ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ

АВТОР:

Е.П. ГРАБЧАК,
ДИРЕКТОР
ДЕПАРТАМЕНТА
ОПЕРАТИВНОГО
КОНТРОЛЯ
И УПРАВЛЕНИЯ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ
МИНЭНЕРГО РОССИИ

Тема масштабного перехода энергетической отрасли на цифровые технологии достаточно актуальна в рамках поиска точек экономического роста. Возможность оперативно получать достоверные данные, уметь их правильно понимать и быстро анализировать с использованием современных информационных технологий дает преимущества в виде потенциала к изменению моделей управления и реинжинирингу технологических, бизнес- и управленческих процессов.

Ключевые слова: цифровая трансформация электроэнергетики; онтологическая модель; техническое состояние; риск-ориентированное управление; повышение эффективности бизнес-процессов; новые модели управления.

Цифровой переход в электроэнергетике позволяет существенно повысить эффективность традиционной энергетической системы

ВВЕДЕНИЕ

Основным вызовом для России в среднесрочной перспективе является угроза утраты конкурентоспособности на мировой арене по причине отставания в переходе на новый технологический уклад. Развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры и сквозных технологий в рамках реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [1] создает необходимую технологическую базу для реализации преобразований в электроэнергетике.

Базовый фактор, влияющий на конечную стоимость продукции, а, следовательно, на конкуренцию и потенциал экономического развития, — цена на электроэнергию в настоящее время в России является одной из самых низких в мире. Она в 2 раза ниже средней для промышленности, в 2,5 раза ниже средней для малого бизнеса и других некрупных потребителей и в 3 раза ниже для населения.

Вместе с тем усредненная себестоимость 1 кВт·ч без учета топливной составляющей и возврата инвестиций более чем в пять раз превышает аналогичный показатель в европейских странах и США.

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ

Сегодня электроэнергетика — это государственная инфраструктура и, прежде всего, социальные обязательства со слабыми рыночными механизмами, недостатком ресурсов для поддержания необходимого уровня надежности и безопасности. Регулятор, закрывая социальные и иные виды обязательств за счет «рыночного пирога», устанавливая ценовые привилегии одним генераторам за счет других, фактически осуществляет режим ручного регулирования рыночных отношений.

Несовершенство системы регулирования естественно-монопольной деятельности по передаче электроэнергии привело к тому, что порядка 20 % оборудования, задействованного в соответствующем технологическом процессе, имеет неудовлетворительное техническое состояние. Актуальна проблема «старения» генерирующего оборудования. Программа ДПМ (Договор о предоставлении мощности) позволила обновить не более 15 % всей установленной мощности энергогенерации России. Средний возраст оборудования — 34 года, более 30 % оборудования старше 45 лет (почти 20 ГВт старше 55 лет), через 10 лет в разряд старше 50 лет перейдет еще четверть оборудования, или более 50 ГВт, 2/3 оборудования имеет выработанный нормативный ресурс 100 %. На сегодняшний день срок службы порядка 6 % эксплуати-

ИЗМЕНЕНИЕ СТОИМОСТИ РЕМОНТОВ ОПФ В ЦЕНАХ 2016 Г. В ЦЕЛОМ ПО ТЕПЛОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ

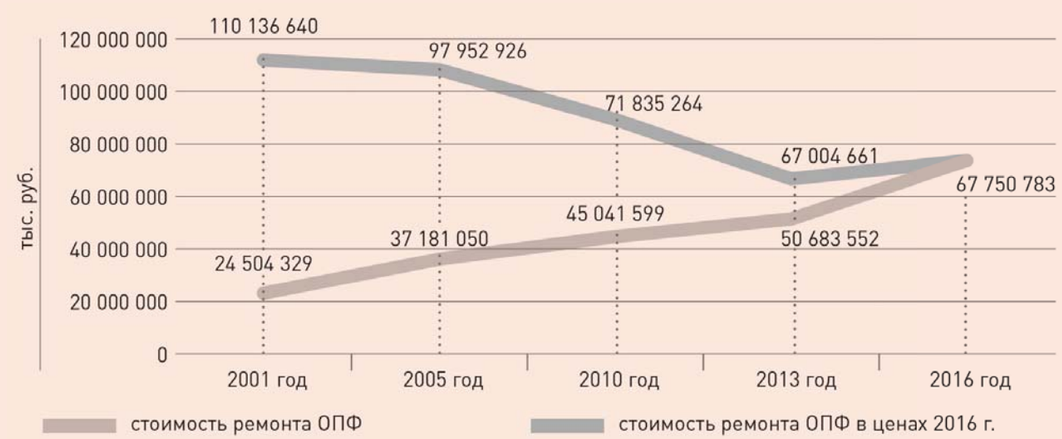

Рис. 1

ИЗМЕНЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА РЕМОНТ НА УСТАНОВЛЕННУЮ МОЩНОСТЬ В ЦЕЛОМ ПО ТЕПЛОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ В ЦЕНАХ 2016 Г., ТЫС. РУБ./МВт

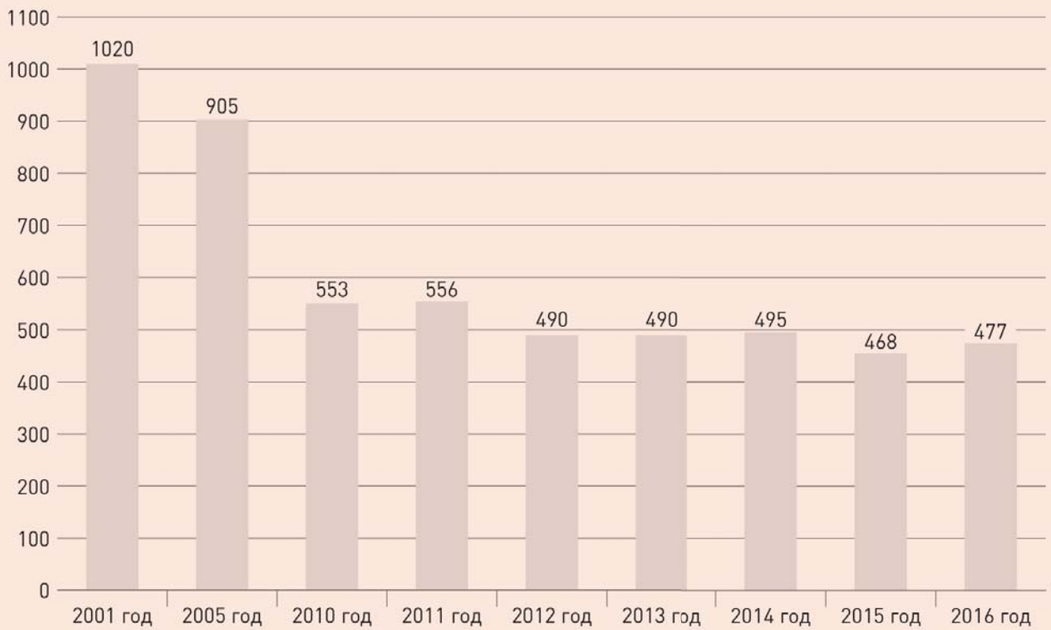

Рис. 2

руемого электроэнергетического оборудования продлевался более 4 раз [2].

В последние годы также сложилась устойчивая тенденция к уменьшению затрат на поддержание в оптимальном технологическом состоянии соответствующих производственных активов за счет смещения акцента на реализацию новых инвестиционных проектов. Так, стоимость ремонта основных производственных фондов (ОПФ) тепловых электростанций в 2016 г. в целом по генерирующим компаниям увеличилась по сравнению с 2010 г. на 50,4 % (рис. 1 на с. 13). При этом величина инфляции в анализируемый период составила 160 %.

Все это свидетельствует о том, что увеличение стоимости ремонта значительно отстает от темпов инфляции и, соответственно, приводит к сокращению располагаемых финансовых ресурсов на выполнение ремонтов ОПФ в необходимых объемах.

Также необходимо отметить тенденцию к существенному уменьшению удельных затрат на ремонт на установленную мощность и удельных затрат на ремонт на приведенную выработку энергии (рис. 2), что говорит о значительном сокращении стоимости ремонта.

Удельный вес морально устаревшего и физически изношенного оборудования, несмотря на значительный объем ремонтов и реконструкции, снижается незначительно. Вошел в практику несбалансированный подход к выбору мер по поддержанию ресурса производственных активов (недостаточность объемов производственных программ ремонтов и технического перевооружения и реконструкции). Для объектов генерации реконструкция на ближайшие 5 лет также запланирована

в минимальных объемах (3–5%) общих инвестиций [2]. Такой подход формирует «отложенный риск» некомпенсируемого выбытия производственных мощностей объектов.

Указанные ограничения приводят к негативным тенденциям в электроэнергетике, уже нашедшим отражение в росте эксплуатационных затрат, стоимости жизненного цикла, проблеме старения основных фондов, системных каскадных авариях на Дальнем Востоке, Юге России, в Сибири, массовых продолжительных отключениях электроэнергии в периоды неблагоприятных погодных условий.

Решать эти задачи можно двумя путями:

1. наращивая мощность генерации магистральных и распределительных сетей, увеличивая объем резерва;
2. повышая эффективность использования уже существующих энергетических объектов, в том числе за счет цифровизации.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛИ ЗА СЧЕТ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Повысить эффективность отрасли за счет цифровизации можно, внедрив принципиально новую модель управления электроэнергетикой, реализация которой возможна на волне цифровой трансформации отрасли посредством в том числе перехода на риск-ориентированное управление на основе использования передовых информационных технологий.

Для решения этой задачи необходимо обеспечить всю вертикаль управления актуальной и достоверной информацией не только о текущем состоянии оборудования и объектов в реальном времени, но и спрогнозировать его состояние для различных горизонтов планирования. Целесообразно сформировать отраслевую гетерогенную среду сбора и передачи разнородной информации о состоянии различных узлов и механизмов, организовать хранение и персональное распределение этой информации различным участникам вертикали управления (с учетом уровня доступа, степени агрегации и обоснованных потребностей в информации), математическую обработку большого массива данных для предиктивного управления технологическими процессами, производственными активами энергетических компаний, а также ситуационного управления (рис. 3).

Сегодняшняя электроэнергетическая отрасль — одна из наиболее способных к цифровизации отраслей. К основным технологиям, способствующим цифровизации электроэнергетики, можно отнести:

– «умные» датчики, размещаемые на генерирующем, передающем и потребляющем оборудовании, — набор устройств, позволяющий сформировать массив

ПАРАДИГМА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Рис. 3

первичных данных, динамически определяющих характер процессов, состояние расчетов, ключевые параметры и фактическое состояние оборудования;

- интеллектуальные алгоритмы управления распределением электроэнергии, которые обеспечивают технологическую возможность эффективно разгружать сечения в режиме реального времени, тем самым увеличивая пропускную способность инфраструктуры до 10–15 %;
- управление потреблением (demand response) — ценозависимое поведение потребителей, основанное на сокращении потребления во время роста цен на рынке. Согласно зарубежному опыту (Япония), управление потреблением позволяет получить эффект до 10 % в пиковые часы нагрузки;
- системы управления жизненным циклом объектов, которые обеспечивают формирование виртуального энергетического объекта и математического аппарата автоматизированного взаимодействия созданного объекта как программного агента с иными агентами мультиагентных систем в течение всего жизненного цикла такого объекта. Применение данного класса систем значительно сокращает временные и материальные затраты при проектировании и строительстве энергетических объектов, снижает вероятность ошибок в расчетах;
- системы прогнозирования остаточного ресурса оборудования — системы, основанные на анализе информации первичных датчиков, установленных на энергетическом оборудовании, создании математических моделей, расчетным путем определяющих остаточный ресурс на основе актуальных данных, поступающих с таких датчиков;
- системы глубокого обучения и предиктивного анализа — большие массивы накопленных данных о нормальных, предаварийных и аварийных режимах энергетического оборудования, позволяющие создавать интеллектуальные системы, предсказывающие изменения уровней работоспособности контролируемого оборудования и обеспечивающие предиктивный анализ развития таких изменений в динамике;
- промышленный интернет вещей — вычислительная сеть физических предметов («вещей»), оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой (распределенная сетевая инфраструктура АСУ ТП). Включает в себя датчики и контроллеры, установленные на узлах и агрегатах промышленного объекта, средства передачи собираемых данных и их визуализации, мощные аналитические инструменты интерпретации получаемой информации и многие другие компоненты.

ТЕКУЩЕЕ (А) И ЦЕЛЕВОЕ (Б) СОСТОЯНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИКЛАДНЫХ КОМПОНЕНТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

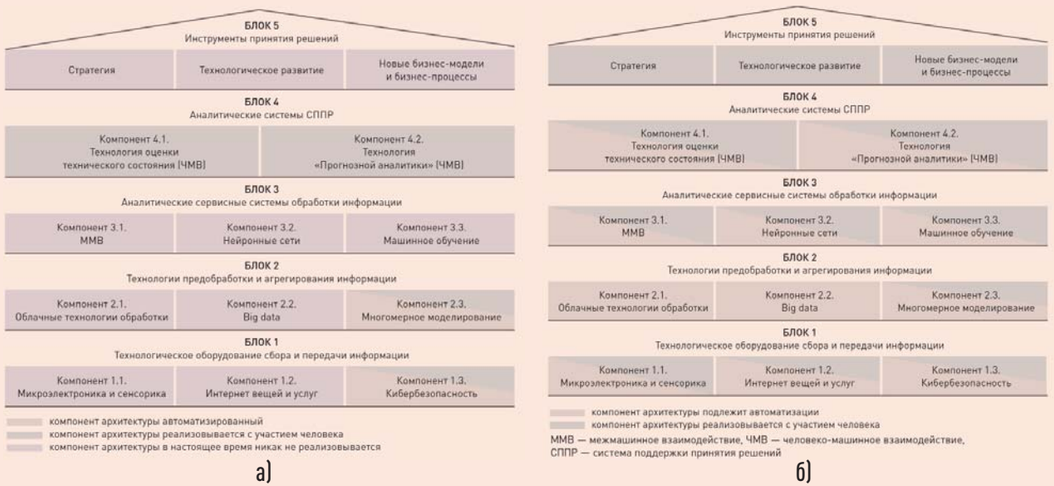

Рис. 4

СХЕМА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ

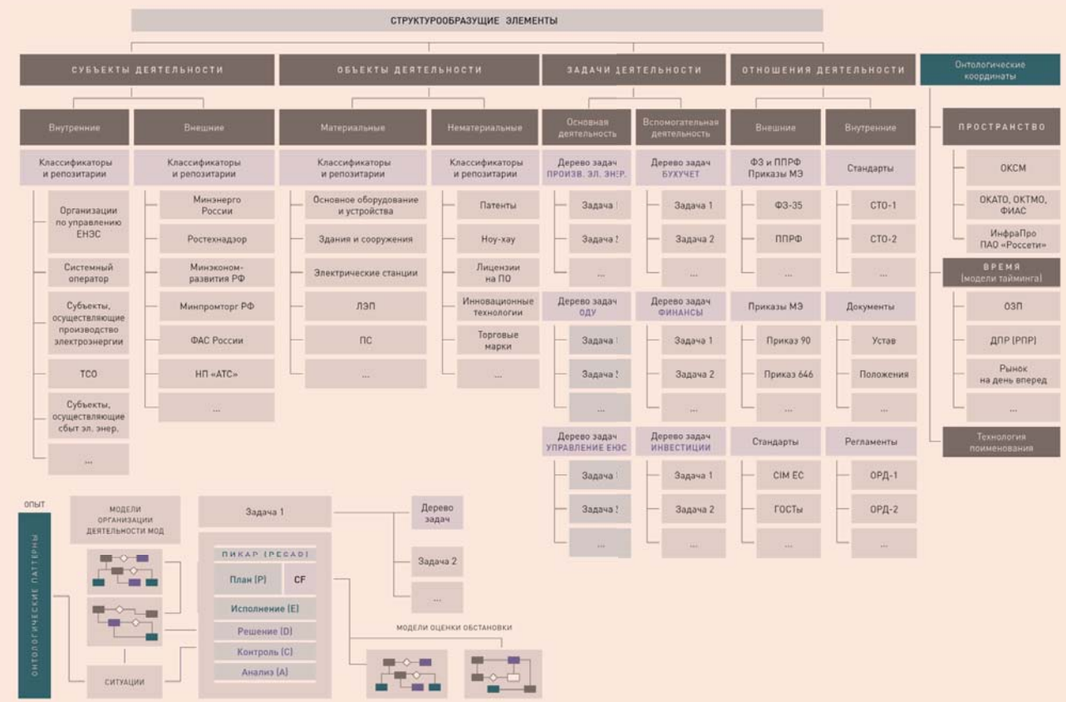

Рис. 5

С точки зрения учета временных горизонтов и значимости для цифровизации отрасли, указанные технологии будут внедряться в электроэнергетике разными темпами. На краткосрочном горизонте (3–5 лет) большое распространение получат «умные датчики», что повысит наблюдаемость энергетических объектов и создаст базис для развития цифровых сервисов. На среднесрочном горизонте произойдет широкое внедрение интеллектуальных алгоритмов управления распределением электроэнергии, будут массово внедряться системы управления жизненным циклом объектов, а также системы прогнозирования остаточного ресурса элементов оборудования и объектов в целом. Это позволит сформировать прочный фундамент риск-ориентированного управления электроэнергетикой. И, наконец, на долгосрочном горизонте (более 7 лет) массив данных и глубина проникновения цифровых устройств и систем станут достаточными для внедрения интеллектуальных систем управления потреблением, систем глубокого обучения и предиктивного анализа, а также формирования полноценной системы индустриального интернета в электроэнергетической отрасли (рис. 4).

При этом при внедрении указанных и любых других цифровых технологий участие человека не исключается. Цифровизация не рассматривается в качестве тотального автоматизированного и компьютерно интегрированного производства, человеческий фактор в котором сведен к минимуму. В рамках цифровизации человек выполняет главенствующую функцию управления.

Расширение внедрения и использования описанных выше технологий за счет внедрения новых бизнес-моделей и бизнес-процессов в электроэнергетике является фундаментом цифровизации.

ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ?

Следует разделять задачи цифровизации и внедрения новых технологий. Они имеют различные цели и ориентированы на разные способы получения результатов.

Внедрение новых технологий нацелено на замену существующих технологических и производственных процессов на более современные, прогрессивные, экономически эффективные и быстродействующие. Также стоит разделять процессы цифровизации и автоматизации. Цифровизация базируется на автоматизации и масштабном сборе данных, но не сводится только к этому. При существующем довольно высоком уровне автоматизации в отрасли пока наблюдаются не системные, а только локальные эффекты, позволяющие говорить о снижении себестоимости некоторых производственных процессов. Подтверждением этому может служить тот факт, что, несмотря на достаточно высокий уровень наблюдаемости электросетевых объектов высшим классом напряжения 35 кВ и выше, значительного повышения эффективности производства не произошло. Для получения действенных эффектов необходимо не только собирать и накапливать данные, но и анализировать их, используя передовые информационно-телекоммуникационные технологии, в целях выявления трендов и прогнозирования состояния электроэнергетической инфраструктуры и режимов работы сетей, т.е. перейти к цифровизации с использованием экспертных систем.

Цифровизация отдельных бизнес-процессов не даст качественного скачка для перехода к технологической революции. Можно оптимизировать отдельные процессы, снизив их себестоимость либо получив новые источники прибыли, но кумулятивного эффекта на уровне отрасли при этом мы не увидим.

Таким образом, в основе любой концепции цифровизации должно лежать предложение по изменению существующих моделей управления [3], что в свою очередь позволит определить требования к экспертным системам, перечень данных для сбора и анализа, объем необходимого технологического оснащения для автоматизации сбора, передачи, хранения и обработки информации, а также осуществления управляющих воздействий на технологическое оборудование.

Целесообразно выделить три ключевых фактора, на которых базируется идеология цифровой трансформации:

1. онтологическая модель;
2. экосистема цифровой энергетики;
3. эффективные модели управления.

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Исходным методологическим фундаментом построения онтологической модели деятельности электроэнергетики, первого ключевого фактора цифровой трансформации является «Онтология предприятия» (Enterprise Ontology) [4]. В рамках онтологии деятельности предприятия в качестве опорной, или базовой, используется онтологическая модель деятельности (рис. 5 на с. 17), которая включает матрицу из шести основных элементов: субъекты, объекты, задачи, отношения деятельности, пространство и время. Также необходимо определить корпус онтологической модели деятельности, который структурирует описание этих шести элементов в таких онтологических нотациях, как терминология, классификаторы, репозитарии, профайлы атрибутов, модели организации деятельности. Субъекты деятельности структурируются по основанию внешнего и внутреннего контура деятельности. Внутренний контур деятельности включает субъекты электроэнергетики, организацию, ответственную за управление ЕНЭС, Системного оператора, генерирующие компании, ТСО и др. Во внешнем контуре находятся министерства и ведомства. Объекты деятельности также делятся на материальные и нематериальные; к материальным относятся объекты электроэнергетики, здания и сооружения, основное оборудование и устройства. Задачи деятельности делятся на задачи основной деятельности и задачи вспомогательной деятельности.

ЭКОСИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Вторым ключевым фактором трансформации является создание единой технологической экосистемы, использующей единые стандарты, метамодель и принципы идентификации.

В ходе реализации программ цифровизации возникает потребность в развитой информационно-коммуникационной инфраструктуре (ИКИ) и, прежде всего, в цифровых платформах, имеющих распределенную устойчивую защищенную структуру и обладающих значительными вычислительными мощностями.

При моделировании комплексной, динамически изменяющейся, территориально и организационно распределенной единой экосистемы электроэнергетики целесообразно применять архитектурный подход, в соответствии с которым для электроэнергетической отрасли разрабатывается базовая архитектурная модель, обеспечивающая возможность независимой разработки и внедрения отдельных методологических и нормативных правовых элементов, математического и программного обеспечения, организационных решений и финансирования отдельных проектов (рис. 6).

Набор моделей, составляющих перечень референсных моделей и моделей для каждого объекта (каждой описываемой подсистемы), включает в себя:

- модель бизнес-процессов, которая описывает бизнес-процессы каждого элемента системы для исполнения им своих функций;
- модель данных, которая фиксирует места формирования и маршруты движения юридически значимой информации, возникающей внутри подсистемы или поступающей от внешних факторов. Фактически модель данных оперирует в двух классах систем: учетные системы (т.е. системы, где данные возникают) и аналитические системы (т.е. надстройки, использующие данные учетных систем для их обработки). И те, и другие системы могут иметь пользовательский интерфейс и предоставлять защищенный регламентированный доступ к данным в соответствии с определенными правилами системы и правами доступа;
- модель системных компонент — набор стандартизованных элементов подсистемы, которые могут быть использованы в качестве стандартных библиотек при объектно-ориентированном программировании, а также при описании действий или реакций на действия каждого из факторов;
- техническая модель — набор разрешенных стандартов и протоколов информационного взаимодействия, обеспечивающих базовый уровень транспарентности и интероперабельности систем. Модель перечисляет разрешенные стандарты и протоколы для взаимодействия всех информационных систем, включенных в платформу, а также устанавливает требования к периферии аппаратного обеспечения для модуляции / демодуляции сигналов.

Для каждой из указанных выше референсных моделей и моделей объекта должны быть определены необ-

СТРУКТУРА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ЭКОСИСТЕМЫ

Рис. 6

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Рис. 7

ходимые требования с точки зрения обеспечения безопасности и надежности, а также целевая функция максимизации эффективности. Модель безопасности определяет требования к информационной безопасности каждого из вышеуказанных уровней: процессы должны быть сформированы и автоматизированы при условии необходимого уровня безопасности; каналы сбора и передачи данных должны быть защищены в достаточной степени; хранение данных должно быть организовано с необходимым уровнем безопасности и т.д. Модель эффективности определяет требования по эффективности для каждого из вышеуказанных уровней: бизнес-процессы должны быть сформированы и автоматизированы наиболее эффективно; данные должны собираться, храниться, распространяться и утилизироваться наиболее эффективно и т.д. Модель эффективности реализуется через установление ключевых показателей эффективности (КПЭ) для каждого разрабатываемого процесса или компонента, выявления критического пути и его оптимизацию. Модель эффективности архитектуры подсистем может стать семантическим прообразом методики оценки эффектов цифровизации процессов и систем в электроэнергетике.

В настоящее время о готовности создавать цифровые платформы и телекоммуникационную инфраструктуру для цифровой экономики заявили ПАО «Ростелеком», государственная корпорация «Ростех» и государственная корпорация «Росатом». В связи с этим у субъектов отрасли отсутствует необходимость осуществлять в целях цифровизации значительное развитие собственной ИКИ, включая строительство информационной платформы, а также расширение и увеличение пропускной способности сетей связи. Указанная деятельность не является основной для субъектов электроэнергетики и отвлекает значительные финансовые средства от инвестиций в развитие электроэнергетической инфраструктуры. Необходимо поощрять использование современных моделей взаимодействия с традиционными операторами сектора информационно-коммуникационных технологий, включая переход на модели PaaS, IaaS и SaaS, которые дают возможность сосредоточиться на основных направлениях и задачах отрасли (рис. 7).

Технологическая среда должна стать базисом электроэнергетической экосистемы — своеобразной сети организаций как существующих, так и создающихся вокруг платформы с возможностью оказания «кастомизированных» услуг и продуктов каждому потребителю по оптимальной стоимости. Потребители электро-

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ НОВЫХ «КАСТОМИЗИРОВАННЫХ» УСЛУГ

Рис. 8

энергии смогут выбирать любой удобный набор продуктов и услуг, так называемый «кастомизированный» 1 кВт·ч, — минимальную стоимость для выбранного уровня надежности и качества поставки этого 1 кВт·ч и дополнительные услуги. Энергокомпании смогут не приобретать набор разнородного оборудования для своей производственной деятельности, а повышать эффективность жизненного цикла производственного комплекса в зависимости от выбранной стратегии или себестоимости 1 кВт·ч (рис. 8).

Одним из важнейших вопросов цифровизации является задача снижения экономических и технологических угроз за счет перехода на использование решений российских производителей. В любой отраслевой концепции должна прослеживаться ориентированность на российские технологии, решения и продукты [5].

Другим важным вопросом является обязательное обеспечение открытой архитектуры единой информационной среды при выборе применяемых решений. Это позволит облегчить интеграцию новых технологических решений (они встраиваются в виде новых модулей и приложений в единую среду), снизить зависимость от производителя (один модуль легко заменяется другим без дополнительных перенастроек), обеспечить внутриотраслевое и межкорпоративное взаимодействие (все системы общаются на одном языке, нет дорогостоящей интеграции). Именно открытый и системный подход создаст условия для возникновения новых прикладных сервисов для пользователей как внутриотраслевых (руководство компаний, надзорные органы, работники компаний), так и внешних (настоящие и будущие потребители энергоресурсов).

ВНЕДРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

И, наконец, третий ключевой фактор цифровизации — внедрение эффективных моделей управления — должен обеспечить максимизацию положительных эффектов цифровизации за счет использования возможностей цифровых технологий, ускорения обмена данными и повышения прозрачности и достоверности информации.

Современные объекты энергетики генерируют терабайты данных, но они не все переведены в цифровой формат и не все структурированы. Сегодня востребовано не более 2 % генерируемых данных, что мешает использовать огромный потенциал оптимизации внутренних процессов [6].

СХЕМА РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ

Рис. 9

Новые прогностические модели управления объектами электроэнергетики на основе обработки неиспользуемых цифровых данных с применением технологий промышленного интернета вещей способны активировать скрытый потенциал больших данных и органично задействовать все доступные энергоресурсы. Использование подходов цифровизации повысит производительность активов, усовершенствует технологические процессы, увеличит эффективность сбытовой деятельности и позволит снизить издержки.

Первые шаги в направлении перехода на новые модели управления уже сделаны. В частности, разработана концепция и реализуются мероприятия по внедрению риск-ориентированного подхода в управлении энергосистемой. Обновленная модель управления базируется на основе возможности анализа большого объема достоверных данных и ставит целью повышение эффективности технологических и управленческих процессов и оптимизацию использования ограниченных ресурсов для решения целого ряда актуальных отраслевых задач. В рамках предложенных подходов решаются вопросы оптимизации сбора отраслевой статистики и повышения ее достоверности, повышения наблюдаемости объектов электроэнергетики, уровня надежности энергоснабжения, снижение административной нагрузки на субъекты электроэнергетики (рис. 9).

Данный подход уже находит свое отражение в изменении нормативно-правовой базы, регулирующей отрасль. Например, реализуется обновленный подход к планированию инвестиционной и ремонтной деятельности с ориентацией на вероятность и последствия отказа оборудования посредством использования индекса технического состояния оборудования [7, 9]. Активно внедряются прогностические модели оценки состояния активов. Подтверждена актуальность как организационного, так и технологического воздействия на энергосистему с целью перехода на новые эффективные риск-ориентированные модели управления. Примером такого рода воздействия организационного характера является двухконтурная модель оценки готовности субъектов электроэнергетики к осуществлению основной функции [8].

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Для оперативного и ситуационного управления, а также стратегического прогнозирования на уровне регулятора отрасли требуется разрозненная информация со всех субъектов отрасли, при этом структурированная под определенные операционные и стратегические задачи. Решение такого рода задач в современных системах управления предлагается осуществлять с помощью системы поддержки принятия решений (СППР) — Decision Support System (DSS).

Схематично на рис. 10 показана целевая архитектура двухконтурной сетецентрической системы поддержки принятия решений, которая создается и развивается на основе онтологической модели деятельности предприятия. Сетецентрическая архитектура систем поддержки принятия решений является принципиальным требованием. Такой подход позволяет превратить систему поддержки принятия решений в постоянно развивающийся инструмент, который изначально должен строиться как система-конструктор, обеспечивающая гибкий выбор, комбинацию и настройку необходимого состава приложений под решаемые задачи. Принципиальным методологическим требованием и новизной является переход от локальных инфраструктурных решений к единой распределенной информационной телекоммуникационной инфраструктуре с использованием специализированных ЦОД и цифровых платформ. Система поддержки принятия решений должна строиться как сетецентрическая, хорошо масштабируемая, территориально и корпоративно распределенная система с использованием облачных технологий и решений PaaS / SaaS. При таком подходе появляется реальная возможность сократить стоимость владения информационными системами и перейти на новую модель отношений, заменить поставку информационных систем оказанием услуг по поставке гибко настраиваемых и управляемых сервисов.

В СППР реализуется идеология масштабируемости и связности приложений первого и второго контуров. В основе работы первого контура лежат приложения, обеспечивающие сбор телеинформации непосредственно со средств измерения. Приложения второго контура обеспечивают сбор информации на основе данных, создаваемых человеком (например, из текстовых сообщений).

Создание единого доверенного информационного пространства и унификация информации о техническом состоянии объектов энергетической инфраструктуры позволит проводить математическую обработку полученных массивов данных для решения широкого круга расчетно-аналитических и управленческих задач, включая дистанционное конфигурирование и оценку остаточного ресурса оборудования, исполнение шлюзовых функций, реакцию на штатные и внештатные ситуации через анализ мнемосхем,

ДВУХКОНТУРНАЯ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

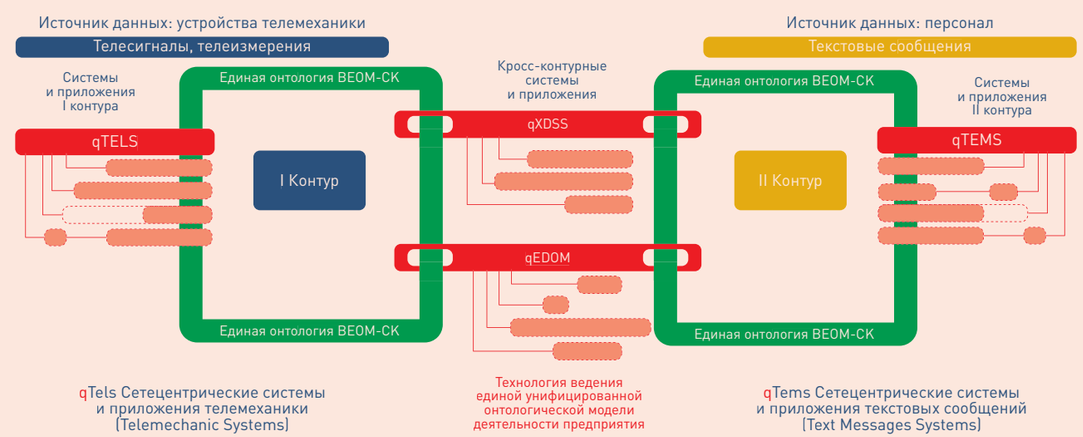

Рис. 10

анализ и предсказание развития неисправности по комбинации линейно не связанных признаков даже при незначительном изменении одиночных признаков.

ЭФФЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ

В ближайшие 10–20 лет хранение электроэнергии станет коммерчески состоявшейся технологией, и мы придем к другой электроэнергетике. Например, в 2017 г. максимальное потребление в энергосистеме, зафиксированное в январе, составило 151,2 ГВт при общей установленной мощности в 237,4 ГВт (рис. 11). То есть мы имели практически 86 ГВт разного рода резервов, а это составляет порядка 36 % неиспользуемых мощностей, которые необходимо поддерживать в нормативном техническом состоянии.

Новые модели управления перекроят всю технологическую структуру состояния отрасли, перераспределят роли участников и приоритеты развития.

В результате цифровизации на среднесрочном горизонте будет эволюционно изменяться облик энергосистемы и сформируются предпосылки для ее перехода на новый технологический уклад, который будет иметь два ключевых отличия от существующего состояния, а именно:

- высокий уровень информатизации (а значит, наблюдаемости, адаптивности и управляемости энергосистемы в целом и отдельных объектов в частности) и полномасштабное применение цифровых технологий на всех стадиях жизненного цикла и процесса управления поставкой электроэнергии потребителю, включая непрерывное цифровое моделирование и автоматизированное управление производственными процессами;
- стирание границ между ролями субъектов (генерация, передача и распределение, управление и диспетчирование, сбыт, потребление), т.е. любой актор в разные моменты времени может быть либо источником тока, либо потребителем. Это достигается за счет массового использования различных типов накопителей энергии. Генераторы применяют накопители для повышения маневренности мощностей, сети — для выравнивания загрузки сечений и повышения их пропускной способности, потребители — для выравнивания потребления.

Необходимо подчеркнуть, что предложения по трансформации моделей управления должны предваряться оценкой предполагаемых затрат и потенциальных эффектов, а также достаточности условий, в том числе нормативно-правовых и нормативно-технологических, для осуществления указанного преобразования.

СТРУКТУРА БАЛАНСА МОЩНОСТИ ЕЭС РОССИИ (в ГВт)

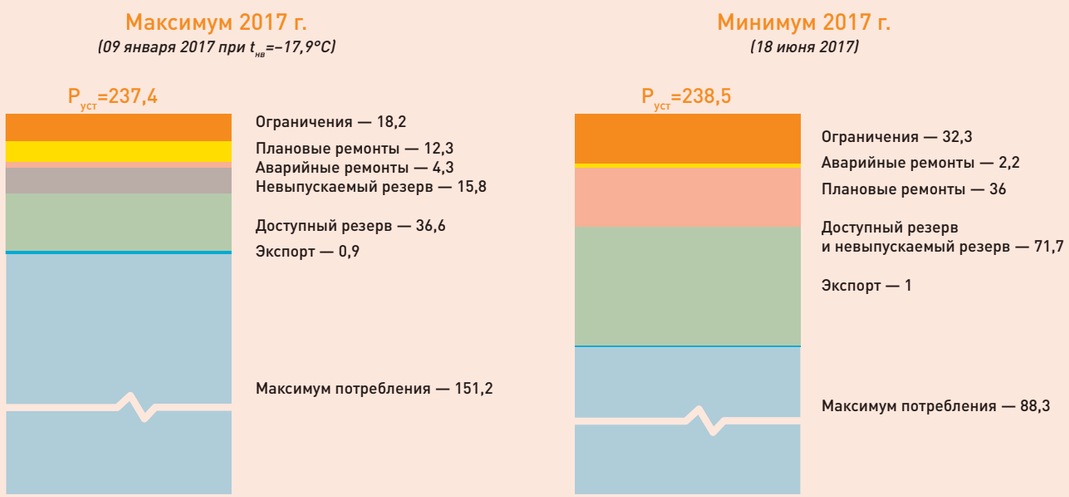

Рис. 11

При цифровизации изменения эффективности затрагивают одновременно несколько уровней:

- на уровне потребителей электроэнергии и мощности эффект проявляется в снижении стоимости (снижении скорости роста стоимости) энергии и мощности, повышении качества и надежности энергообеспечения;
- на уровне энергетических компаний, применяющих соответствующие решения, растет наблюдаемость и управляемость энергетических объектов, снижаются капитальные затраты, повышается операционная эффективность, растет прибыльность бизнеса, увеличивается капитализация;
- на уровне отрасли в общем случае повышается энергоэффективность электроэнергетики в целом. Операционная эффективность, с одной стороны, повышается за счет более эффективного использования ресурсов у компаний, использующих новые решения, с другой стороны, может снижаться за счет выпадающих доходов других компаний отрасли. Цифровизация эффективна, когда ее интегральный дисконтированный эффект превосходит затраты на внедрение новых решений при условии сохранения требуемого уровня надежности и безопасности;
- на уровне страны возникает синергетический эффект за счет создания новых производств, в том числе с экспортным потенциалом. Новые производства создают добавленную стоимость, вносят вклад в ВВП страны и формируют налоговые поступления, предоставляют новые высокопроизводительные рабочие места. Но при этом ряд действующих производств может прекратить существование или сократить выпуск продукции. Цифровизация эффективна, когда интегральный эффект на уровне страны превосходит затраты на внедрение и создает для страны новые возможности.

Предиктивные киберфизические системы обеспечат перевод управления производством от людей к машинам. В то же время возрастет потребность в высококвалифицированных работниках, способных координировать работу сложных систем. Интерактивные технологии позволят оптимизировать процесс взаимодействия с пользователем. Они отражают переход от ручной обработки транзакций к обработке исключений, которая необходима в случаях, когда предопределенных правил недостаточно и требуется человеческая творческая способность и изобретательность.

Таким образом, при разработке комплексной программы цифровизации целесообразно исходить из следующих посылов:

- мероприятия по цифровизации, реализуемые различными субъектами электроэнергетики, должны быть взаимосогласованы на архитектурном и протокольном уровнях и с целью получения суммарного отраслевого эффекта обеспечивать возможность интеграции через единое информационное пространство и цифровую среду взаимодействия;
- цели цифровизации не должны сводиться к простой автоматизации существующих технологических и бизнес-процессов. Каждый этап реализации мероприятий по цифровизации должен приводить к оптимизации существующих в субъектах энергетики или в отрасли в целом моделей управления;
- утверждение мероприятий по цифровизации должно пред-

АТЛАНТ
диспетчерские пульты

- Разнообразие конфигураций;
- ровная столешница по всей длине пульта;
- надежный стальной каркас;
- встроенные кабельные каналы для сигнальных и электрических проводов;
- лючки доступа к верхнему кабельному каналу;
- тыловой и фронтальный доступ к оборудованию;
- естественный и принудительный воздухообмен для установленного оборудования;
- модульная система энергоснабжения.

- Мягкий кант для защиты рук диспетчера во всех комплектациях;
- соответствие требованиям эргономики;
- износостойкая HPL-столешница с антистатическим покрытием;
- только качественные и профессиональные материалы;
- производство РФ.

Удобство. Надежность. Стиль.

Каждый диспетчерский пульт «АТЛАНТ» изготавливается по индивидуальному проекту. Перед отправкой к клиенту осуществляется полная предварительная сборка диспетчерского пульта, что гарантирует высокое качество поставляемого изделия.

Pult-atlant.ru
Pultatlant.ru
sales@pult-atlant.ru
+7 495 956 21 14

реклама

варяться оценкой предполагаемых затрат и потенциальных эффектов, включая обоснование возврата инвестиций. При этом необходимо учитывать результаты пилотных проектов по аналогичной тематике и уровень зрелости новых технологий;

– объем и темпы цифровизации должны обеспечивать реальную готовность компаний к изменению бизнес-процессов и моделей управления. При этом должны учитываться возможности производственных мощностей поставщика по обеспечению требуемых объемов поставок в соответствии с выбранными темпами цифровизации;
– при цифровизации необходимо обеспечивать преемственность и совместимость организационно-технологических решений в целях обеспечения сохранности инвестиций;
– при выборе ключевых технологий и определении приоритетов мероприятий по цифровизации необходимо придерживаться основных положений, заданных программой «Цифровая экономика Российской Федерации» [1];
– проекты по цифровизации субъектов электроэнергетики должны максимально использовать существующие мощности, инфраструктуру и продукты традиционных телекоммуникационных компаний (преимущественно с государственным регулированием). Это даст возможность избежать значительных инвестиционных и операционных затрат на не основную для субъектов электроэнергетики деятельность и сосредоточиться на качественном выполнении собственных задач;
– мероприятия по цифровизации должны использовать решения преимущественно российских производителей и поставщиков. Применяемые технологии должны быть максимально зрелыми и масштабируемыми;
– планы по цифровизации должны коррелироваться с целями и направлениям долгосрочных программ развития реализующих их субъектов электроэнергетики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На текущей стадии развития отрасли уже можно планировать конкретные мероприятия (при условии их соответствия указанным выше критериям), направленные на создание инфраструктурной и информационной сред взаимодействия, развитых платформ, технологий обработки данных, обеспечение информационной безопасности и внедрение новых моделей взаимодействия, например:

– обеспечение наблюдаемости параметров оборудования и электроэнергетического режима;
– анализ состояния оборудования;
– дистанционное управление элементами электрической сети, генерации, объектовыми системами управления и защит;
– системы защит с функциями самодиагностики и удаленного параметрирования;
– интеллектуализация учета, контроля качества и надежности энергоснабжения.

Сегодня Россия может максимально эффективно использовать благоприятный момент для инвестиций в будущую конкурентоспособность компаний, отраслей и национальной экономики в целом. Распространение цифровых технологий естественными темпами не даст желаемого результата, и отсутствие целенаправленных усилий усугубит отставание от стран, которые смогут поймать волну «цифровой революции». Желаемой цели можно достигнуть, только если государство и компании государственного и частного секторов будут играть на опережение — быстро адаптировать и внедрять технологические достижения, активно сотрудничая между собой, с технологическим и научным сообществом и внешними партнерами, а также постоянно сверяя свои действия с потребностями, предпочтениями и привычками потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 №1632-р об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».
2. Основные результаты функционирования объектов электроэнергетики в 2016 году. Итоги прохождения ОЗП 2016–2017 годов. Задачи на среднесрочную перспективу / Е.П. Грабчак и др.; под ред. А.В. Черезова. М.: ЦДУ ТЭК, 2017.
3. Грабчак Е.П. Не стоит ставить знак равенства между цифровой энергетикой и цифровой подстанцией // Энергетика и промышленность России. 2018. № 3. С. 335–336.
4. Шведин Б.Я. Онтология предприятия: экспириентологический подход: технология построения онтологической модели предприятия. М.: URSS, 2010.
5. Черезов А.В., Грабчак Е.П. Проблемы и перспективы развития производства газотурбинных установок высокой мощности в Российской Федерации // Надежность и безопасность энергетики. 2017. Т. 10. № 2. С. 92–97.
6. Хузмиев И.К. Цифровая энергетика — основа «цифровой экономики» // Автоматизация и IT в энергетике. 2018. № 2 (103). С. 5–10.
7. Грабчак Е.П. Оценка технического состояния энергетического оборудования в условиях цифровой экономики // Надежность и безопасность энергетики. 2017. № 4 (10). С. 2–16.
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.05.2017 № 543 «О порядке оценки готовности субъектов электроэнергетики к работе в отопительный сезон».
9. Приказ Министерства энергетики РФ от 26.07.2017 № 676 «Об утверждении методики оценки технического состояния основного технологического оборудования и линий электропередачи электрических станций и электрических сетей».

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ГЛАЗАМИ МОЛОДЕЖИ
КГЭУ-2018

IX Международная
научно-техническая конференция
«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА
ГЛАЗАМИ МОЛОДЕЖИ»

1 – 5 октября 2018 года г. Казань

Международная научно-техническая конференция «Электроэнергетика глазами молодежи» — крупнейшее мероприятие для молодежи электроэнергетической отрасли, способствующее развитию научного и творческого потенциала молодых исследователей.

Конференция объединит более 300 молодых специалистов из 20 энергокомпаний России, студентов, аспирантов и молодых ученых 25 российских и зарубежных вузов. Рецензентами материалов конференции выступили более 100 ведущих экспертов отрасли и известных ученых.

Организаторами мероприятия являются АО «Системный оператор Единой энергетической системы», Казанский государственный энергетический университет, Международный Совет по большим электрическим системам высокого напряжения (СИГРЭ), Российский национальный комитет Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения (РНК СИГРЭ), ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (входит в группу компаний «Россети») и Благотворительный фонд «Надежная смена».

Конференция проводится при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В своем приветствии участникам и организаторам конференции вице-президент Российской академии наук, академик РАН Валерий Козлов отметил: «Привлечение талантливой молодежи к участию в отраслевых научно-технических мероприятиях является неотъемлемой частью её успешной самореализации. Основная цель подобных мероприятий – раскрытие и дальнейшее развитие творческого потенциала молодых людей, повышение интереса к выбранной профессии и, что немаловажно, к научно-исследовательской деятельности».

По традиции конференция «Электроэнергетика глазами молодежи» проводится ежегодно на базе одного из ведущих российских технических вузов, осуществляющих подготовку студентов по электроэнергетическим и электротехническим направлениям. Начиная с 2010 года, мероприятие проходило в технических университетах Екатеринбурга, Иванова, Новочеркасска, Самары и Томска. Казанский государственный энергетический университет примет конференцию второй раз.

Участники представят доклады в семи тематических секциях: «Управление электроэнергетическими режимами энергосистем», «Режимы работы и оборудование электрических сетей и систем», «Релейная защита и автоматика энергосистем», «Цифровые технологии в электроэнергетике», «Перспективные направления развития электроэнергетики, экономика и экология», «Промышленная энергетика. Энергоэффективность», «Образовательные технологии и программы подготовки специалистов для электроэнергетики».

Программа конференции включает знакомство с энергетической отраслью региона. Благодаря организационной поддержке АО «СО ЕЭС», АО «Татэнерго» и ОАО «ТГК – 16» участники посетят Филиал АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Республики Татарстан», Казанскую ТЭЦ – 2 и Казанскую ТЭЦ – 3.

В рамках конференции пройдет совместное совещание Наблюдательного совета и Исполнительного комитета Межвузовского методического совета по электроэнергетике (ММСЭ), на котором представители вузов и энергокомпаний обменяются опытом подготовки нового поколения энергетиков.

Мероприятие также даст участникам возможность непосредственного общения с потенциальными работодателями. В ходе круглого стола с участием электроэнергетических компаний будущие специалисты и работодатели обсудят возможности прохождения практики и перспективы трудоустройства.

Программа конференции будет дополнена мастер-классами по личной эффективности и знакомством с достопримечательностями столицы Татарстана.

Все заслушанные доклады будут опубликованы в сборнике материалов конференции.

Официальный сайт Конференции: http://fondsmena.ru/EGM/

реклама