеонаблюдения, но до реальной реализации масштабных проектов в этом направлении доходит достаточно редко, однако локальные объекты с комплексной системой автоматизации встречаются.

–В каких направлениях электроэнергетики наиболее востребованы сегодня решения по автоматизации?

Олег Крюков: Основным направлением автоматизации в ЭЭС является создание цифровых сетевых моделирующих платформ реального времени, разработки систем искусственного интеллекта (нейронные сети, нечеткие наблюдатели состояния, генетические алгоритмы распознавания аварийных ситуаций). В последние годы актуальна также задача создания систем распределенного расчета режимов энергосистем для разработки многоуровневых моделей. Решение задачи потребует дальнейшего развития прикладных методов оптимизации на основе распределенных вычислений и сетевых технологий (SMART GRID).

Необходимость отработки команд на изменение мощности с балансирую-

щего рынка приводит к переносу центра тяжести при проектировании автоматических регуляторов на методы проектирования многосвязных, робастных и адаптивных регуляторов, что в свою очередь потребует решения ряда новых прикладных задач теории управления, среди которых можно выделить следующие:

- создание нового поколения адаптивных регуляторов для демпфирования низкочастотных колебаний в переходных режимах энергосистемы, вызванных большими возмущениями;
- разработка адаптивного иерархического регулятора в составе автоматической системы регулирования частоты и мощности (АРЧМ) для глобальной стабилизации межсистемных колебаний на основе теории робастного управления и линейных матричных неравенств;
- разработка алгоритмов автоматической и автоматизированной настройки регуляторов АРЧМ и систем противоаварийной автоматики;
- разработка новых подходов к управлению частотой и мощностью в АРЧМ, основанных на использовании распределенных систем мониторинга переходных режимов СМНР;
- разработка алгоритмов автоматического управления мощностью станций как единым сложным многоуровневым объектом управления в условиях всего многообразия режимов работы станции на балансирующем рынке.

Возникшая в последние годы теория группового управления может найти применение в электроэнергетике. Примеры группового управления в этой области: работа 2000 энергоблоков ЕЭС на первичное регулирование частоты и мощности; участие генерирующих станций и потребителей в предоставлении системных услуг. Перспективное направление исследований – разработка алгоритмов группового управления энергоблоков в системах АРЧМ.

Угроза каскадных аварий в энергосистемах заставляет искать новые подходы к управлению динамическими инфраструктурными системами, примером которых является ЕЭС России. Это вызвало к жизни новое направление фундаментальных исследований – системное управление самовосстановлением инфраструктурных систем при ликвидации последствий, вызванных действием крупномасштабных дестабилизирующих факторов (глобальные производственные системы). Нашей компанией проведены уточняющие расчеты по анализу вероятности наступления каскадных аварий на объектах электроэнергетики и предложены варианты топологий резервирования систем электроснабжения для обеспечения

уровня надежной эксплуатации на длительный период работы.

Михаил Ларченков: В основном это собственные энергетические сети крупных производственных предприятий. В большинстве своем требуется автоматизация подстанций среднего напряжения РУ-6кВ, РУ-10кВ, РУ-35кВ. Как правило эти объекты работают без присутствия оперативного персонала, в связи с чем и требуется удаленный контроль и управление.

Также снова начинается возрождаться рынок автоматизации собственной генерации. По стране очень много ДГУ, ГПУ, ГТЭС, которые постепенно интегрируются в существующие сети, и для компаний – владельцев этого оборудования становится актуален удаленный контроль за работой, состоянием и аварийными отключениями их оборудования, а также контроль частоты и параметров экспорта и импорта электроэнергии в случае работы в параллель с сетью.

– Что нуждается в автоматизации в первую очередь?

Олег Крюков: В настоящее время в электроэнергетике происходит активное внедрение высоких технологий, особенно популярным направлением является использование «умных» систем. Прежде всего речь идет об интеллектуальных системах автоматизации, диспетчеризации и «умного» учета. Действительно, львиная доля всех проблем российского энергетического комплекса связана с отсутствием автоматизации и единого подхода к управлению энергообъектами и мониторингу их работы. В последнее десятилетие в передовых странах мира развивается технология Smart Grid (интеллектуальная сеть). Smart Grid – это совокупность организационных изменений, новой модели процессов, решений в области информационных технологий, а также решений в области автоматизированных систем управления технологическими процессами и диспетчерского управления. В целом речь идет о создании так называемой Интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС), под которой понимается система, где все субъекты электроэнергетического рынка (генерация, сеть, потребители) принимают активное участие в процессах передачи и распределения электроэнергии. В ИЭС ААС важная роль отводится активно-адаптивной электрической сети как технологической инфраструктуре электроэнергетики, собственно наделяющей интеллектуальную энергосистему принципиально новыми свойствами. Реализация идеологии ИЭС ААС направ-

лена на достижение качественно нового уровня эффективности ее функционирования и развития, а также на повышение системной надежности и пропускной способности, повышение качества и надежности электроснабжения потребителей. Разрабатываемые системы должны отвечать следующим требованиям: доступность; надежность; экономичность; эффективность; органичность с окружающей средой; безопасность. В данном случае основным способом обеспечения формируемых требований является создание автоматизированной системы управления электроэнергетической системой. Кроме того, использование отечественного ПО, например, «Каскад Soft» позволяет гарантировать четкую и надежную работу систем контроля и диагностики в режиме online в течение всего срока эксплуатации подстанций.

Михаил Ларченков: Сейчас приходит много запросов и реализуется проектов в этой области из удаленных регионов нашей страны, где расстояния между объектами огромны, а выезд ремонтной бригады на объект – это целая экспедиция. В связи с этим требуется заблаговременно знать причины отключения и характер сбоя.

– Какие проблемы есть в этой сфере?

Олег Крюков: Среди основных проблем выделим актуальные задачи автоматического регулирования в электроэнергетике, из которых наиболее сложной системой является автоматическая система регулирования частоты и мощности (АРЧМ). Вместе с тем системы РЗА также играют важную роль при регулировании утяжеленных и аварийных режимов:

- автоматическое управление, предотвращающее нарушение устойчивости;
- иерархическое автоматическое управление частотой и мощностью (активной и реактивной);
- иерархическое автоматическое управление напряжением в основной сети;
- автоматическая коррекция режима по активной мощности;
- оптимизация характеристик и автоматическая настройка систем регулирования;
- иерархическая система противоаварийной автоматики;
- автоматическое ограничение мощности;
- автоматическое ограничение снижения и повышения частоты;
- автоматическое ограничение снижения и повышения напряжения;
- автоматическое ограничение перегрузки оборудования;
- автоматическое повторное включение после ликвидации возмущения;

• автоматическая настройка систем противоаварийной автоматики.

- Уровень автоматизации в электроэнергетике определяется факторами:
- усложнением планирования режимов вследствие запуска новой модели рынка электроэнергии;
- высокой долей устаревших систем управления и систем телемеханики;
- утяжелением режимов вследствие приближения энергопотребления к граничным возможностям генерации при ограниченной пропускной способности сетей;
- появлением новых аппаратных средств на основе сильноточной электроники;
- ростом спроса на системы автоматического и автоматизированного управления;
- спрос на услуги значительно опережает спрос на программно-аппаратные средства;
- во многих случаях автоматизация проводится не комплексно, ее подменяют готовые решения и коробочные продукты;
- отсутствует системный взгляд на архитектуру системы управления ЕЭС как инфраструктурную систему;
- информационные технологии часто подменяют технологии автоматизации вместо их интеграции;
- растет продолжительность жизненного цикла систем автоматизации, что обостряет проблему проведения единой технической политики в отрасли;
- старая нормативная база регламентов автоматизации в отрасли в значительной мере устарела и нуждается в обновлении.

В этой связи значительными преимуществами обладают отечественные производственные предприятия, у которых имеется большой опыт (не менее 20 лет) успешного проектирования и реализации самых разнообразных систем электроснабжения для объектов промышленности и социальной сферы.

Михаил Ларченков: Морально и физически устаревшее оборудование, которое требует полной замены, но ему пытаются сделать ретрофит. На мой взгляд, это полумера, которая не решает основные задачи, которые возлагаются на системы автоматизации и диспетчеризации. Да, можно получить красивую картинку на мониторе, но к безопасности, удобству и функционалу это не будет иметь никакого отношения. Понять организации, которые так делают, тоже можно, конечно, т.к. стоимость полной реконструкции таких объектов выливается в огромные суммы, а с учетом качества проектов, с которыми приходится работать сегодня, то и гарантий, что все заработает так, как запланировано, – никто, как правило, не дает.

– Что мешает развиваться рынку автоматизации в электроэнергетике?

Олег Крюков: Каждый участник цепи «производство-транспорт-сбыт-потребление», отражающей действительность розничного рынка электрической энергии (мощности) в Российской Федерации, обязан осуществлять учетную деятельность. В настоящее время данную деятельность можно представить в нескольких аспектах, основными из них являются: физический, технический и экономический, каждый из которых осуществляется рыночными субъектами с использованием специализированных баз данных, ведомых и строящихся на основе разнообразных программных продуктов. В связи со спецификой устройства и функционирования как самого розничного рынка, так и особенностями осуществления учетной деятельности в отношении производства, передачи и трансформации, а также сбыта и потребления электроэнергии, информация, которая содержится в базах данных, во многом является закрытой для других заинтересованных пользователей, даже несмотря на то, что она дублируется в базах прочих участников. Данное положение порождает ряд сложностей, которые снижают эффективность работы каждого рыночного субъекта в отдельности и всего рынка в целом как технико-экономической системы и ликвидация которых возможна путем создания единых для всех участников, общедоступных баз данных. Розничная электроэнергетика – это сложноустроенный механизм, на котором одновременно присутствует множество различных участников, что осложняет вопрос о выборе путей и способов проведения автоматизации учета. Одними из наиболее важных аспектов данной проблемы являются задачи выбора того участника, который взял бы на себя обязательства и ответственность за проведение автоматизации, а также того, каким образом можно технически реализовать идею создания единых для всего рынка баз данных: на основе самостоятельно разработанного или приобретенного у производителей технических средств учета (или специализированных IT-разработчиков) программного обеспечения, к услугам которых обращается множество энергетических компаний. В этой связи наличие на конкретном предприятии опытных кадров высшей квалификации и IT-разработчиков инновационных систем автоматизации позволяет гарантировать успешное проведение процессов проектирования, СМР, ПНР и эксплуатации наиболее оптимальных технических решений.

Михаил Ларченков: На наш взгляд, низкие зарплаты сотрудников на местах и низкие компетенции специали-

стов, которые отвечают за внедрение подобных систем. Не секрет, что такие системы стоят денег, и, как правило, при согласовании проекта требуется экономическое обоснование данного решения. И вот тут начинаются проблемы, т.к. во многих организациях весь подобный анализ сводится к стоимости штатного сотрудника в месяц, и с таким подходом ни одна сложная интеллектуальная система не выдержит конкуренции.

Что касается компетенций лиц, ответственных за внедрение, то очень часто сталкиваемся с абсолютным непониманием некоторых специалистов специфики внедрения и разработки подобных систем, что существенно осложняет процесс согласования технических решений и переход всего проекта в стадию реализации.

– Как повлияли на развитие автоматизации события 2022 года и ввод многочисленных санкций против нашей страны?

Михаил Ларченков: Как бы странно это ни звучало, но в некотором смысле повлияло даже позитивно. Мы узнали много новых брендов, изучили ПЛК и другое цифровое оборудование, на которое мы бы даже не обратили внимания до этих событий. И как оказалось – не все так плохо, есть достойные замены, а то, что раньше казалось табу для замены – относительно легко меняется на аналоги. Сразу оговорюсь, мы говорим именно о рынке автоматизации и диспетчеризации в энергетике. В больших АСУ ТП там проблемы есть, и достаточно серьезные, но в энергетике все немного легче.

– Какие технические решения в области автоматизации электроэнергетики вам кажутся наиболее интересными?

Олег Крюков: В настоящее время вся российская промышленность и электроэнергетическая отрасль в частности столкнулись с новыми вызовами из-за ограничений недружественных стран. Это обусловило необходимость ведущих предприятий-производителей перестроить всю логистику поставок материалов и комплектующих, значительно изменить процессы проектирования, сборки и реализации готовой продукции.

Наиболее простым путем для ряда предприятий электроэнергетического комплекса в рамках компании импортозамещения явилось слепое заимствование технологий производства доступных для копирования мировых брендов (китайских, турецких и прочих). Однако уровень их характеристик не всегда соответствует современным требованиям надежности, энергоэффективности и эко-

логичности, не говоря уже об уровне цифровизации и сервисных возможностях.

Многие отечественные компании выработали иной вектор развития, связанный с системным подходом в проектировании, производстве отечественной электротехнической продукции и следует ему на протяжении нескольких лет. Например, в рамках внутренней программы развития разработан комплекс системных решений в области низковольтных комплектных устройств (НКУ) «Каскад», позволяющий сконструировать любое требуемое щитовое устройство для электроэнергетики с максимальной степенью импортозамещения. Это достигается за счет собственных запатентованных разработок:

- Рамный каркас распределительных шкафов предназначен для оптимальной модульной компоновки электрооборудования подстанций.
- Приводной механизм оригинальной конструкции, позволяющий оперативно и надежно производить переналадку систем автоматизации электрооборудования комплектных распределительных устройств (КРУ).
- Программное обеспечение «Каскад-Soft», обеспечивающее расширение функциональных возможностей отечественных КРУ с прогностическими процедурами мониторинга технического состояния электрооборудования.

– Насколько реально импортозамещение в этой сфере?

Олег Крюков: В электроэнергетике есть четкие критерии импортозамещения, в том числе, например, планы 70% отечественного ПО к 2024 году. Поэтому вся автоматизация электроэнергетики активно движется в этом направлении. В России сегодня высокий процент импортозамещения в части технологических систем. Это отечественные микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики, контроллеры телемеханики, интеллектуальные приборы учета, различные датчики и многое другое. Иногда, как и ранее, в этом оборудовании используются микропроцессоры иностранного производства, но все остальное, включая прикладное ПО, – отечественное и имеет очень серьезный уровень защиты. То, что непосредственно в России производятся микросхемы и платы, пишется программное обеспечение, позволяет снизить вероятность угроз на 80–90%. На достаточно высоком уровне развиты программные решения в области автоматизированных систем технологического управления (АСТУ) и автоматизированных средств диспетчерского управления (АСДУ), по сути это главные инструменты энергетиков, с помощью которых осуществляется мониторинг и управление электриче-

ской сетью. В нашей компании имеются интересные отечественные технико-технологические решения, и мы достаточно давно их используем, а наши менеджеры, слыша пожелания заказчиков, дают предложения по совершенствованию выпускаемых систем для управления электрооборудованием. Сегодня наши решения не уступают многим зарубежным аналогам, а с учетом скорости раз-

вития и особенностей российской энергосистемы скоро будут превосходить их.

Михаил Ларченков: Вполне реально, но, пока мы видим лишь замену одного импорта на другой, хотя, надо отдать должное, за этот год произошло много серьезных подвижек в этом направлении. Наибольшее изменение, кстати, в области программного обес-

печения. Очень много появилось различных программных решений отечественного производства для различных областей энергетики, и если тенденция сохранится, а у заказчиков останется некая вариативность выбора программных продуктов, то через несколько лет мы можем получить отечественное программное обеспечение хорошего качества и функционала.

100+ TECHNO BUILD

X Международный
строительный форум
и выставка

forum-100.ru

3-6 октября 2023
Екатеринбург



стать экспонентом

18 720
посетителей

322
экспонента

688
спикеров

207
секций

21
страна

*показатели 2022 года