

# Process model of an integrated energy management system in the power grid complex of Russia

Bulatenko M.

## Процессная модель функционирования интегрированной системы энергетического менеджмента в электросетевом комплексе России

Булатенко М. А.

*Булатенко Мария Андреевна / Bulatenko Maria – аспирант,  
кафедра менеджмента в энергетике и промышленности,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Национальный исследовательский университет  
Московский энергетический институт, г. Москва*

**Аннотация:** в статье рассматривается процессная модель функционирования интегрированной системы энергетического менеджмента, направленная на координацию деятельности локальных систем энергетического менеджмента электросетевых и энергосбытовых компаний, а также потребителей электроэнергии в рамках реализации совместных проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности электросетевого комплекса России в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001:2011 «Системы Энергетического Менеджмента. Требования и руководство по применению».

**Abstract:** the article describes the process model of an integrated energy management system. It aims to coordinating the activities of local energy management systems power grid and energy sales companies, as well as consumers of electricity within the framework of the implementation of joint projects in the field of energy saving and energy efficiency of the electric grid complex of Russia. It complies with the requirements international standard ISO 50001: 2011 «Energy Management Systems. Requirements with guidance for use».

**Ключевые слова:** энергоэффективность, электросетевой комплекс, система энергетического менеджмента.

**Keywords:** energy efficiency, power grid complex, energy management system.

Проведенные реформы в электроэнергетическом комплексе России привели к упразднению Российского открытого акционерного общества энергетики и электрификации «ЕЭС России» (ОАО РАО «ЕЭС России») и образованию оптового и розничного рынков электроэнергии с множеством энергетических компаний различной формы собственности. В конечном итоге, это привело к снижению уровня государственного контроля и управления электроэнергетическим комплексом, что напрямую влияет на надежность и энергоэффективность энергоснабжения конечных потребителей.

Одним из показателей экономической и энергетической эффективности электроснабжения конечных потребителей является значение потерь электроэнергии при ее транспортировке и распределении. И внедрение международного стандарта ISO 50001:2011 «Системы Энергетического Менеджмента. Требования и руководство по применению» [3] в электросетевые компании, безусловно, позволит снизить потери электроэнергии при ее передаче и распределении [6].

Но ввиду влияния некорректного электропотребления со стороны потребителей электроэнергии (как физических, так и юридических лиц) на энергетическую эффективность процесса передачи и распределения электроэнергии внедрения системы энергетического менеджмента только в электросетевых компаниях недостаточно. Необходимо обеспечить практическое взаимодействие между электросетевыми (ЭСК) и энергосбытовыми (ЭСБК) компаниями, а также с потребителями электроэнергии в рамках совместных проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности деятельности всего электросетевого комплекса страны.

В связи с вышеизложенным, а также с очевидным фактом постоянного повышения тарифов на электроэнергию для населения и промышленного сектора [4], становится актуальным построение интегрированной системы энергетического менеджмента (СЭнМ) в электросетевом комплексе страны [2]. Исходя из требований стандарта ГОСТ Р ИСО 50001-2012, в интегрированной СЭнМ можно выделить 10 процессов верхнего уровня.

**1. Энергетическое планирование.** 1.1. Анализ нормативно-законодательной базы в области функционирования электроэнергетического комплекса, энергосбережения и повышения энергетической эффективности с заданной периодичностью.

1.2. Анализ энергопотребления и энергоэффективности. Ключевым моментом энергетического анализа (обязательного энергетического обследования или добровольного энергоаудита) в рамках локальных СЭнМ является определение и анализ мест значительного потребления электроэнергии на собственные нужды. 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, а также формирование балансов активной и реактивной мощности и электроэнергии в разрезе электрических сетей и подстанций, принадлежащих на правах собственности разным локальным СЭнМ.

1.4. Определение ключевых показателей энергоэффективности (КПЭ) для интегрированной СЭнМ в целом, так и для локальных СЭнМ в отдельности. Методология определения, пересмотра, анализа и сравнения КПЭ с энергетической базовой линией должна быть задокументирована и доступна заинтересованному персоналу.

1.5. Цели, задачи и программа энергосбережения должны быть задокументированы и соответствовать энергетической политике, законодательным и иным требованиям, направлять на достижение целевых значений КПЭ.

**2. Подготовка персонала.** В данный процесс входит информирование персонала и потребителей о ключевых вопросах функционирования интегрированной СЭнМ и принятой энергетической политике, обучение персонала в области энергетического менеджмента, проведение тренингов ключевых сотрудников локальных СЭнМ по вопросам тесного сотрудничества в рамках интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе.

**3. Формирование базы знаний.** В рамках интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе должна функционировать всеобъемлющая информационная система, позволяющая:

- СЭнМ потребителей вносить данные о режимах работы потребительских электроустановок;
- СЭнМ ЭСБК вносить систематизированную информацию от потребителей о структуре и объемах потребления электроэнергии, тенденциях их изменения в разрезе отдельных потребителей, их групп, районов субъектов РФ и отраслей промышленности;
- СЭнМ ЭСК и СЭнМ потребителей вносить данные о состоянии энергетических сетей и энергетического оборудования;
- Локальных СЭнМ всех уровней вносить данные о состоянии приборов учета используемых энергетических ресурсов; записи проведенного энергетического анализа и данные энергетических паспортов; записи проводимых мониторингов КПЭ СЭнМ (в том числе данные о потерях и показателях качества электроэнергии);
- Анализировать стандартные управленческие и технологические решения, вносить новые предложения в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, делать замечания и предлагать улучшения в действующей интегрированной СЭнМ;
- Сформировать информационную базу действующих документов, созданных представителями интегрированной СЭнМ для ее функционирования;
- Организовать корректные права доступа заинтересованным лицам к определенным блокам информации, исходя из их полномочий.

**4. Управление документами и записями.** Перечень документов и записей, прямо и косвенно требуемых для сертификации по МС ISO 50001:2011, а также достаточный для построения результативно функционирующей СЭнМ, с пояснениями приведен в [5].

Управление документами и записями подразумевает:

- разработку, утверждение, распространение, периодический анализ и пересмотр документов;
- контроль использования на местах действующих (последних) версий документов, определение ситуаций преднамеренного использования и исключение случаев непреднамеренного использования устаревших версий документов;
- обеспечение корректного доступа к документам и записям, согласно полномочиям заинтересованного лица, легкой идентификации и удобства использования документов и записей.

Создание и развитие рыночных отношений в энергетике требует уделять особое внимание развитию и формализации договорных отношений между всеми участниками интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе. Ключевыми моментами всех договоров должны стать:

- условия о совместной инвентаризации уже установленных средств измерений, КРМ и ФКУ;
- условия установки новых средств измерений (счетчиков) активной и реактивной электроэнергии, а также регистрирующие значения показателей качества электрической энергии;
- планирование потребления электроэнергии;
- определение договорных значений показателей качества электрической энергии, включая учет высших гармонических составляющих тока и напряжения и параметры соотношения потребляемых активной и реактивной мощности (задается значениями  $\cos\phi$  ( $\text{tg}\phi$ ));

- распределение ответственности (в том числе и материальной) и обязанностей по обеспечению договорных значений показателей качества электрической энергии, включая мероприятия по компенсации реактивной мощности и высших гармоник напряжения, по установке индивидуальных и централизованных КРМ и ФКУ;

- условия по оперативному внесению изменений в договор энергоснабжения, а также обязанности нижестоящих участников интегрированной СЭнМ своевременного выполнения диспетчерских команд (распоряжений) вышестоящих участников интегрированной СЭнМ и субъектов оперативно-диспетчерского управления для обеспечения реализации мероприятий по повышению  $\cos\varphi$  и сглаживанию высших гармоник напряжения и тока, оптимизации схемных режимов, выравнивания нагрузок фаз в электрических сетях, рационализации графиков электрической нагрузки и т.д.

Также в этом процессе должен подниматься вопрос о целесообразности перевода некоторых крупных потребителей на прямые договоры с электросетевыми компаниями, в зависимости от организационных возможностей ЭСК и самих потребителей.

Организация полноценного и достоверного обмена информацией между участниками интегрированной СЭнМ позволяет внедрять новые схемы реализации энергосервисных договоров на основе взаимовыгодных отношений энергетических компаний и потребителей электроэнергии (подробнее в [1]) и выделить подпроцесс «Управление энергосервисными договорами», владельцем и главным исполнителем которого назначается уполномоченный представитель СЭнМ ЭСБК.

**5. Управление закупками.** Уполномоченный представитель СЭнМ ФСК (от 220 кВ) должен разработать, а все остальные локальные СЭнМ в рамках интегрированной СЭнМ должны ввести в свой документооборот документ, регламентирующий процесс закупки энергетической продукции и энергетического оборудования для собственных нужд по критерию минимальной стоимости совокупного владения [7], что будет учитывать уровень энергоэффективности закупаемого энергетического оборудования (услуг) в интересах функционирования интегрированной СЭнМ.

**6. Процессы управления энергоэффективностью технологической цепочки.** В первую очередь, во всех локальных СЭнМ должен функционировать подпроцесс «Управление энергоэффективностью собственного электроснабжения, отопления, водоснабжения, вентиляции» и подпроцесс «Управление энергоэффективностью собственного автотранспорта и спецтехники».

Операционный контроль в полной мере должен осуществляться в технологических процессах локальных СЭнМ электросетевых компаний в границах их балансовой принадлежности:

- СЭнМ ФСК (от 220 кВ) – Подпроцесс «Управление энергоэффективностью при передаче электрической энергии по сетям ЕНЭС»,
- СЭнМ ОЭСК и МРСК (20-110 кВ) – Подпроцесс «Управление энергоэффективностью при передаче и распределении электрической энергии по сетям 20-110 кВ»;
- СЭнМ ТСО и РЭС (0,4-10 кВ) – Подпроцесс «Управление энергоэффективностью при передаче и распределении электрической энергии по сетям 0,4-10 кВ».

Вышеуказанные три подпроцесса включают в себя управление режимами работы, эксплуатацию и ремонт сетей и подстанций.

Оценка возможностей улучшения энергоэффективности должна быть включена в проектировочные действия на всех стадиях следующих подпроцессов, охватывающих СЭнМ потребителей (групп потребителей) и СЭнМ электросетевых компаний в границах их балансовой принадлежности:

- Управление энергоэффективностью при технологическом присоединении;
- Управление энергоэффективностью при капитальном строительстве;
- Управление энергоэффективностью при модернизации и реконструкции текущей инфраструктуры.

Центральным сквозным подпроцессом интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе, охватывающим все локальные СЭнМ, затрагивающим почти все процессы интегрированной СЭнМ, является подпроцесс «Управление реактивной мощностью». Владелец данного подпроцесса является уполномоченный представитель СЭнМ ФСК (от 220 кВ). Именно на верхнем уровне управления интегрированной СЭнМ анализируются данные от нижестоящих уровней интегрированной СЭнМ по выдаче в сеть и потреблению реактивной мощности потребителями, по объемам перетоков реактивной мощности в сетях, наличию высших гармоник напряжения и тока; 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 (включая, при необходимости, сглаживание высших гармоник напряжения и тока). Именно с верхнего уровня каскадируются ответственность и полномочия в сфере компенсации / покупки реактивной мощности и сглаживанию высших гармоник напряжения и тока по всем уровням интегрированной СЭнМ:

- 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 трехсторонних договоров электроснабжения с четким разграничением зон ответственности за реактивную составляющую мощности и внесение искажений в сеть; развитие трехсторонних энергосервисных договоров электроэнергетики по установке КРМ и ФКУ.

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

**7. Мониторинг, измерения и анализ.** В рамках данного процесса интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе необходимо спроектировать автоматизированный централизованный технологический и коммерческий учет энергетических ресурсов, позволяющий:

- всем участникам СЭнМ измерять и анализировать потребление энергетических ресурсов на собственные нужды (включая автоматическую оценку стоимостных показателей энергопотребления), проводить энергетический анализ и бенчмаркинг такого потребления со стороны высшего руководства интегрированной СЭнМ;

- всем участникам СЭнМ измерять и анализировать целевые КПЭ и показатели качества электрической энергии, в том числе объема потребления / выдачу в сеть реактивной мощности (значения  $\cos \varphi$  и  $\text{tg } \varphi$ );

- проводить автоматическую оценку фактических значений измеряемых показателей с запланированными, выделение «узких» мест с наибольшим отклонением;

- СЭнМ ФСК (от 220 кВ), СЭнМ ОЭСК и МРСК (20-110 кВ), СЭнМ ТСО и РЭС (0,4-10 кВ) проводить мониторинг, измерения и анализ объема поступления электрической энергии в сеть, потерь электроэнергии при ее передаче и распределении, отпуска электроэнергии из сетей потребителям в технических и стоимостных единицах измерения;

- СЭнМ независимых ЭСБК, СЭнМ ГП, СЭнМ Потребителей (Групп потребителей) вводить данные о планируемом энергопотреблении, ввести накопленные данные об объемах и структуре спроса на электроэнергию со стороны различных групп потребителей;

- автоматически анализировать данные по отпуску электроэнергии из сетей потребителям, данные о планируемом энергопотреблении и накопленных данных о предыдущих объемах и характере энергопотребления для оповещения уполномоченных лиц об отклонении энергопотребления от запланированных величин и помощи в своевременном реагировании на причины возрастающего расхода энергии, в том числе для выявления бездоговорного и безучетного потребления электроэнергии.

Также в рамках данного процесса обязательно должен быть формализован подпроцесс «Проверка средств измерения», включающий в себя:

- анализ потребности в измерениях для результативного функционирования локальных и интегрированной СЭнМ;

- проверка способности средств мониторинга и измерения предоставлять достоверные данные и обеспечение точности и воспроизводимости данных используемых средств измерения с ведением записей о таких проверках и мероприятиях (например, калибровки);

- 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 потребительских приборов учета).

**8. Внутренний аудит.** Внутренний аудит проводится с заданной периодичностью (не менее одного раза в год) для оценки эффективности функционирования СЭнМ посредством проверки соответствия требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 50001-2012, энергетической политике (энергетическим целям и задачам), подтверждения рабочего состояния всех бизнес-процессов.

В рамках интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе объективность и беспристрастность внутренних аудитов можно обеспечить за счет перекрестных аудитов уполномоченными (качественно обученными) представителями различным локальных СЭнМ, входящих в состав интегрированной СЭнМ. Актуальные записи проведенных внутренних проверок предоставляются высшему руководству интегрированной СЭнМ.

**9. Управление несоответствиями.** Выявленные в ходе внутренних аудитов несоответствия в функционировании бизнес-процессов подвергаются в данном процессе анализу, выявлению причин, определению и реализации мероприятий для устранения несоответствий или их повторного наступления.

**10. Анализ со стороны руководства.** Для обеспечения результативного функционирования СЭнМ с заданной периодичностью высшее руководство обязательно должно анализировать Энергополитику, достигнутый уровень КПЭ, степень выполнения энергоцелей и задач, результаты внутренних аудитов и

корректирующих и предупреждающих действий. Схема анализа локальных СЭнМ со стороны высшего руководства приведена в [6].

Выходные данные подпроцессов анализа локальных СЭнМ со стороны высшего руководства должны консолидироваться на входе анализа интегрированной СЭнМ со стороны руководства ПАО «ФСК ЕЭС», по результатам которого уже вносятся изменения в Энергополитику, цели и задачи в области энергосбережения и энергетической эффективности (запланированные значения КПЭ) для всего электросетевого комплекса с каскадированием по нижестоящим уровням интегрированной СЭнМ с перераспределением ресурсов.

Таким образом, разработанная процессная модель функционирования интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России содержит функциональное наполнение бизнес-процессов верхнего уровня управления интегрированной СЭнМ и возможные подпроцессы к ним, что позволит скоординировать деятельность электросетевых и энергосбытовых компаний, а также потребителей электроэнергии в части реализации совместных проектов по компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник напряжения и тока, а также своевременного выявления бездоговорного и безучетного потребления электроэнергии. В совокупности, это приведет к существенному повышению энергетической эффективности деятельности всех участников интегрированной СЭнМ в электросетевом комплексе России.

### *Литература*

1. Булатенко М. А. Новые схемы реализации энергосервисных договоров для электросетевого комплекса России // Экономика и управление: проблемы, решения. № 8. (Т. 1), 2016. С. 76-80.
2. Булатенко М. А., Лозенко В. К. Организационная структура объединенной системы энергетического менеджмента электросетевого комплекса России // Микроэкономика, 2016. № 3. С. 31-35.
3. ГОСТ Р ИСО ISO 50001-2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. М., 2013. 21 с.
4. Кузовкин А. И. Ценовая и структурная политика в электроэнергетике и ее влияние на экономику России // Микроэкономика, 2016. № 2. С. 32-38.
5. Лозенко В. К., Агеев М. К., Михеев Д. В. Необходимые и достаточные условия построения результативной системы энергетического менеджмента // Вестник ЮРГТУ (НПИ). Серия «Социально-экономические науки», 2015. № 6. С. 5-19.
6. Система энергетического менеджмента в электросетевом комплексе / В. К. Лозенко [и др.]. Красноярск: ООО ИПК «Платина», 2014. 212 с.
7. Тульчинская Я. И. Организационно-экономический механизм борьбы с коррупцией в компаниях при закупке энергетического оборудования // Вестник ЮРГТУ (НПИ), 2012. № 4. С. 6-12.