

*На правах рукописи*



БУЛАТЕНКО МАРИЯ АНДРЕЕВНА

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ И МОДЕЛЬ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ  
КОМПЛЕКСЕ РОССИИ**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управления народным хозяйством:  
менеджмент

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Москва – 2017

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет «Московский Энергетический Институт» на кафедре менеджмента в энергетике и промышленности.

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Лозенко Валерий Константинович</b> доктор технических наук, профессор, профессор кафедры экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Кузовкин Анатолий Ильич</b> доктор экономических наук, профессор, директор научного центра экономики ТЭК – заместитель генерального директора АО «Институт Микроэкономики» <b>Мещерякова Татьяна Сергеевна</b> кандидат экономических наук, доценты кафедры менеджмента и инноваций ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
<b>Ведущая организация:</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет управления»

Защита диссертации состоится «18» мая 2017 г. в 13 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.141.21 при Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана по адресу: 105005, г. Москва, ул. 2-ая Бауманская, д.7, ауд. 511, тел.: 8 (499) 267-02-22.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГТУ имени Н.Э. Баумана» и на сайте [www.bmstu.ru](http://www.bmstu.ru).

Ваш отзыв на автореферат в 2-х экземплярах, заверенных печатью, просьба отправлять по указанному адресу.

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» 2017 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.141.21  
к.э.н., доцент

Славянов А.С.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ**

**Актуальность темы исследования.** В настоящее время энергосбережение относится к числу высших приоритетов государственной политики наряду с национальной и энергетической безопасностью, повышением качества жизни людей и снижением антропогенного воздействия на окружающую среду. Именно поэтому за последнее время правительством Российской Федерации активно разрабатывались и принимались нормативные правовые документы, определяющие государственную важность обеспечения высокой энергетической, экономической и экологической эффективности производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Потери электроэнергии при ее передаче и распределении являются одним из важнейших экономических показателей электросетевого комплекса. Государственной программой Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» (утверженной постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 года № 321) поставлена цель к 2020 году снизить уровень потерь электроэнергии в электрических сетях до 8,8 % от общего объема отпуска электроэнергии. Но их величина зависит не только от технического состояния и уровня эксплуатации оборудования и систем учета, но и от корректности потребления электроэнергии.

При этом реструктуризация электроэнергетического комплекса России привела к появлению множества энергетических компаний различной формы собственности, что усложнило не только работу государственным регулирующим органам, но и затруднило практическое взаимодействие между электросетевыми и энергосбытовыми компаниями, а также между электросетевыми компаниями и потребителями электроэнергии.

Консолидация мирового опыта в сфере организации энергопользования в международном стандарте ISO 50001:2011 «Системы Энергетического Менеджмента. Требования и руководство по применению», создало предпосылки для установления качественно иного отношения организаций к энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Вышесказанным подтверждается актуальность выбранной темы диссертационной работы и рассмотренных в ней направлений конструктивного взаимодействия электросетевых и энергосбытовых компаний, а также потребителей электроэнергии в рамках построения и функционирования интегрированной системы энергетического менеджмента с учетом требований международного стандарта ISO 50001:2011, благодаря чему электросетевой комплекс сможет уменьшить потери электроэнергии в сетях благодаря более эффективному управлению бизнес-процессами по передаче, распределению и потреблению электроэнергии.

**Степень разработанности проблемы.** Исследованиями в области управления качеством электроэнергии в электрических сетях и расчетом потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях занимались такие ученые, как Апряткин В.Н., Боровиков В.С., Воротницкий В.Э., Добрусин Л.А., Жаркин А.Ф., Жежеленко И.В., Карташев И.И., Лукутин Б.В., Лютаревич А.Г.,

Овсейчук В.А., Попов Ю.П., Саенко Ю.Л., Синенко Л.С., Чэпмэн Д., Шидловский А.К., Юртаев С.Н.

Вопросы в области управления процессами повышения энергетической эффективности, энергетического менеджмента и энергоаудита освещены в работах таких авторов, как Андржиевский А.А., Асадулин Р.А., Афанасьев В.Я., Володин В.И., Ильковский К.К., Коршунов Ю.В., Кролин А.А., Кузовкин А.И., Кузьмин В.В., Лозенко В.К., Любимова Н.Г., Мещерякова Т.С., Михайлов С.А., Оклей П.И., Паули В.К., Пономарь В.В., Секерин В.Д., Склярова И.Ю., Тульчинская Я.И., Фомина В.Н., Шилин В.А., Яковлев М.М.

Признавая высокую научную значимость работ перечисленных авторов, необходимо отметить, что вопросы организации совместных работ электросетевых и энергосбытовых компаний, а также потребителей электрической энергии мало освещены в научных исследованиях, что определяет необходимость проведения исследований в области управления энергетической эффективностью электросетевого комплекса России во взаимосвязи с энергосбытовыми компаниями и потребителями электроэнергии в рамках построения интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России.

**Цель и задачи диссертационного исследования.** Цель настоящей работы заключается в разработке организационного механизма и процессной модели функционирования интегрированной на принципе иерархии системы энергетического менеджмента.

Реализация поставленной цели потребовала решения следующих задач:

- Рассмотреть текущую структуру и состояние электроэнергетического комплекса России. Проанализировать специфические свойства технологических процессов передачи, распределения и потребления активной и реактивной электроэнергии. Определить область применения и границы интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе, состав и функции ее руководства, специфику разработки и актуализации единой Энергетической политики интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России;

- Составить функциональное наполнение бизнес-процессов верхнего уровня управления интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России и разработать процессную модель и организационную структуру интегрированной СЭнМ, учитывающая иерархию уровней управления;

- Проанализировать действующие схемы финансирования энергосберегающих мероприятий с использованием энергосервисных договоров и предложить организационный механизм реализации и алгоритм заключения трехстороннего энергосервисного договора в рамках функционирования интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России;

- Провести оценку экономического потенциала энергосбережения ПАО «Россети» от установки устройств компенсации реактивной мощности у потребителей электрической энергии. Разработать методику первичной оценки экономической эффективности фильтрокомпенсирующих устройств в системе электроснабжения промышленного предприятия; систематизировать научные

данные об экономических последствиях, возникающих у участников интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе от перетоков реактивной мощности и наличия высших гармоник напряжения и тока в системах электроснабжения;

– Сформулировать методический подход к выбору оборудования для реализации мероприятий по энергосбережению, основанный на приобретении компенсаторов реактивной мощности по критериям интегрального качества и конкурентоспособности.

**Объектом исследования** является электросетевой комплекс России, включающий электросетевые и энергосбытовые компании, а также потребителей электроэнергии.

**Предметом исследования** являются организационно-управленческие процессы построения и функционирования интегрированной системы энергетического менеджмента в электросетевом комплексе России.

**Теоретической и методологической базой исследования** являются общенаучные методы исследования такие как: анализ, синтез, аналогия, системный и комплексный подходы к исследуемым явлениям и процессам, идеализация и формализация, методы рангов и нормирования. При выполнении работы использовались ключевые положения трудов отечественных и зарубежных авторов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, методологии описания бизнес-процессов. В ходе исследования использовались национальный и международный стандарты по системам энергоменеджмента, а также нормативно-правовые акты РФ, отраслевые материалы в области оценки потерь электрической энергии.

**Информационно-эмпирическую базу исследования** составили статистические и аналитические материалы Федеральной службы государственной статистики (Росстат), Единого архива экономических и социологических данных, Министерства энергетики, других информационных агентств и служб; официальные данные годовых отчетов ПАО «Россети». Использовались научные труды, нормативно-правовые акты, публикации в периодических изданиях и в сети Интернет по проблемам энергосбережения и повышения энергетической эффективности, а также проектирования и функционирования систем энергетического менеджмента.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Предложен организационный подход к интеграции систем энергетического менеджмента (СЭнМ) в электросетевом комплексе России, основанный на вовлечении потребителя электроэнергии в совместные энергосберегающие мероприятия энергетических компаний, что позволит повысить энергетическую эффективность деятельности участников интегрированной СЭнМ.

2. Разработана процессная модель функционирования интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России, учитывающая иерархию уровней управления, что позволило сформировать подход к построению

организационной структуры интегрированной СЭнМ.

3. В рамках функционирования интегрированной СЭнМ разработан организационный механизм реализации энергосервисного договора, отличающиеся тем, что в роли энергосервисной компании выступает энергосбытовая компания, а в роли заказчика одновременно выступает и электросетевая компания, и потребитель электроэнергии, что позволит самофинансировать проекты по энергосбережению.

4. Предложен методический подход к выбору оборудования для реализации мероприятий по энергосбережению, основанный на использовании критериев интегрального качества и конкурентоспособности, в отличие от устоявшейся практики выбора энергетического оборудования по критерию «минимальная цена закупки», что обеспечит наилучшее соотношение интегрального уровня качества и совокупной стоимости владения приобретаемого оборудования.

#### **Практическая значимость исследования** состоит в следующем:

1. Предложенная организационная структура интегрированной СЭнМ может быть использована для координации деятельности локальных СЭнМ электросетевых и энергосбытовых компаний, а также различных групп потребителей электроэнергии в рамках совместной реализации проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности деятельности участников интегрированной СЭнМ.

2. Разработанный алгоритм (ЕРС-диаграмма) заключения трехстороннего энергосервисного договора между электросетевой и энергосбытовой компаниями, а также потребителем электроэнергии может быть использован для реализации проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности участников интегрированной СЭнМ без привлечения сторонних кредитных организаций.

3. Проведенная количественная оценка экономического потенциала энергосбережения Публичного акционерного общества «Россети» от установки компенсаторов реактивной мощности у потребителей электрической энергии по данным электросетевой компании о нагрузочных потерях электроэнергии до компенсации реактивной мощности может быть использована при разработке энергетической политики электросетевого комплекса.

4. Разработанная методика первичной оценки экономической эффективности установки фильтрокомпенсирующих устройств в системах электроснабжения, доведенная до конкретных расчетных алгоритмов, может быть использована высшим руководством предприятия для принятия решения о внедрении систем компенсации реактивной мощности и высших гармоник напряжения и тока на промышленных предприятиях.

5. Материалы диссертации могут быть использованы в учебном процессе при обучении по курсу «Менеджмент в энергетике», «Инженерный менеджмент», «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности».

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты и

положения диссертационного исследования докладывались и обсуждались на семи международных научно-практических конференциях: Девятнадцатой, Двадцатой и Двадцать первой международных научно-технических конференциях «Радиоэлектроника, Электротехника и Энергетика» студентов и аспирантов (Москва, 2013, 2014, 2015 гг.), Международной научно-практической конференции «Стратегическое управление организациями: традиционные и современные методы» (Санкт-Петербург, 2013 г.), Девятой Международной научно-практической конференции «Перспективные научные исследования – 2013» (Болгария, София, 2013 г.), Второй Международной научно-технической конференции «Энергетика, Информатика, Инновации - 2012» (Смоленск, 2012 г.) и на заседании научного семинара Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2016 г.).

Полученные в рамках диссертационного исследования научные результаты были использованы в практической деятельности ПАО «МРСК Центра и Приволжья» и АО «Нидек АСИ ВЭИ», что подтверждается соответствующими актами об использовании результатов диссертационной работы.

**Достоверность** и обоснованность научных результатов, выводов и рекомендаций диссертации определяются корректным применением общенаучных методов исследования и математических методов, а также надежной информационной базой исследования. Выводы диссертационного исследования не противоречат известным теоретическим и практическим результатам, содержащимся в трудах отечественных и зарубежных ученых в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 17 научных работ общим объемом 5,27 п.л., в том числе 8 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, и в составе авторов одной монографии.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов и заключения, списка литературы и приложения. Работа изложена на 150 страницах, содержит 17 таблиц, 11 рисунков.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** обоснованы актуальность решаемой научной задачи, цель и задачи диссертации, определены предмет и объект исследования, обоснована научная новизна, изложена практическая значимость, приведены данные об апробации работы и публикациях по теме диссертации.

В **первой главе «Электросетевой комплекс как основа функционирования электроэнергетики России»** отображена существующая на настоящее время структура электроэнергетического комплекса в России, при описании каждого из участников энергоснабжения потребителей приводится актуальный перечень крупнейших энергетических компаний с оценкой

текущего состояния их активов и отражаются их основные проблемы, которые характеризуют наличие реальной угрозы надежности электроснабжения конечных потребителей (такие как: уровень износа и средний возраст технологического оборудования, потери электроэнергии в электрических сетях, слабое развитие конкуренции среди энергосбытовых компаний, а также на рынке услуг ремонтных и сервисных компаний и т.д.).

По результатам анализа научно-исследовательских работ, направленных на развитие теории и практики управления организациями электроэнергетического комплекса РФ, а также нормативно-правовой базы РФ в сфере энергетики, выявлено отсутствие системного подхода в повышении энергоэффективности функционирования электросетевого комплекса, проблема энергосбережения в основном рассматривается только со стороны проведения энергоаудитов и внедрения технических инноваций в данной области.

Стимулирования отдельных мер в области энергосбережения и повышения энергоэффективности без системного характера не даст максимально возможного эффекта и не обеспечит экономически оправданного уровня энергопотребления процессами (оборудованием). Международный стандарт (МС) ISO 50001:2011 (национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 50001-2012) «Системы Энергетического Менеджмента. Требования и руководство по применению» предоставляет возможности организациям создавать, структурировать, управлять и оптимизировать процессы потребления энергетических ресурсов, постоянно улучшая показатели энергоэффективности и энергопотребления.

Таким образом, выявлено научное противоречие: имеется подтвержденная актуальная потребность в конструктивном взаимодействии электросетевых и энергосбытовых организаций с потребителями электрической энергии в сфере управления реактивной мощностью, а также фильтрации высших гармоник напряжения и тока в электрических сетях; с другой стороны, не в полной мере проработаны организационно-управленческие процессы построения и функционирования интегрированной системы энергетического менеджмента в электросетевом комплексе России на базе международного стандарта ISO 50001:2011 для повышения энергетической эффективности деятельности участников интегрированной СЭнМ.

**Во второй главе «Организационный подход к интеграции систем энергетического менеджмента в электросетевом комплексе России»** рассматривается процесс передачи, распределения и потребления активной и реактивной электроэнергии, наибольшее внимание уделяется тому факту, что подсоединенное к сети оборудование потребителей электроэнергии (промышленное и офисное, а также бытовые приборы) вызывает перетоки реактивной мощности и наличие высших гармоник напряжения и тока в системе электроснабжения общего назначения. Получается, что из-за некорректного энергопотребления одних потребителей убытки несут как другие потребители, так и энергокомпании, в связи с передачей и потреблением электроэнергии с ненормативными показателями качества, повышением уровня потерь электроэнергии, износом оборудования и выходом

его из строя, ограничения пропускной способности сети.

Локальная компенсация реактивной мощности и фильтрация высших гармоник напряжения и тока только в рамках собственности электросетевых компаний, порой без достаточной и достоверной информации о режимах работы потребительских электроустановок, явно недостаточно для повышения энергоэффективности электросетевого комплекса. Таким образом, предлагается организационный подход к интеграции СЭнМ электросетевых компаний, СЭнМ энергосбытовых компаний и СЭнМ потребителей (отделов по энергоэффективности потребителей-юридических лиц и организаций, снабжающих многоквартирный дом энергетическими услугами) в рамках создания и поддержания в рабочем состоянии интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе на базе международного стандарта ISO 50001:2011, что создаст условия для взаимовыгодного взаимодействия электросетевых (ЭСК) и энергосбытовых (ЭСбК) компаний, а также потребителей электроэнергии в сфере непрерывного повышения энергоэффективности деятельности участников интегрированной СЭнМ.

Предлагается при участии Министра энергетики РФ утвердить представителя от руководства и основную рабочую группу по интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе из руководящих лиц ПАО «Россети», которые примут на себя обязательства по выполнению требований международного стандарта ISO 50001:2011. В диссертационной работе выделены единые требования к Энергетической политике интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе и «подводные камни», требующие особого внимания при ее разработке и актуализации.

Для более четкого понимания организационно-управленческих процессов построения и функционирования интегрированной системы энергетического менеджмента в электросетевом комплексе России разработана ее укрупненная процессная модель функционирования, представляющая собой 10 взаимосвязанных бизнес-процессов верхнего уровня управления интегрированной СЭнМ и возможных подпроцессов к ним в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001.

Например, первый бизнес-процесс «Энергетическое планирование» декомпозициируется на 5 подпроцессов: 1.1. Анализ нормативно-законодательной базы. 1.2. Анализ энергопотребления и энергоэффективности, в котором в рамках локальных СЭнМ анализируются места значительного потребления электроэнергии на собственные нужды, а в рамках интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе энергетический анализ должен осуществляться посредством качественного обмена информацией между СЭнМ потребителей, СЭнМ ЭСбК и СЭнМ ЭСК для выявления потребителей (групп потребителей), вносящих наибольшие искажения в систему электроснабжения общего назначения, включая потребление и выдачу в сеть реактивной мощности, резко переменный и/или нелинейный характер нагрузки и другие.

1.3. Оценка базового потребления энергии включает в себя формирование балансов как активной, так и реактивной мощности в различных разрезах.  
1.4. Определение ключевых показателей энергоэффективности (КПЭ). В диссертационной работе соотносятся возможные КПЭ для интегрированной

СЭнМ в целом с КПЭ для локальных СЭнМ в отдельности. 1.5. Цели, задачи и программа энергосбережения

В рамках 3 и 7 бизнес-процессов в диссертационной работе разработаны требования к функционалу информационной системы интегрированной СЭнМ, автоматизированного централизованного технологического и коммерческого учета энергетических ресурсов. Подпроцесс «Проверка средств измерения» включает в себя: анализ потребности в измерениях для результативного функционирования локальных и интегрированной СЭнМ; проверку способности средств мониторинга и измерения предоставлять достоверные данные (включая калибровку); ведение общей базы данных ЭСК и ЭСБК (с распределением ответственности и полномочий) о плановых и внеплановых ревизиях и поверках счетчиков электроэнергии у потребителей (для исключения дублирующихся случаев и своевременного обнаружения факта несанкционированного вмешательства в работу приборов учета).

4-ый бизнес-процесс «Управление документами и записями» подразумевает разработку, утверждение, распространение, периодический анализ и пересмотр документов; контроль использования на местах действующих (последних) версий документов; обеспечение корректного доступа к документам и записям; формализацию организационно-экономических отношений (оформление договорных отношений) между всеми участниками интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе с акцентом на совместную деятельность в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В этом процессе должен подниматься вопрос о целесообразности перевода некоторых потребителей на прямые договоры с электросетевыми компаниями, в зависимости от организационных возможностей ЭСК и самих потребителей, а также выделяется подпроцесс «Управление энергосервисными договорами».

6-ой бизнес-процесс «Процессы управления энергоэффективностью технологической цепочки» можно декомпозировать на подпроцессы, включающие в себя управление реактивной мощностью, управление энергоэффективностью при передаче электрической энергии по сетям (включая управление режимами работы, эксплуатацией и ремонтом сетей и подстанций), Управление энергоэффективностью при технологическом присоединении, капитальном строительстве, модернизации и реконструкции текущей инфраструктуры, управление энергопотреблением на собственные нужды.

Особенно стоит выделить 1-ый подпроцесс «Управление реактивной мощностью», в рамках которого на верхнем уровне управления интегрированной СЭнМ анализируются данные от нижестоящих уровней управления по выдаче в сеть и потреблению реактивной мощности потребителями. Именно здесь принимается обоснованное решение, в каких местах лучше приобретать реактивную мощность у потребителей, а где необходимо реализовать точечные или комплексные централизованные мероприятия по компенсации реактивной мощности (сглаживания высших гармоник напряжения и тока). В данном подпроцессе разрабатываются и координируются совместные работы локальных СЭнМ ЭСК, СЭнМ ЭСБК и

СЭнМ потребителей в области компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник напряжения и тока:

– СЭнМ ЭСК отвечает за техническую и технологическую модернизацию электросетевого распределительного комплекса, установку необходимой централизованной (грубой) компенсации реактивной мощности (сглаживание высших гармоник напряжения и тока), развитие двухсторонних договоров по передаче электрической энергии с четким разграничением зон ответственности за реактивную составляющую мощности и внесение искажений в сеть.

– СЭнМ ЭСБК отвечает за проведение информационно-разъяснительной работы, формирование у потребителей экономических стимулов к энергосбережению, организацию договоров электроснабжения с четким разграничением зон ответственности за реактивную составляющую мощности и внесение искажений в сеть; развитие трехсторонних энергосервисных договоров электроэнергии по установке КРМ и ФКУ.

– СЭнМ потребителей отвечает за индивидуальную (точечную) компенсацию реактивной мощности (сглаживание высших гармоник напряжения и тока).

В рамках 8-ого бизнес-процесса «Внутренний аудит» с заданной периодичностью проводится оценка эффективности функционирования интегрированной СЭнМ, объективность и беспристрастность которой можно обеспечить за счет перекрестных аудитов уполномоченными представителями различных локальных СЭнМ, входящих в состав интегрированной СЭнМ.

В диссертации также рассматриваются 2-ой бизнес процесс «Подготовка персонала», 5-ый бизнес-процесс «Управление закупками», 9-ый и 10-ый бизнес-процессы: «Управление несоответствиями» и «Анализ со стороны руководства».

Разработанная процессная модель функционирования интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России, учитываящая иерархию уровней управления, позволила сформировать подход к построению организационной структуры интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе (Рисунок 1), содержащий в себе описание полномочий локальных СЭнМ различных групп потребителей, ЭСБК и ЭСК, как элементов интегрированной СЭнМ. Например, первые элементы интегрированной СЭнМ – отдельные СЭнМ организаций, ответственных за содержание многоквартирных домов и объединений отдельно стоящих жилых домов: Товарищества собственников жилья (ТСЖ), Жилищные и жилищно-строительные кооперативы (ЖК и ЖСК), Управляющие организации. Они наделены полномочиями и ответственностью за: корректный учет потребляемой активной электроэнергии и реактивной электроэнергии (полученной и/или произведенной потребителем); правильный подбор и установку индивидуальных установок компенсации реактивной мощности (КРМ) или установку фильтрокомпенсирующих устройств (ФКУ), проведение информационно-разъяснительной работы с физическими лицами.

Следующим элементом интегрированной СЭнМ станут локальные СЭнМ

бюджетных учреждений, в которых в зависимости от их размеров на законодательном уровне необходимо ввести штатную единицу или отдел, на который будут возлагаться полномочия и ответственность за: корректный учет потребляемой активной и реактивной электроэнергии, а также показателей качества электроэнергии; достижение стратегических целей снижения удельного расхода энергетических ресурсов и поддержание нормативных значений показателей качества электроэнергии; развитие энергосервисных договоров, мотивирование сотрудников.

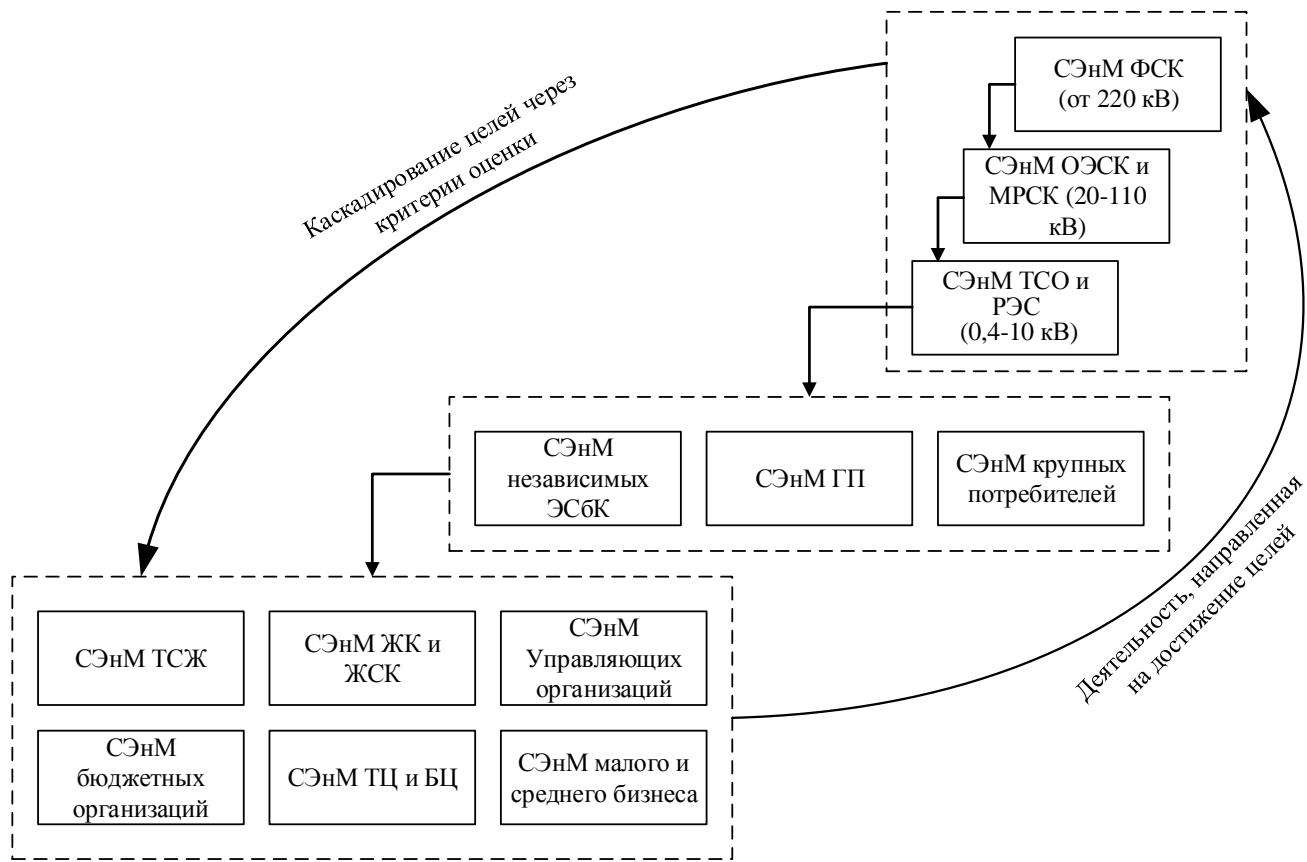


Рисунок 1. Организационная структура интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России

Так как сразу обязать весь малый бизнес сертифицировать у себя СЭнМ достаточно сложно, имеет смысл организовывать локальные СЭнМ владельцев торговых (ТЦ) и бизнес-центров (БЦ), в обязанности и полномочия которых будут входить взаимодействие с энергоснабжающими организациями в части корректного электропотребления, обеспечения требуемых значений показателей качества электроэнергии, при необходимости установка КРМ и ФКУ. Предпосылки для создания локальных СЭнМ малого и среднего бизнеса уже есть: разработан справочник «ISO 50001 – Практическое руководство для малых и средних предприятий», существует ряд государственных субсидий на возмещение части затрат на реализацию программ энергосбережения.

Объединять локальные СЭнМ потребителей целесообразно под контроль СЭнМ энергосбытовых компаний в рамках их территорий ответственности. В рамках интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе такие локальные

СЭнМ ЭСбК будут наделены функциями сбора и систематизации информации от потребителей о структуре и объемах потребления и потерь электроэнергии, качестве электроснабжения, тенденциях их изменения в различных разрезах, что позволит своевременно определить источник искажений и рассчитать входные данные для корректного выбора мероприятий по компенсации реактивной мощности и высших гармоник напряжения и тока в сети, а также контролировать безучетное и бездоговорное потреблением электроэнергии.

Совместную реализацию проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности со стороны потребителей (и связанных с ними ЭСбК), территориальных сетевых организаций (ТСО) и районных электросетевых компаний (РЭС), в собственности которых находятся подстанции и линии электропередач 10-0,4 кВ, контролируют локальные СЭнМ ТСО и РЭС (0,4 – 10 кВ). За согласованную работу локальных интегрированных СЭнМ, созданных на нижестоящих уровнях, уже будут отвечать руководители локальных СЭнМ областных электросетевых компаний (ОЭСК) и межрегиональных сетевых компаний (МРСК), в собственности которых находятся линии электропередач 20 кВ, 35 кВ и 110 кВ, к которым присоединены сети РЭС, ТСО и крупных потребителей. На данном уровне интегрированной СЭнМ разрабатываются и вводятся в действие внутренние документы СЭнМ: критерии выбора числа и мест установки средств измерений с учетом принципа единства, техническая и технологическая модернизация электросетевого распределительного комплекса и другие, которые затем транслируются по всем нижестоящим уровням интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе.

Самый верхний уровень интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе находится под управлением ПАО «ФСК ЕЭС» и обеспечивает постоянное повышение энергетической эффективности работы Единой национальной (общероссийской) электрической сети (ЕНЭС) и интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе.

**В третьей главе «Реализация мероприятий по энергосбережению в рамках построения интегрированной системы энергетического менеджмента»** предложен организационный механизм реализации энергосервисного договора. В рамках интегрированной СЭнМ в роли энергосервисной компании выступает та энергосбытовая компания, у которой заключен договор энергоснабжения или купли-продажи электроэнергии с потребителем, вносящим наибольшие искажения в систему электроснабжения общего назначения (в рамках развития «нетарифных» видов услуг со стороны ЭСбК). В роли заказчика одновременно с потребителем выступает также и Электросетевая компания, в собственности которой находятся распределительные сети, перегруженные реактивной мощностью и высшими гармониками напряжения и тока в следствие «некорректного» энергопотребления вышеуказанным потребителем.

Данная схема энергосервисного договора не противоречит действующему законодательству и при этом положительный эффект от совместной

модернизации получают все стороны:

- ЭСК, не устанавливая оборудования у себя, получает повышение качества и надежности электроснабжения, а также уменьшение потерь электроэнергии при ее передаче по сетям;
- Потребители – повышение качества электроснабжения и прямую экономию электроэнергии;
- ЭСБК – уменьшение сроков окупаемости проектов и возврата вложенных финансовых средств, за счет того, что возвращение денежных средств, исходя из стоимости сэкономленных в результате энергоресурсов, осуществляется одновременно с двух сторон (ЭСК и потребителя).

Если энергосбытовая компания не может самостоятельно финансировать установку фильтрокомпенсирующего оборудования у потребителя электроэнергии, то Электросетевая компания, передающая вышеуказанному потребителю электроэнергию, предоставляет Энергосбытовой компании беспроцентный заем. В этом случае, денежные средства, сэкономленные в результате внедрения энергосберегающих мероприятий у потребителя, сам потребитель передает Энергосбытовой компании в рамках энергосервисного договора, а Электросетевая компания оставляет у себя (в качестве компенсации за предоставленный заем). При этом сама Энергосбытова компания получает полную прибыль по энергосервисному договору за счет отсутствия банковских процентов.

В диссертационной работе предложен один из возможных алгоритмов заключения трехстороннего энергосервисного договора между электросетевой и энергосбытовой компаниями, а также потребителем электроэнергии, популяризация которого позволит самофинансировать проекты покомпенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник напряжения и тока в системе электроснабжения общего назначения и значительно повысить энергоэффективность работы электросетевого комплекса.

Также в 3 главе подробно рассматриваются неблагоприятные последствия наличия реактивной мощности в сети и проводится оценка экономического потенциала энергосбережения ЭСК от установки устройств компенсации реактивной мощности у потребителей электрической энергии, для ПАО «Россети» потенциал составляет порядка 16,7 млрд. руб. (рассчитан по данным организации за 2014 год и составляет 24 % от чистой прибыли, полученной организацией в 2014 году).

Установка компенсаторов реактивной мощности (КРМ) на объекте электроснабжения является энергосберегающим проектом, реализация которого зависит от его показателей экономической эффективности, расчет которых невозможен без рассмотрения «технической стороны» вопроса: в работе приводятся расчетные формулы для нагрузочных потерь электроэнергии в трансформаторах и линиях электропередачи до и после установки КРМ ( $\Delta W_n$  и  $\Delta W'_n$  соответственно), необходимой мощности конденсаторной батареи, дополнительных условно-постоянных потерь в компенсирующем устройстве ( $\Delta W'_{ky}$ ), позволяющие экономистам количественно оценить общее снижение потерь электроэнергии ( $\Delta W_{комп}$ ) за счет компенсации реактивной мощности и

экономический потенциал энергосбережения (ЭПЭ) от установки КРМ за год, по номинальным данным оборудования и показаниям счетчиков электроэнергии, без привлечения дорогостоящих консалтинговых фирм, по формуле (1):

$$\text{ЭПЭ} = \Delta W_{\text{комп}} \cdot \Pi = [\Delta W_{\text{н}} - (\Delta W'_{\text{н}} + \Delta W'_{\text{ку}})] \cdot \Pi, \quad (1)$$

где:  $\Pi$  – стоимость электроэнергии для организации, руб./кВт·ч;

В диссертационной работе автором проведен демонстрационный расчет, показывающий, что при достаточно низком изначальном коэффициенте мощности на предприятии ( $\cos\varphi = 0,67$ ) его увеличение с помощью устройств компенсации реактивной мощности ( $\cos\varphi' = 0,98$ ) окупиться достаточно быстро, менее чем за полтора года.

Также в диссертации проанализированы научные исследования и эмпирические данные в области негативного влияния высших гармоник напряжения и тока на различное оборудование и связанные с этим финансовые расходы; выделенные основные составляющие экономического ущерба по типам оборудования соотнесены с участниками интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе. Предложена методика первичной оценки экономической эффективности установки фильтрокомпенсирующих устройств в системах электроснабжения, которая позволяет предоставить быстрые (в тоже время качественные) результаты для высшего руководства для принятия решения о внедрении систем компенсации реактивной мощности и высших гармоник напряжения и тока на промышленных предприятиях, где период окупаемости с учетом дисконтирования ( $DPP$ ) – это количество лет  $n$ , при котором справедливо неравенство (2):

$$\sum_{t=1}^n \left( \frac{(\Delta W_{\text{н}} - \Delta W'_{\text{н}} - \Delta W'_{\text{ку}}) \cdot \Pi \cdot \text{ИРТ} + \mathcal{E}U_{\text{вг}}}{(1+r)^t} \right) - CCB > 0, \quad (2)$$

где:  $t$  – год использования компенсирующего устройства, от 1 до  $n$ ;  $r$  – ставка дисконтирования; ИРТ – индекс роста тарифов на электроэнергию согласно прогнозам Минэкономразвития РФ;  $\mathcal{E}U_{\text{вг}}$  – экономический ущерб, связанный с прямыми финансовыми расходами от наличия высших гармоник напряжения и тока, руб.

В настоящее время компенсаторы реактивной мощности (КРМ) выбирают по критерию «минимальная цена закупки». Этот критерий, как правило, фигурирует в конкурсных объявлениях на закупку энергетического оборудования. В диссертации предложен методический подход к выбору оборудования для реализации мероприятий по энергосбережению, основанный на использовании критериев интегрального качества и конкурентоспособности (построена ЕРС-диаграмма), который в большей степени соответствует критерию экономической целесообразности. В работе рассмотрены необходимые (НПК) и достаточные (ДПК) показатели качества применительно к устройствам КРМ.

Определение количественных оценок интегрального уровня качества рассматриваемых КРМ осуществляется на основе сравнения конкретных нормированных значений одноименных ДПК этих КРМ с учетом весовых коэффициен-

тов, полученных методом рангов. Далее проводится расчет и нормирование стоимости совокупного владения КРМ. Оценка конкурентоспособности КРМ находится как частное от деления интегрального уровня качества на нормированное значение стоимости совокупного владения компенсатора. Проведенный автором демонстрационный расчет показывает, что применив устоявшуюся практику выбора энергетического оборудования по критерию «минимальная цена», менеджер по закупкам энергетического оборудования приобрел бы в организацию КРМ 0,4-125-5 УЗ (производитель - ЗАО «Электромаш») с самым низким уровнем качества из сравниваемых вариантов. Предложенный методический подход подводит организацию к приобретению компенсатора реактивной мощности КРМ-0,4-125-7,5 УЗ (производитель – ВМТес) с наилучшим соотношением совокупной стоимости владения и интегрального уровня качества соответствующего оборудования.

В **заключении** подведены итоги исследования, сформулированы выводы, предложения и рекомендации.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ**

Разработан организационный подход к интеграции систем энергетического менеджмента (СЭнМ)электросетевых и энергосбытовых компаний, а также потребителей электроэнергии, включающий:

– область применения и границы интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе, состав и функции ее руководства, единые энергетические цели и сбалансированные ключевые показатели энергоэффективности, требования к разработке и актуализации Энергетической политики интегрированной СЭнМ;

– единые требования к планированию и реализации технологических процессов передачи, распределения, сбыта и потребления электроэнергии, включая распределение взаимной ответственности за поддержание показателей качества электрической энергии на установленных нормативных и/или договорных уровнях и проведение совместных проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Разработанная процессная модель функционирования интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России содержит функциональное наполнение бизнес-процессов верхнего уровня управления интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе и подпроцессы к ним, в том числе «Управление реактивной мощностью», «Управление энергосервисными договорами», предложены подпроцессы для координации деятельности электросетевых и энергосбытовых компаний в части выявления бездоговорного и безучетного потребления электроэнергии; составлены требования к функционалу информационной системы интегрированной СЭнМ и т.д. Это позволило сформировать подход к построению организационной структуры интегрированной СЭнМ с описанием полномочий и ответственности каждого ее участника.

Для реализации мероприятий по энергосбережению в рамках построения интегрированной системы энергетического менеджмента предложены:

– организационный механизм реализации энергосервисного договора на

основе взаимовыгодного сотрудничества ЭСбК, ЭСК и потребителей электроэнергии и самофинансирования в рамках электросетевого комплекса;

– консолидированные данные об основных составляющих экономического ущерба от наличия высших гармоник напряжения и тока в системах электроснабжения по типам оборудования и участникам интегрированной СЭнМ, что подтверждает необходимость развития их совместных работ по повышению энергетической эффективности;

– методика первичной оценки экономической эффективности установки КРМ и ФКУ в системах электроснабжения, обеспечивающая поддержку принятия решения о внедрении систем компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник напряжения и тока на предприятиях без привлечения консалтинговых фирм;

– методический подход к выбору оборудования для реализации мероприятий по энергосбережению, основанный на приобретении соответствующего оборудования с наилучшим соотношением интегрального уровня качества и совокупной стоимости владения.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в дальнейшей детализации и формализации бизнес-процессов интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России, проработки других совместных проектов по энергосбережению и повышению энергетической эффективности ЭСбК, ЭСК и потребителей электроэнергии (например, в части резко-переменных и несимметричных нагрузок), присоединение к интегрированной СЭнМ генерирующих и инфраструктурных компаний электроэнергетического комплекса России.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Статьи в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Стимулирование клиентов электросетевых компаний к внедрению энергоэффективных технологий и результативных систем управления энергоэффективностью / М.А. Булатенко [и др.] // Надежность и безопасность энергетики. 2016. № 3 (34) С. 17-22(0,7п.л. / 0,2п.л.).

2. Булатенко М.А. Новые схемы реализации энергосервисных договоров для электросетевого комплекса России // Экономика и управление: проблемы, решения. 2016. №8 (Т.1). С. 76-80 (0,6п.л.).

3. Булатенко М.А., Лозенко В.К. Организационная структура объединенной системы энергетического менеджмента электросетевого комплекса России // Микроэкономика. 2016. №3. С. 31-35 (0,4п.л. / 0,2 п.л.).

4. Булатенко М.А. Экономический ущерб у участников рынка электроэнергии от наличия в электрических сетях высших гармоник напряжения и тока // Вестник ЮРГТУ (НПИ). Серия «Социально-экономические науки». 2015. № 1. С. 84-95 (0,8п.л.).

5. Булатенко М.А., Тульчинская Я.И. Методика оценки эффективности установки устройств компенсации реактивной мощности // Микроэкономика. 2013. №2. С. 79-83 (0,4п.л. / 0,2 п.л.).

6. Булатенко М.А. Тульчинская Я.И. Состояние и направления развития теории управления электроэнергетическим комплексом России // Вестник ЮРГТУ (НПИ). Серия «Социально-экономические науки». 2013. №2. С. 52-67 (1п.л. / 0,5 п.л.).

7. Булатенко М.А., Тульчинская Я.И. Оценка потенциала экономии электроэнергии за счет управления реактивной мощностью – основа формирования энергетической политики в электроэнергетике // Инновационная деятельность. 2013. № 1. С. 10-19 (1,1п.л. / 0,6 п.л.).

8. Булатенко М.А., Лозенко В.К. Методика выбора устройств компенсации реактивной мощности по критерию «минимальная стоимость совокупного владения» // Век качества. 2013. № 1. С. 58-62 (0,4п.л. / 0,2 п.л.).

В составе авторов монографии:

9. Система энергетического менеджмента в электросетевом комплексе / М.А. Булатенко [и др.] Красноярск: ИПК «Платина», 2014. 209 с. (12,5 п.л. / 0,8 п.л.).

Статьи в периодических изданиях, материалах научных конференций и сборниках научных трудов:

10. Булатенко М.А. Процессная модель функционирования интегрированной системы энергетического менеджмента в электросетевом комплексе России // Проблемы современной науки и образования. 2016. № 27 (69). С. 40-45 (0,3 п.л.)

11. Булатенко М.А. Ущерб от наличия высших гармоник напряжения и тока в сети для участников рынка электроэнергии // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез.докл. Двадцатой первой Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Москва. 2015. Т. 3. С. 225 (0,06 п.л.).

12. Булатенко М.А. Анализ стандартов и законодательных актов, описывающих системы энергетического менеджмента // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез.докл. Двадцатой Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Москва. 2014. Т. 3. С. 5-6(0,06 п.л.).

13. Булатенко М.А. Методика оценки эффективности установки устройств компенсации реактивной мощности // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез.докл. Девятнадцатой Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Москва. 2013. Т.3.С. 6 (0,06 п.л.).

14. Булатенко М.А., Тульчинская Я.И. Оценка результатов реструктуризации ЕЭС России с точки зрения компетентного потребителя // Энергия: экономика, техника, экология. 2013. №10. С. 23-30 (0,5п.л. / 0,25 п.л.)

15. Булатенко М.А. Конкурентоспособность устройств компенсации реактивной мощности // Перспективные научные исследования – 2013: материалы IXМеждунар. науч.-практической конф. Болгария. 2013. С. 31-33 (0,18п.л.).

16. Булатенко М.А., Тульчинская Я.И. Стратегическое управление электроэнергетикой на основе оценки потенциала экономии электроэнергии за счет управления реактивной мощностью // Стратегическое управление организациями: традиционные и современные методы: материалы Междунар. науч.-практической конф. Санкт-Петербург. 2013. С. 107-108(0,12 п.л. /

0,06 п.л.).

17. Булатенко М.А. Как отразилась реструктуризация ЕЭС России на потребителях //Энергетика, информатика, инновации – 2012: сборник трудов IIМеждунар. науч.-техн. конф. Смоленск. 2012. Т. 2. С. 91-94 (0,2п.л.).