



Совершенствование бизнес-процессов в электроэнергетических системах на основе применения инновационной технологии NORMEL

Клавсуц И.Л.¹, Русин Г.Л.¹

¹ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ:

В статье представлены исследования по повышению эффективности бизнес-процессов в электроэнергетических системах в рамках концепции Smart Grids на основе опыта внедрения запатентованной в РФ, СНГ, ЕС, США и других странах инновационной технологии управления потреблением электроэнергии NORMEL. Исследования и опыт внедрения показывают, что эффект от применения технологии проявляется не только у непосредственных потребителей электроэнергии, но и в генерирующих, электросетевых и сбытовых электроэнергетических компаниях, т.е. в электроэнергетической системе в целом, включая источник электроэнергии – электростанцию. Совокупный экономический эффект при системном массовом применении инновационной технологии в электроэнергетических системах мира может достигать более 50% экономии финансовых ресурсов, а также все социальные и экологические эффекты, связанные с производством, передачей, потреблением электроэнергии. Изложен подход к оценке роста экономической эффективности при применении новой технологии для электросетевых компаний. Аналогичная оценка системного массового применения новой технологии может быть получена также для генерирующих, сбытовых энергетических компаний и потребителей электроэнергии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глобальный менеджмент инноваций и технологий, управление потреблением электроэнергии, реинжиниринг бизнес-процессов, энергоэффективность.

Improvement of business processes in electric power systems on the basis of the application of innovative technology NORMEL

Klavsvuts I.L.¹, Rusin G.L.¹

¹ Novosibirsk State Technical University

Введение

В последние несколько лет в мире активно продвигается концепция интеллектуальных электроэнергетических сетей – Smart Grids, положенная в основу стратегий и проектов повышения энергоэффективности электроэнергетических систем.

В России развитие интеллектуальных электроэнергетических сетей является приоритетным направлением «Программы мер по формиро-

ванию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства России к 2035 году (НТИ)» в рамках дорожной карты «EnergyNet» – «Распределенная энергетика от personal power до smart grid, smart city». Данная дорожная карта разработана с учетом проекта Энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года, Прогноза научно-технологического развития России – 2030 «Энергоэффективность и энергосбережение», проекта Прогноза научно-технического прогресса в энергетике на период до 2035 года [1].

Smart Grid – это комплекс технико-экономических мероприятий, включающий: мониторинг электропотребления, динамическое управление электросетями, регулирование спроса со стороны системы электроснабжения – Demand Response, управление потреблением электроэнергии – Demand Side Management (DSM) [4].

Управление энергоэффективностью – стратегическая задача мирового масштаба. Одним из важнейших условий повышения энергетической эффективности электроэнергетических систем в мире является соблюдение стандартов качества электрической энергии. В нашей стране проблема управления энергоэффективностью решается в государственной программе, направленной на успешную реализацию Федерального

ABSTRACT:

The article presents the research on the efficiency improvement of business processes in electric power systems under the concept of Smart Grids, based on the experience of implementation of the innovative technology of NORMEL energy consumption management patented in Russia, the CIS, the EU, the USA and other countries. The research and the experience of implementation show that the effect of the application of technology shows itself not only in electric power consumers, but also in generating, grid and electric power companies, i.e. in the electric power system as a whole, including the power plant which is the source of electricity. The cumulative economic effect in the systemic mass application of innovative technology in the world's electric power systems can reach more than 50% of the savings in financial resources, as well as all social and environmental effects related to the generation, transmission, consumption of electricity. The paper states the approach to the estimation of the economic efficiency growth within the application of a new technology for the electric power companies. A similar assessment of the systemic mass application of a new technology can also be obtained for generating, marketing energy companies and electricity consumers.

KEYWORDS: global management of innovation and technology, power consumption management, business process reengineering, energy efficiency

Received: 18.04.2017 / Published: 16.06.2017

© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers
For correspondence: Klavsuts I.L. (Ira.klavsuts@gmail.com)

CITATION:

Klavsuts I.L., Rusin G.L. [2017] Sovershenstvovanie biznes-protsessov v elektroenergeticheskikh sistemakh na osnove primeneniya innovatsionnoy tekhnologii NORMEL [Improvement of business processes in electric power systems on the basis of the application of innovative technology NORMEL]. Rossiyskoe predprinimatelstvo. 18. (11). – 1797-1812. doi: [10.18334/rp.18.11.37845](https://doi.org/10.18334/rp.18.11.37845)

Закона РФ от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 04.10.2014) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», целью которого является «...создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности». Одним из важнейших условий повышения энергоэффективности электроэнергетических систем является соблюдение стандартов качества электрической энергии. В мире существуют стандарты на нормы качества электроэнергии, например Национальный Стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 54149-2010 и идентичный ему Европейский Стандарт EN 50160: 2010 [2, 3] (Markiewicz, Klajn, 2004). Напряжение является важнейшим параметром и в стандартах находится на первом месте по значимости. Если стандарты не выполняются, то нельзя гарантировать нормальную работу оборудования, подключаемого к электросети. Реально выполнить стандарт весьма сложно, т.к. коммутации потребителей электроэнергии происходят произвольно. В основном вышесказанное относится к электрическим сетям 0,4 кВ, т.к. более 70% потребителей мира питается от этих сетей.

Рассматриваемая инновационная технология NORMEL – это запатентованные инновационный метод и устройство, основанные на регулировании напряжения. Устройства NORMEL, подключаемые к электрическому вводу в здание после прибора коммерческого учета электроэнергии, позволяют управлять потреблением электроэнергии (DSM), улучшая ее качество в соответствии с требованиями международных стандартов, а также экономить потребляемую электроэнергию (по счетчику) от 7 до 24% в зависимости от характера электрической нагрузки зданий, сооружений, промышленного оборудования, уличного освещения, т.е. различных потребителей электроэнергии.

Исследования и опыт внедрения технологии NORMEL в различных странах показывают, что системное массовое применение этой технологии в электроэнергетических системах мира в рамках концепции Smart Grid не только обеспечивает нормальную работу устройств, приборов и оборудования потребителей электроэнергии (здания, сооружения, промышленное оборудование, уличное освещение) в пределах требований международных Стандартов на нормы качества электроэнергии, но и приводит к уменьшению потребляемой мощности и потерь в электрической сети.

ОБ АВТОРАХ:

Клавсуц Ирина Львовна, кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры менеджмента (Ira.klavsuts@gmail.com)

Русин Георгий Леонидович, кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры менеджмента (gelerusin@gmail.com)

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Клавсуц И.Л., Русин Г.Л. Совершенствование бизнес-процессов в электроэнергетических системах на основе применения инновационной технологии NORMEL // Российское предпринимательство. – 2017. – Том 18. – № 11. – С. 1797-1812. doi: [10.18334/rp.18.11.37845](https://doi.org/10.18334/rp.18.11.37845)

Экономия потребляемой мощности позволяет разгрузить питающие линии электроснабжения, что позволяет без дополнительных затрат подключать значительное количество новых потребителей. Применение инновационной технологии также положительно влияет на режим работы электроэнергетической системы за счет нейтрализации паразитной реактивной мощности, возвращаемой в сеть потребителями.

Таким образом, эффект от применения технологии проявляется не только у непосредственных потребителей электроэнергии, но и в генерирующих, электросетевых и сбытовых электроэнергетических компаниях, т.е. в электроэнергетической системе в целом, включая источник электроэнергии – электростанцию.

Исследования показывают, что совокупный экономический эффект от системного массового применения инновационной технологии в электрических системах мира в рамках концепции Smart Grid может достигать более 50% экономии финансовых ресурсов [16–28].

Метод и устройство запатентованы в РФ, США, СНГ, ЕС, АСЕАН, Украине и др. странах на основании международной заявки на изобретение «Alternating voltage stabilizer with protection elements (embodiments)», опубликованной в соответствии с законом о патентной кооперации (РСТ) Всемирной организацией интеллектуальной собственности, что свидетельствует о появлении принципиально новых метода и устройства, повышающих энергоэффективность электроэнергетических систем мира [5–14].

Для широкого внедрения инновационной технологии в 2009 г. в РФ в г. Новосибирске организовано Научно-производственное предприятие ООО «АВЭК», которое в настоящее время производит и совершенствует устройство «нормализатор переменного напряжения» под торговой маркой NORMEL [15]. Научно-производственное предприятие ООО «АВЭК» проводит научно-исследовательские работы (НИР) и научно-исследовательские опытно-конструкторские работы (НИОКР) по совершенствованию метода и устройства совместно с Новосибирским государственным техническим университетом [15–25].

Проведенные ранее исследования и опыт внедрения нормализаторов переменного напряжения показали, что можно решить сразу несколько глобальных технических и экономических проблем, связанных с производством, передачей и потреблением электроэнергии, а именно:

- 1) массовое и локальное применение метода и устройства позволяет на практике приближаться к выполнению стандарта на качество потребляемой электроэнергии, т.к. автоматически поддерживается заданный уровень напряжения;

- 2) локальное применение нормализаторов переменного напряжения в зданиях, сооружениях, уличном освещении при повышенном уровне напряжения позволяет уменьшить потребление электрической мощности в среднем на 10–15% при нормальной работе оборудования, увеличивается срок службы промышленного производственного оборудования, осветительных и бытовых приборов за счет щадящего режима их электроснабжения;

3) при массовом применении метода и устройств-нормализаторов переменного напряжения в электроэнергетических системах повышается устойчивость работы синхронных генераторов на электростанциях, т.е. их устойчивость к коротким замыканиям, колебаниям напряжений, прочим переходным режимам, а значит, устойчивость и надежность энергетической системы в целом из-за снижения потребляемой мощности;

4) массовое и локальное применение метода и устройства позволяет снизить потери в электрической сети не менее чем на 10%, если напряжение снижается на 12 В, благодаря чему увеличивается возможность подключения дополнительных мощностей к электроэнергетической системе до 10%, или значительно увеличивается период реконструкционных работ в электрических сетях;

5) применение устройства дает возможность управлять потреблением электроэнергии на уровне 0,4 кВ с диспетчерского пункта электроэнергетической системы.

Проведем исследование влияния применения инновационной технологии управления потреблением электроэнергии на бизнес-процессы электросетевых компаний.

Техническая суть процесса управления потреблением электроэнергии при применении инновационной технологии

Приведем пример регулирования напряжения потребителей при использовании инновационного метода и устройства NORMEL.

Как известно, мощность трансформатора равна произведению тока нагрузки и напряжения обмотки низшего напряжения (НН) трансформатора. В результате использования запатентованного схемного решения [5–8], мощность трансформатора меньше мощности нагрузки в K раз, где K – коэффициент трансформации. В серийном производстве данного устройства of DSM номинальной мощностью 55 кВА применяются однофазные сухие трансформаторы номинальной мощностью 1 кВА, напряжением 230/13 В, коэффициент трансформации (K) которых равен, соответственно,

$$K = 230 / 13 = 17,7. \quad (1)$$

Следовательно, мощность нагрузки, подключаемой через этот трансформатор, может достигать 17,7 кВА.

Согласно данным технического паспорта «трехфазного энергосберегающего нормализатора переменного напряжения NORMEL серии ESSV-I», коэффициент полезного действия (КПД) трансформаторов составляет 97,8%. Следовательно, 2,2% мощности трансформатора «теряется» в нем самом при его номинальной нагрузке.

Так как в рассматриваемом случае мощность нагрузки составляет 17,7 кВА, то, соответственно, 2,2% от 17,7 кВА составляет 39 ВА.

Тогда по отношению к нагрузке потери в устройстве составят в процентах

$$(39 \cdot 100) / 17\,700 = 0,22\%.$$

Таким образом, коэффициент полезного действия (КПД) рассматриваемого инновационного устройства управления потреблением электроэнергии составит

$$100\% - 0,22\% = 99,78\%.$$

Устройства, регулирующие напряжение потребителей с таким КПД, нам неизвестны.

Следует подчеркнуть два основных отличия предлагаемых метода и устройства для регулирования (нормализации) напряжения потребителей от общеизвестных методов и устройств стабилизации.

Первое отличие от широко применяемой ныне технологии – стабилизаторов, удерживающих номинальный уровень напряжения в пределах, заданных установкой, – заключается в том, что инновационные устройства-нормализаторы в рамках рабочего диапазона входных напряжений удерживают выходные напряжения в соответствии со стандартом, т.е. $220\text{ В} \pm 5\text{--}10\%$.

Второй отличительной особенностью схемы нормализации является регулирование выходных параметров сети путем наведения в толстых обмотках низшего напряжения (НН) трансформаторов, интегрированных в фазные цепи, со стороны тонких обмоток высшего напряжения (ВН), разнонаправленных электродвижущих сил путем изменения полярности их подключения.

Применение инновационной технологии управления потреблением электроэнергии дает ряд преимуществ.

Регулирование напряжения потребителей происходит без разрыва питающей сети, это устраняет проблемы, связанные с силовыми коммутациями и вызываемыми ими переходными процессами и прерыванием питания потребителей.

Благодаря применению запатентованного схемного решения, 95% мощности передается электрическим путем и лишь 5% – электромагнитным. Все это делается автоматически. В результате применяются трансформаторы, мощность которых не превышает 5% от номинальной мощности нормализатора, что положительно сказывается на стоимостных и массогабаритных параметрах оборудования.

Отсутствие силовых коммутационных элементов в схеме инновационного устройства (нормализатора) создает условия для его длительной и бесперебойной работы.

Из вышеизложенного видно, что применение инновационной технологии управления потреблением электроэнергии обеспечивает не только нормальную работу оборудования потребителя в пределах требований стандарта, но и приводит к уменьшению потребляемой мощности и потерь в сети, т.е. эффект от применения инновационной технологии проявляется и на низкой, и на высокой сторонах электрической сети, включая источник, т.е. электростанцию.

Массовое применение инновационной технологии управления потреблением электроэнергии в рамках концепции Smart Grids в перспективе позволяет рассмотреть вопрос о целесообразности изменения концепции электроснабжения потребителей, а именно:

- вырабатывать и передавать потребителям электроэнергию при напряжении самом высоком, допустимом стандартом;
- потреблять электроэнергию при возможно низком напряжении, допустимом стандартом.

Это позволит исключить устройства ПБВ – «Системы с переключением без возбуждения», применяемые ныне на силовых трансформаторах распределительных подстанций 10/0,4 или 6/0,4 кВ.

Влияние инновационной технологии управления потреблением электроэнергии на бизнес-процессы электросетевых компаний

Как было показано выше, массовое внедрение нормализаторов переменного напряжения непосредственно влияет на эффективность потребления электрической энергии. И это влияние можно измерить достаточно просто. Но, кроме того, применение этой инновационной технологии оказывает существенное влияние на бизнес-процессы генерирующих, сетевых, сбытовых энергетических компаний. В первую очередь изменения коснутся всех бизнес-процессов в электросетевых компаниях, связанных с обслуживанием трансформаторных подстанций.

Рассмотрим бизнес-процессы электросетевых компаний. На рис. 1 представлена контекстная диаграмма нулевого уровня А-0 бизнес-процесса типовой российской электросетевой компании.

Здесь и далее используется нотация методологии Structured Analysis and Design Technique (SADT) и стандарта функционального моделирования США IDEF0.

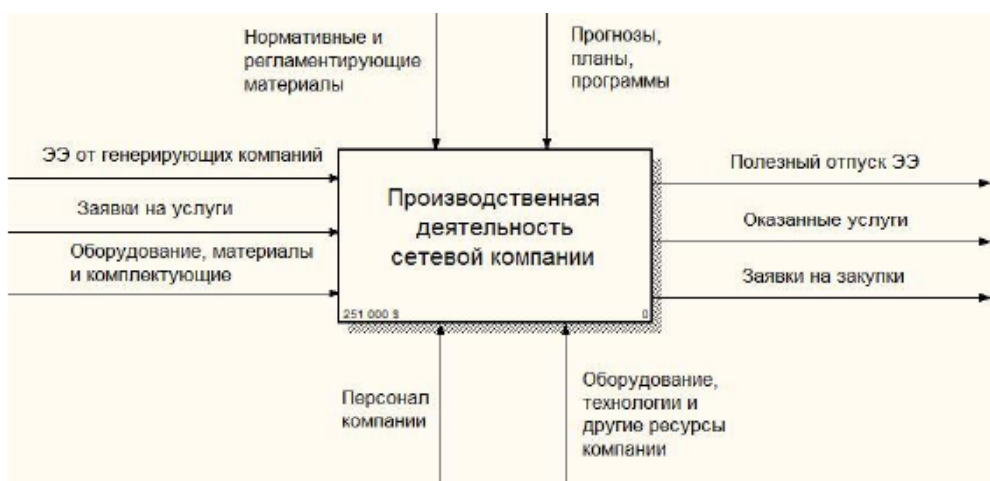


Рисунок 1. Контекстная диаграмма А-0 бизнес-процесса электросетевой компании

Источник: составлено авторами

Нотация особенно полезна для нашего случая, поскольку, в отличие, например, от стандарта IDEF3, выходит за рамки моделирования исключительно технологических процессов и позволяет решать задачи реорганизации бизнес-процессов и оценивать их стоимость.

Контекстная диаграмма на *рисунке 1*, не раскрывая внутреннюю структуру сетевой компании, описывает ее взаимодействие с внешней средой. Основная функция компании «Производственная деятельность сетевой компании» отображается прямоугольным блоком.

Граничные стрелки определяют внешние материальные, энергетические, финансовые, информационные, человеческие потоки. Как видно из построенной диаграммы, деятельность сетевой компании заключается в преобразовании входов (электрической энергии, полученной от генерирующих компаний, заявок на услуги с энергетического рынка и материалов, комплектующих и оборудования, необходимых для производственного процесса) в выходы. В модели на *рисунке 1* выходы – это отпуск электрической энергии, оказанные услуги, заявки на поставку материалов, комплектующих и оборудования, необходимых для будущей деятельности. В соответствии со стандартом IDEF0 все входы направлены в левую грань прямоугольного блока, представляющего функцию. Выходы всегда связаны с правой гранью прямоугольника.

Верхняя грань прямоугольного блока предназначена для управлений. В нашей модели на *рисунке 1* это нормативные и регламентирующие материалы, а также прогнозы, планы, программы, разработанные вышестоящими организациями: родительскими сетевыми компаниями, структурами Системного Оператора, такими как ОАО «Россети», МРСК Сибири, ОАО РЭС, ОАО «СО ЕЭС» – Системный оператор Единой энергетической системы».

В отличие от входов, управления не могут преобразовываться, изменяться сетевой компанией. Управления – это внешние предписывающие ограничения, которые обязательны для выполнения.

Нижняя грань прямоугольного блока предназначена для описания ресурсов, которые используются сетевой компанией в процессе функционирования. В нашем случае на *рисунке 1* это административно-управленческий и производственный персонал, земля, здания, сооружения, производственное и технологическое оборудование, парк автомобильной и специальной техники, используемые компанией.

Модель бизнес-процесса в методологии SADT – это взаимоувязанный набор диаграмм. В правом нижнем углу прямоугольников ставится номер функции (работы). В соответствии со стандартом единственному блоку на контекстной диаграмме присваивается номер 0 (*рис. 1*). Другие диаграммы модели строятся с помощью формализованной процедуры декомпозиции.

Авторская декомпозиция блока 0 контекстной диаграммы модели сетевой компании, построенная на основе опроса специалистов предметной области (сотрудников сетевой компании) в соответствии с методологией SADT, представлена на *рисунке 2*.

Для компактности и наглядности (это важное требование методологии SADT) автор, выступая в роли системного аналитика, объединил все основные функции в три блока: планирование и контроль (1), производство и услуги (2), учет (3).

В соответствии с методологией SADT все граничные стрелки мигрируют на диаграмму декомпозиции. Системный аналитик должен привязать эти граничные стрелки к новым блокам (1) – (3) (рис. 2). После этого определяются внутренние стрелки. Они моделируют внутренние связи, например «Результаты», «Производственные задания» и обратные связи. Так появилась очевидная обратная связь «Отчеты» по входу к блоку «Планирование и контроль» от блока «Учет», что совершенно необходимо для функций контроля (рис. 2).

По мнению авторов, внедрение инновационной технологии, прежде всего, повлияет на функцию «Производство и услуги», представленную блоком 2 на рисунке 2. Поэтому проведена дальнейшая декомпозиция блока 2, представленная на рисунке 3.

На диаграмме A2 авторы выделили функцию «Регулирование трансформаторов», представляющую основной интерес при оценке влияния применения нормализаторов переменного напряжения на эффективность электросетевых компаний. Все остальные работы и услуги для упрощения представлены в блоке «Другие работы», который включает:

- передачу и распределение электрической энергии;
- обеспечение эксплуатации энергетического оборудования в соответствии с действующими нормативными требованиями, проведение своевременного и качественного его ремонта, технического перевооружения и реконструкции энергетических объектов, а также развитие электросетевого комплекса;
- эксплуатацию и техническое обслуживание энергетических объектов, не находящихся на балансе сетевой компании по договорам с собственниками данных энергетических объектов;
- оказание услуг по передаче электрической энергии;
- оказание услуг по наладке, ремонту и техническому обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики;
- оказание услуг по проведению профилактических испытаний энергетического и электротехнического оборудования с целью выявления его фактического состояния;
- оказание услуг по испытанию средств защиты, электроинструмента, приспособлений в стационарных испытательных лабораториях;
- оказание услуг по определению мест повреждений кабельных линий и замер сопротивления;
- экспертизу и согласование проектов на подключение потребителей к электрическим сетям.

Методология SADT позволяет получить точные значения стоимости всех этих работ и, следовательно, всего процесса. Они рассчитываются на основе мето-

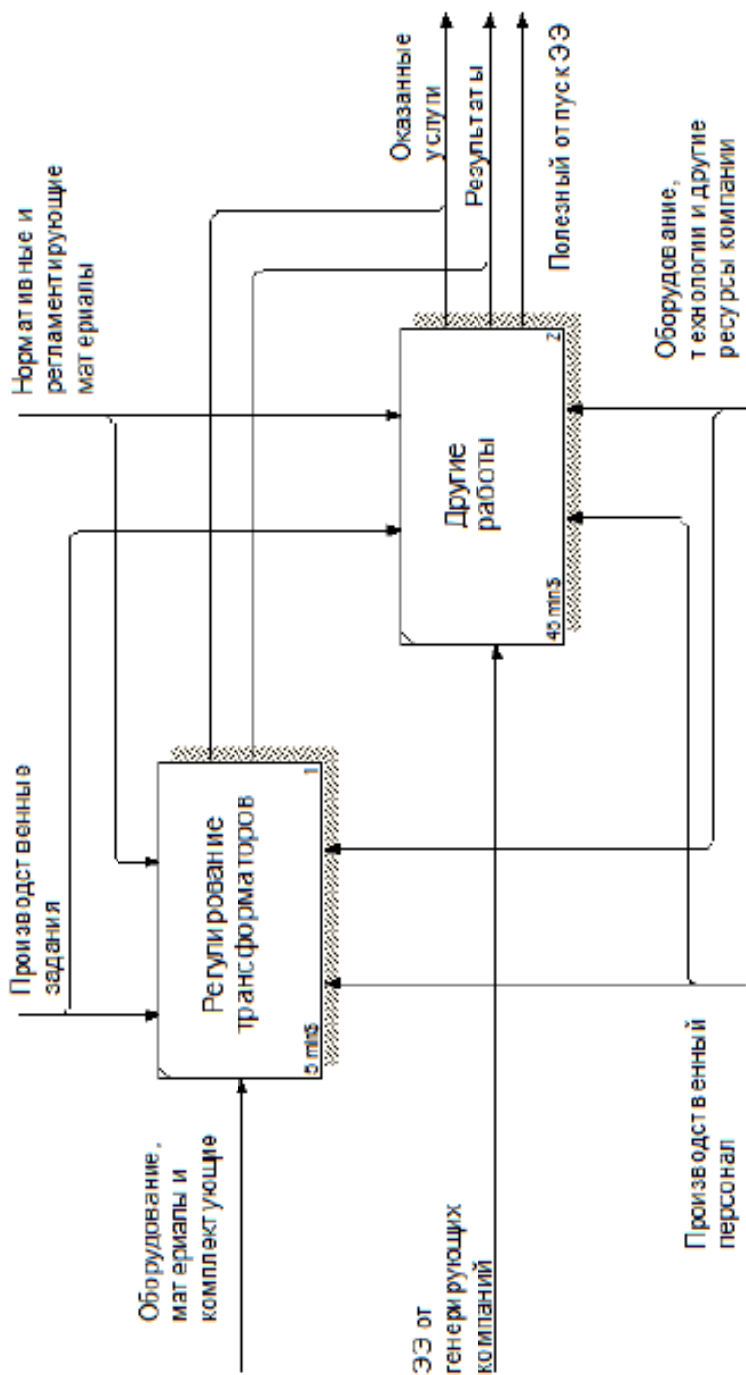


Рисунок 3. Диаграмма декомпозиции А2 работы «Производство и услуги» электросетевой компании
 Источник: составлено авторами

логии функционально-стоимостного анализа, который естественным образом дополняет методологию SADT. Стоимости работ представляются в левом нижнем углу каждого блока. Для расчета стоимостей нужно точно определить стоимостные центры, длительность, частоту работ. Однако такое детальное исследование представляет собой сложную трудоемкую исследовательскую задачу, выходящую за рамки данной работы. Здесь сделаны лишь предварительные оценки для «средней» региональной электросетевой компании [29]. Так, средняя стоимость процесса «Другие работы» составила около 45 млн USD, а процесса «Регулирование трансформаторов» – 5 млн USD (рис. 3).

Таким образом, мы получили модель бизнес-процесса деятельности сетевой компании «Как есть» (рис. 1–3), то есть ситуации до массового внедрения инновационной технологии управления потреблением электроэнергии. Как видим, общая стоимость бизнес-процесса «Как есть» составила 57 млн USD (рис. 1).

После внедрения инновационной технологии должна произойти реорганизация бизнес-процесса. В общем случае реорганизация предполагает радикальное изменение наборов функций и связей. При массовом внедрении нормализаторов переменного напряжения можно утверждать, что таких резких изменений не произойдет, поскольку просто исчезает необходимость в непростых и часто опасных функциях переключения или регулирования трансформаторов электросетевой компании. Поэтому нет необходимости в радикальной и дорогой процедуре реинжиниринга (реорганизации) бизнес-процессов. Можно говорить лишь о мягкой процедуре совершенствования бизнес-процессов. Электросетевая компания при такой реорганизации не тратит никаких дополнительных средств на приобретение нового оборудования, на использование дополнительных ресурсов, на набор и переподготовку персонала. То есть на диаграмме декомпозиции A2 работы «Производство и услуги» электросетевой компании просто исчезнет блок «Регулирование трансформаторов» (рис. 3). Модель с измененной таким образом диаграммой называется «Как будет».

После реорганизации стоимость процесса «Производство и услуги» составит 45 млн USD в год, а стоимость всего бизнес-процесса деятельности одной электросетевой компании уменьшится с 57 до 52 млн USD в год.

Отдельно, по нашему мнению, потребуются дополнительные затраты на изменение энергетических стандартов и регламентов (граничная стрелка «нормативные и регламентирующие материалы» на рисунках 1–3). Но это уже не внутренние, а внешние бизнес-процессы, выходящие за рамки оценки эффективности отдельной электросетевой компании.

Мы рассмотрели подход к оценке роста экономической эффективности при применении инновационной технологии управления потреблением электроэнергии только для сетевых компаний. Аналогичная оценка может быть получена также для генерирующих, сбытовых энергетических компаний и потребителей электроэнергии.

Заключение

Изложен подход к оценке роста экономической эффективности при применении инновационной технологии управления потреблением электроэнергии в электроэнергетических системах в рамках концепции Smart Grids. Построены модели «Как есть» и «Как будет» вследствие реинжиниринга бизнес-процессов в электросетевых компаниях. Показано, что в результате применения инновационной технологии управления потреблением электроэнергии в электросетевых компаниях произойдет не только совершенствование бизнес-процессов, но и упрощение отдельных подпроцессов, которые до сих пор требовали особого внимания, связанного с высокими затратами на их обслуживание, а также высокими технологическими рисками. Показано, что реинжиниринг бизнес-процессов, являющийся результатом внедрения инновационной технологии, приведет к значительному снижению затрат электросетевых компаний и повышению экономической эффективности работы электроэнергетических систем в целом.

ИСТОЧНИКИ:

1. Программа мер по формированию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства России к 2035 году (НТИ) (Направление НТИ, группа «Рынки»: «Распределенная энергетика от personal power до smart grid: проблемы и перспективы развития в контексте Национальной технологической инициативы») [Электронный ресурс] // Asi.ru. URL: <http://asi.ru/nti/>.
2. Национальный Стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 54149-2010 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [Электронный ресурс] // Docs.cntd.ru. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54149-2010>
3. Markiewicz H., Klajn A. Power Quality Application Guide: Voltage Disturbances Standard EN 50160 – Voltage Characteristics in Public Distribution Systems. Cdtechnics.be. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cdtechnics.be/542-standard-en-50160-voltage-characteristics-in.pdf>.
4. Klavsuts I.L. Methods of demand side management in the power system: Ph.D. dissertation, Dept. Management Systems and Energy Economics. – Novosibirsk State Technical University, 1999.
5. Method and Apparatus for Regulating Voltage: U.S. Patent № 7 816 894 B2 / L.Z. Feigin, S.V. Levinson, D.A. Klavsuts et al. – Filing date 06.20.2007, date of publication – October 19.2010.
6. AC voltage regulator with elements of protection and backup: RU patent № 2377630 C1 / L.Z. Feigin, S.V. Levinson, I.L. Klavsuts et al. – Russian Federation from 16.09.2008.

7. Feigin L.Z., Levinson S.V., Klavsuts I.L. Alternating voltage stabilizer with protection elements: The international application for the invention № PCT/RU2009/000441 (PCT) of 16.09.2008.
8. Feigin L.Z. The device of voltage control of electricity-generating equipment: RU patent № 120499 Russian Federation from 23.09.2011.
9. Feigin L.Z., Feigin I.L., Klavsuts A.B., Klavsuts I.L. The device (utility model) of modes control of the work of asynchronous motor: The application for the invention № 2014116596/07(026157) of 25.04.2014.
10. Feigin L.Z., Feigin I.L., Klavsuts A.B., Klavsuts I.L. The device (utility model) of modes control of the work of asynchronous motor: The international application for the invention № PCT/RU2014/000669 of 09.09.2014; “AVEC” / Russian Federation from 07.05.2010.
11. Stabilizer of ac voltage: Eurasian invention patent № 018813 / L.Z. Feigin, S.V. Levinson, I.L. Klavsuts et al. – Date of issuance: October 30, 2013.
12. Stabilizer of ac voltage: Invention patent of Ukraine № 103498 / L.Z. Feigin, S.V. Levinson, I.L. Klavsuts et al. – Date of issuance: October 25, 2013.
13. Klavsuts A.B., Trubin V.G. Normalizer of ac voltage: The application for the invention of 18.11.2015.
14. Klavsuts A.B., Trubin V.G. Normalizer of ac voltage: The application for the utility model № 2015149626 of 18.11.2015.
15. Certificate on the trademark «NORMEL» № 43 6079, trademark owner LLC.
16. Klavsuts D.A., Klavsuts I.L., Levinson S.V. Innovative method of demand side management // 46-th International Universities' Power Engineering Conference – UPEC 2011. – Soest: South Westphalia University of applied Sciences, 2011. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6125530/>.
17. Klavsuts D.A., Klavsuts I.L., Levinson S.V. New Method for Regulating Voltage an Ac Current // 46th International Universities' Power Engineering Conference - UPEC2011. – Soest: South Westphalia University of applied Sciences, 2011. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6125531/>
18. Klavsuts I.L., Levinson S.V., Klavsuts D.A. Integration Innovative Method Of Demand Side Management In Smart Grid // 47th International Universities' Power Engineering Conference – UPEC 2012. – London: Brunel University Institute of Power Systems in the School of Engineering and Design at Brunel University, 2012. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6398686/>.
19. Klavsuts D.A., Klavsuts I.L., Rusin G.L. Aspects Of Evaluating The Efficiency Of Introducing Innovative Method And Technology Demand Side Management In Smart Grid System // 48 th International Universities' Power Engineering Conference – UPEC 2013. – Dublin: Dublin Institute of Technology, 2013. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6715030/>.
20. Klavsuts I.L., Klavsuts D.L., Rusin G.L., Mezhev I.S. Perfecting business processes in

- electricity grids by the use of innovative technology of demand side management in the framework of the general conception of smart grids // 49 International Universities power engineering conference (UPEC). – Cluj-Napoca, 2014. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6934690/>
21. Fishov A.G., Klavsuts D.A., Klavsuts I.L. Multi-Agent Regulation of Voltage in Smart Grid System with the Use of Distributed Generation and Customers // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – P. 761-767. – doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.698.761.
 22. Klavsuts D.A., Klavsuts I.L., Rusina A.G., Rusin G.L. Modes control of Smart Power Grids based on the usage of the innovative method and device of Demand Side Management // 50 International universities power engineering conference (UPEC 2015). – Stoke-on-Trent, 2015. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7339779/>.
 23. Fishov A.G., Klavsuts I.L., Klavsuts D.A., Khayrullina M.V. Technological basis for compromise of interests at voltage regulation in electric grids // 50 International universities power engineering conference (UPEC 2015). – Stoke-on-Trent, 2015. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7339780/>
 24. Rusina A.G., Rusin G.L., Gorevaya E.S. Prospects for the use of portfolio approach to energy companies // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – P. 755-760. – doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.698.755.
 25. Клавсуц И.Л. Распределенная энергетика от personal power до smart grid: проблемы и перспективы развития в контексте национальной технологической инициативы // Современная экономика и управление: институты, инновации, технологии. Совершенствование функций и методов управления в условиях инновационно-технологического развития экономики : монография. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2016. – С. 29-40.
 26. Клавсуц И.Л., Русин Г.Л., Клавсуц Д.А. Управление внедрением инновационной энергосберегающей технологии в старопромышленных регионах СНГ и в Северо-Восточных Азиатских регионах: опыт и перспективы // Модернизация российской экономики: перспективы, парадигмы, решения: Сборник научных статей. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 283 с. – С. 40-47.
 27. Фишов А.Г., Клавсуц И.Л., Хайруллина М.В., Клавсуц Д.А., Клавсуц А.Б. Технологическое решение проблемы регулирования напряжения в распределенной энергетике // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2016. – № 3. – С. 41-48. – doi: 10.14529/power160305.
 28. Клавсуц И.Л., Русин Г.Л., Хайруллина М.В. Стратегические модели внедрения инновационной технологии управления потреблением электроэнергии на мировые рынки // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП-2016): Сборник трудов XIII международной научно-технической конференции. В 12 т. Т. 11. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2016. – С. 94-101.
 29. Foreign Currency Market [Электронный ресурс] // Центральный банк Российской

Федерации. URL: http://www.cbr.ru/eng/currency_base/Default.aspx (дата обращения: 24.04.2016).

REFERENCES:

- Fishov A.G., Klavsuts D.A., Klavsuts I.L. (2015). Multi-Agent Regulation of Voltage in Smart Grid System with the Use of Distributed Generation and Customers Applied Mechanics and Materials. 698 761-767. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.698.761.
- Fishov A.G., Klavsuts I.L., Khayrullina M.V., Klavsuts D.A., Klavsuts A.B. (2016). Tekhnologicheskoe reshenie problemy regulirovaniya napryazheniya v raspredelennoy energetike [Technological solution to voltage regulation problem in distributed generation]. Bulletin of the South Ural State University. Series: Energy.16 (3). 41-48. (in Russian). doi: 10.14529/power160305.
- Markiewicz H., Klajn A. Power Quality Application Guide: Voltage Disturbances Standard EN 50160 – Voltage Characteristics in Public Distribution SystemsCdtechnics.be. Retrieved from <http://www.cdtechnics.be/542-standard-en-50160-voltage-characteristics-in.pdf>.
- Rusina A.G., Rusin G.L., Gorevaya E.S. (2015). Prospects for the use of portfolio approach to energy companies Applied Mechanics and Materials. 698 755-760. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.698.755.