

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2025, Том 17, № s6 / 2025, Vol. 17, Iss. s6 <https://esj.today/issue-s6-2025.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/76FAVN625.pdf>

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Мещерякова, Т. С. Функциональная модель управления энергоэффективностью промышленных предприятий в условиях стремления к технологическому лидерству / Т. С. Мещерякова // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № s6. — URL: <https://esj.today/PDF/76FAVN625.pdf>.

For citation:

Meshcheryakova T.S. A functional model for managing energy efficiency of industrial enterprises in the context of striving for technological leadership. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(s6): 76FAVN625. Available at: <https://esj.today/PDF/76FAVN625.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 658.26

Мещерякова Татьяна Сергеевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

Кандидат экономических наук, доцент

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5610-6179>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=636518

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Tatiana-Meshcheryakova-2>

Функциональная модель управления энергоэффективностью промышленных предприятий в условиях стремления к технологическому лидерству

Аннотация. В статье представлена функциональная модель управления энергоэффективностью промышленных предприятий, разработанная в контексте стратегической задачи достижения технологического лидерства страны. Исследование обусловлено необходимостью преодоления системных ограничений действующей практики, связанных с отсутствием формализованной нормативной базы и разобщенностью диагностических процедур, что препятствует реализации потенциала энергоэффективности как фактора технологического развития промышленности. Целью работы является проектирование инструментария, интегрирующего процессы нормирования, мониторинга и реализации мероприятий по управлению и повышению энергоэффективности в непрерывный управленческий процесс. Методологической основой выступила нотация моделирования бизнес-процессов (BPMN), позволившая структурировать модель по трем уровням взаимодействия. Первый уровень регламентирует процедуры сбора статистических данных об удельных энергозатратах через ГИС «Энергоэффективность», результатом чего становится формирование научно обоснованных отраслевых нормативов. Второй уровень детализирует взаимодействие участников энергетического обследования с акцентом на верификацию предлагаемых решений на соответствие перечню наилучших доступных технологий (НДТ). Третий уровень описывает реализацию мероприятий с дифференциацией договорных механизмов (подряд, энергосервисный контракт, государственно-частное партнерство). Автором установлено, что одной из важнейших особенностей модели является определения соответствия критериям НДТ, что создает условия для доступа предприятий к механизмам «зеленого» финансирования и внедрения передовых технологических решений. Интерпретация результатов показывает, что предлагаемая модель формирует институциональную основу для трансформации мероприятий по энергосбережению из разрозненных мер в системный драйвер технологического обновления промышленности. Разработанная функциональная модель,

интегрируя нормирование, диагностику и реализацию мероприятий в замкнутый цикл непрерывного улучшения (PDCA), обеспечивает согласованное взаимодействие государства, бизнеса и экспертного сообщества, необходимое для достижения технологического лидерства страны через повышение энергоэффективности промышленного сектора экономики.

Ключевые слова: функциональная модель управления энергоэффективностью; промышленные предприятия; энергосервисный контракт; наилучшие доступные технологии; нормативы удельных энергозатат; цикл непрерывного улучшения

Введение

В условиях современной геополитической реальности и курса на достижение технологического лидерства российской экономики задача повышения энергоэффективности промышленного производства приобретает стратегическое значение. Энергоэффективность выступает не только фактором снижения издержек и повышения конкурентоспособности предприятий, но и драйвером внедрения передовых технологических решений, обеспечивающих модернизацию производственных фондов и снижение энергоёмкости валового внутреннего продукта. Промышленный сектор, традиционно являясь одним из основных потребителей топливно-энергетических ресурсов, обладает значительным потенциалом повышения энергоэффективности, реализация которого непосредственно связана с управлением энергоэффективностью на уровне отдельных предприятий. Однако существующая практика управления энергоэффективностью сталкивается с системными ограничениями: отсутствием формализованной и научно обоснованной нормативной базы для планирования и контроля удельных энергозатрат, разрозненностью диагностических процедур, недостаточной интеграцией процессов нормирования, мониторинга и реализации энергосберегающих мероприятий в единый управленческий процесс. Указанные обстоятельства препятствуют трансформации энергосбережения из разрозненных мер в системный фактор технологического обновления промышленности, что и обуславливает актуальность настоящего исследования.

Теоретико-методологические основы управления энергоэффективностью промышленных предприятий находят отражение в трудах отечественных и зарубежных исследователей. Значительное внимание уделяется стандартизации процессов энергоменеджмента (ЭнМ) в рамках подхода, реализуемого на принципах цикла PDCA и регламентируемого международным и национальным стандартом ISO 50001/ГОСТ Р ИСО 50001. В работах Р.К. Нургалиева и А.И. Шинкевича обоснована необходимость применения инструментов процессного моделирования для целей оптимизации производственных процессов и прогнозирования энергопотребления, а также подчеркнута значимость интегрированного подхода к управлению данными как основы для принятия рациональных управленческих решений [1]. Зарубежные исследователи (В. Янь, Х. Ван, К. Гун и др.) развивают сервис-ориентированные системы оценки энергоэффективности, интегрирующие методы сбора данных, процессного моделирования и машинного обучения для анализа сложных энергетических взаимосвязей в производственных системах [2-4]. Вместе с тем, анализ научной литературы свидетельствует о наличии исследовательского пробела, связанного с отсутствием целостных функциональных моделей, которые обеспечивали бы не только диагностику, но и формирование нормативной базы на основе репрезентативных статистических данных, а также регламентировали бы взаимодействие всех заинтересованных процесса управления энергоэффективностью предприятий в контексте решения задач их технологического развития — от органов государственной власти до исполнителей энергосберегающих мероприятий.

Цель исследования заключается в разработке функциональной модели управления энергоэффективностью промышленных предприятий, интегрирующей процессы нормирования,

диагностики и реализации энергосберегающих мероприятий в условиях их стремления к технологическому лидерству.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- обоснование необходимости и определение принципов формирования нормативной базы удельных энергозатрат на основе сбора и анализа первичных статистических данных промышленных предприятий;
- разработка процедур взаимодействия участников процесса управления энергоэффективностью с использованием нотации BPMN;
- регламентация механизмов реализации энергосберегающих мероприятий с дифференциацией договорно-правовых форм, в зависимости от типа исполнителя и источника финансирования.

1. Методы и материалы

Эмпирическую базу исследования составили две группы источников. Первую группу образуют нормативно-правовые акты Российской Федерации, формирующие институциональные условия управления энергоэффективностью: Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» (ФЗ «Об энергосбережении»)¹ и Постановление Правительства РФ № 45 от 26.01.2019², закрепляющее полномочия Минэкономразвития РФ по утверждению требований к проведению энергетических обследований и ведению реестра саморегулируемых организаций, а также Постановление Правительства РФ № 2398 от 31.12.2020³, устанавливающее критерии отнесения объектов к категориям негативного воздействия на окружающую среду. Вторую группу источников составляют сведения информационного характера государственной информационной системе «Энергоэффективность».

Методология сбора данных базируется на институциональном подходе, в соответствии с которым функция координации процесса сбора первичной информации и разработки методических рекомендаций закреплена за Минэкономразвития РФ. Процедура предусматривает последовательную реализацию следующих этапов: разработка и размещение в открытом доступе на платформе ГИС «Энергоэффективность» комплекта обучающих материалов и рекомендаций по заполнению энергетических деклараций; направление уполномоченным органом официального запроса о предоставлении отчетности; сбор предприятиями данных за регламентированный период и заполнение электронных деклараций; свод и анализ аккумулированных сведений. Обработка данных осуществляется по агрегированным кодам ОКВЭД 2, соответствующим промышленным видам деятельности, с последующей дифференциацией

¹ Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон № 261-ФЗ: принят Государственной Думой 11 ноября 2009 года: одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года: (последняя редакция). — Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочная правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/.

² Российская Федерация. Правительство. Об изменении и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 26 января 2019 г. № 45 (ред. от 27.02.2021). — Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочная правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316912/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/.

³ Российская Федерация. Правительство. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398 (ред. от 18.12.2024). — Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочная правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373399/.

по однородным подгруппам, обеспечивающим сопоставимость предприятий по технологическим и производственным признакам. Ключевым критерием достоверности выступает наличие верифицированных результатов инструментального анализа параметров энергопотребления и соответствие структуры удельных энергозатрат типовым технологическим процессам для соответствующей подгруппы.

Основным методом проектирования функциональной модели выступила нотация моделирования бизнес-процессов BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation), позволяющая формализовать последовательность операций, распределение зон ответственности между участниками и информационные потоки на всех этапах управленческого цикла. Модель структурирована по трем уровням декомпозиции, соответствующим иерархии взаимодействия субъектов управления. объемов выпуска продукции.

2. Результаты и обсуждение

В ходе исследования разработана функциональная модель управления энергоэффективностью промышленных предприятий, выполненная в нотации BPMN 2.0. Функциональная модель включает три уровня описания бизнес-процессов, два из которых приведены далее (рис. 1, 2).

Приведенная модель представляет собой целостный, методологически обоснованный инструмент, обеспечивающий переход от разрозненных диагностических процедур к системному управлению энергоэффективностью промышленных предприятий на принципах цикла PDCA.

Первый уровень функциональной модели (рис. 1) регламентирует процедуры взаимодействия между уполномоченным органом государственной власти в лице Минэкономразвития РФ и промышленными предприятиями, ведущими деятельность в соответствии с кодами ОКВЭД 2: В, С, D, E. Ключевым результатом функционирования данного блока выступает формирование нормативной базы энергоэффективности на основе сбора, свода и анализа первичных статистических данных об удельных энергозатратах [5–10].

Разработанный механизм включает методическую подготовку предприятий посредством размещения на платформе ГИС «Энергоэффективность» комплекта обучающих материалов и рекомендаций по заполнению энергетических деклараций, направление Минэкономразвития РФ официального запроса о предоставлении отчетности, сбор предприятиями необходимых данных за регламентированный период и направление заполненных деклараций, а также сведение и анализ аккумулированных данных с последующей выработкой дифференцированных нормативов с использованием формализованных процедур и математических моделей расчета.

На основе анализа математических методов в статистике определены три возможные к применению модели: статистический метод на основе нормального распределения, робастный метод на основе квартилей и регрессионный анализ для учета влияющих факторов (предикторов).

Сформированные нормативы представляют собой интервалы допустимых значений удельных энергозатрат для каждой выделенной отраслевой группы и выступают количественной основой для функционирования замкнутого управленческого процесса, позволяя дифференцировать управленческие воздействия: при соответствии фактических показателей установленным значениям предприятие подтверждает соответствие нормативам с периодичностью один раз в пять лет, тогда как при превышении нормативных значений инициируется процедура углубленного энергетического обследования.

Приведенный срок имеет предварительный характер и допускается его уточнение с учетом дополнительных научно-прикладных исследований.

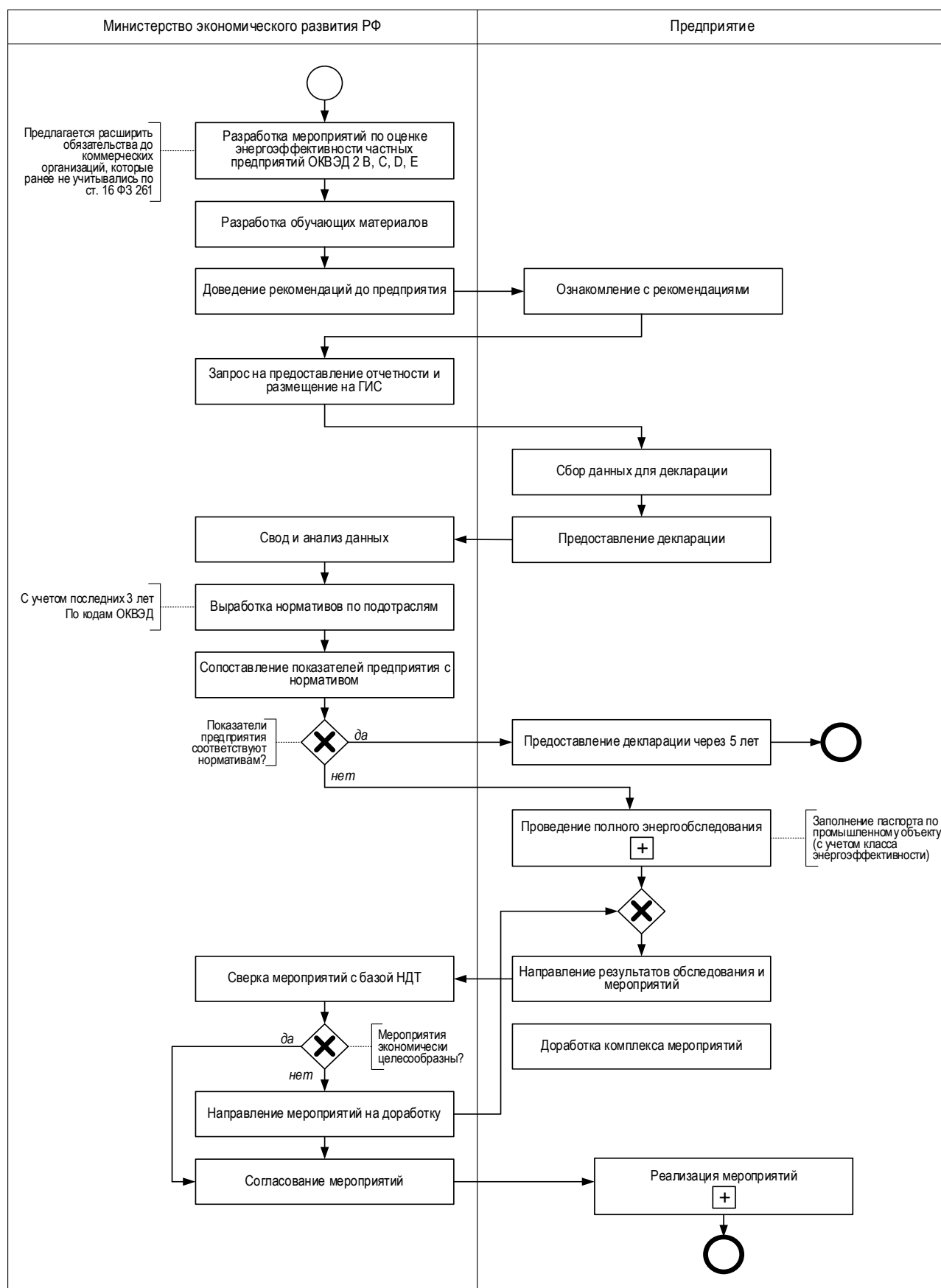


Рисунок 1. Блок 1. Подпроцессы верхнеуровневые
(Минэкономразвития РФ-Предприятие) (составлено автором)

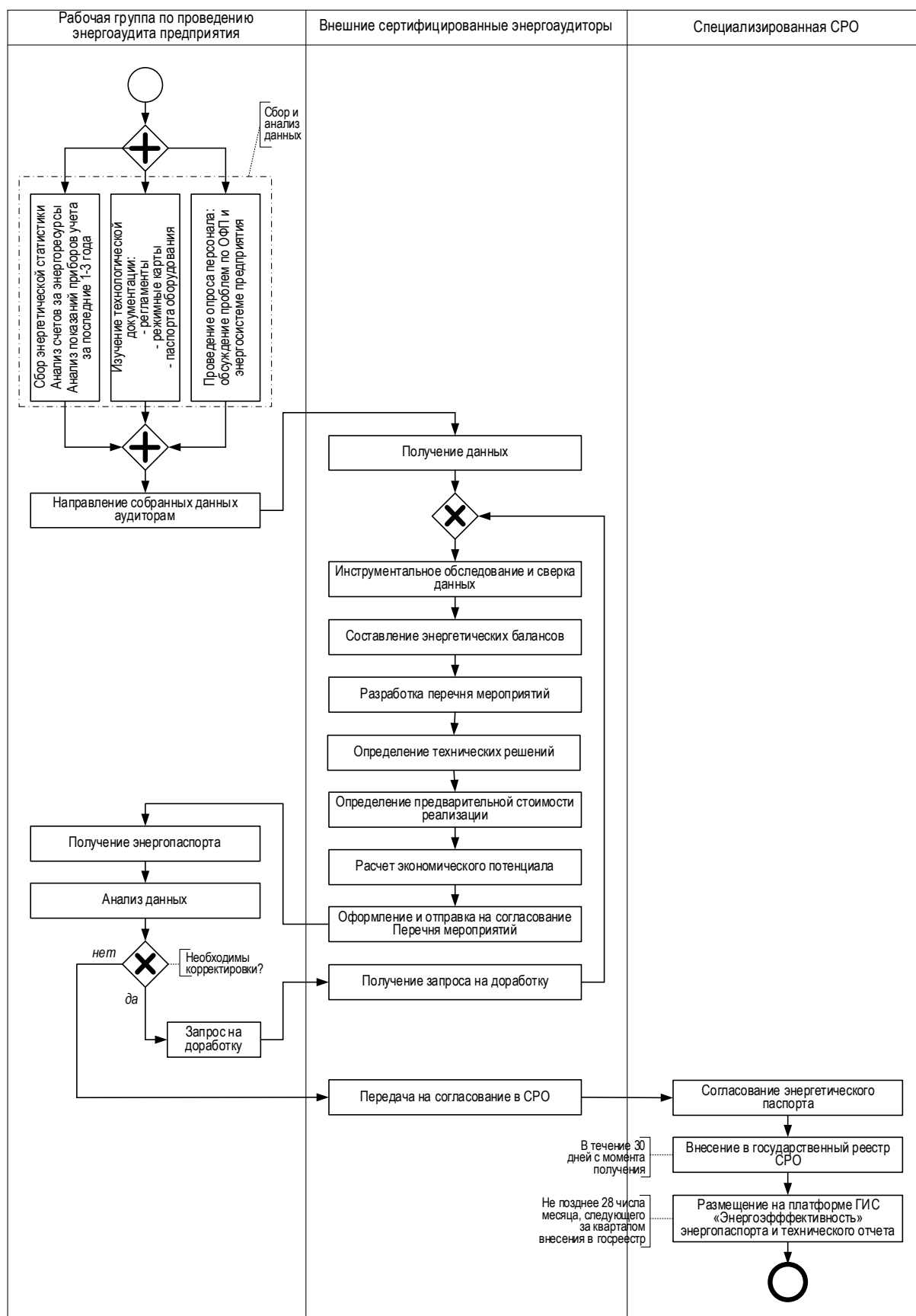


Рисунок 2. Блок 2. Подпроцессы второго уровня (рабочая группа по проведению энергоаудита предприятия-Внешние специализированные энергоаудиторы-Специализированное СРО) (составлено автором)

Второй уровень функциональной модели (рис. 2) детализирует процедуры взаимодействия участников энергетического обследования на уровне промышленного предприятия, определяя функциональные роли внутренней рабочей группы, формируемой распорядительным актом руководителя из числа профильных специалистов (главного энергетика и/или уполномоченных лиц) и компаний (энергоаудиторов), реализующих энергообследования, согласно требованиям ФЗ «Об энергосбережении». Важной особенностью разработанной модели является интеграция в стандартизированные процедуры энергообследования оценки экономического потенциала энергосбережения и процедуры предварительного согласования мероприятий с предприятием-заказчиком, что позволяет минимизировать разрыв между выявленным техническим и реализационным потенциалами энергоэффективности. Завершающим этапом данного блока выступает загрузка энергетического паспорта с приложениями и технического отчета в систему ГИС «Энергоэффективность», осуществляемая специализированными СРО.

Третий уровень модели описывает реализацию энергосберегающих мероприятий с дифференциацией по типу исполнителя, каждому из которых соответствует отличающаяся договорно-правовая основа. При привлечении подрядной организации взаимодействие осуществляется на основе договора подряда или договора возмездного оказания услуг, предусматривающих оплату за фактически выполненные работы в фиксированном размере независимо от достигнутой экономии энергетических ресурсов, при этом предприятие самостоятельно финансирует работы и несет риски недостижения планируемого эффекта. В случае применения энергосервисного договора (ЭСК) исполнитель в лице энергосервисной компании (ЭСКО) за свой счет осуществляет комплекс мероприятий, а источником возврата инвестиций и получения прибыли выступает достигнутая экономия энергетических ресурсов. При этом предприятие не несет первоначальных капитальных затрат, выплачивая ЭСКО согласованную долю от фактически полученной экономии в течение установленного периода; при этом ЭСКО принимает на себя технические и финансовые риски, включая риск недостижения запланированной экономии. Для частного партнера в рамках государственно-частного партнерства (ГЧП) или муниципально-частного партнерства (МЧП) нормативно-правовой базой выступают соответствующие федеральные законы⁴, а реализация работ и возврат инвестиций осуществляются по альтернативным моделям, предполагающим долгосрочный возврат инвестиций через тарифные источники или платежи публичного партнера при реализации проектов, связанных с модернизацией объектов энергетической инфраструктуры, находящихся в государственной или муниципальной собственности, либо имеющих стратегическое значение для региональной экономики.

Особого внимания в рамках модели заслуживает вопрос верификации предлагаемых мероприятий на предмет их соответствия критериям наилучших доступных технологий, поскольку сверка с базой НДТ приобретает стратегическое значение, открывая для предприятия доступ к механизмам «зеленого» финансирования, предназначенного для реализации «зеленых» и «адаптационных» проектов. Практическая реализация модели также учитывает взаимосвязь управления энергоэффективностью со смежными аспектами, поскольку снижение энергопотребления закономерно влечет сокращение выбросов парниковых газов и иного негативного воздействия

⁴ Российская Федерация. Законы. О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон № 224-ФЗ: принят Государственной Думой 1 июля 2015 года: одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 года: (редакция от 13.07.2015). — Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/.

Российская Федерация. Законы. О концессионных соглашениях: Федеральный закон № 115-ФЗ: принят Государственной Думой 6 июля 2005 года: одобрен Советом Федерации 13 июля 2005 года: (редакция от 28 ноября 2025 года). — Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/.

на окружающую среду, что корреспондирует с требованиями отчетности для предприятий II категории НВОС.

Таким образом, разработанная функциональная модель интегрирует процессы нормирования, мониторинга, диагностики и реализации мероприятий в единый управленческий цикл, реализуемый на принципах PDCA, и создает институциональную основу для согласованного взаимодействия государственных органов власти, внешних специализированных энергоаудиторов, саморегулируемых организаций и промышленных предприятий в достижении целей повышения энергетической эффективности промышленности.

Проведенное исследование было направлено на решение трех взаимосвязанных задач. Первая задача заключалась в обосновании необходимости и определении принципов формирования нормативной базы удельных энергозатрат. В ходе исследования установлено, что формирование такой базы возможно на основе сбора и анализа репрезентативных статистических данных предприятий по разделам ОКВЭД 2 (В, С, D, E) при координирующей роли Минэкономразвития РФ с использованием инфраструктуры ГИС «Энергоэффективность», при этом в качестве математического аппарата могут применяться статистический метод на основе нормального распределения, робастный метод на основе квартилей и регрессионный анализ для учета влияющих факторов. Вторая задача предполагала разработку процедур взаимодействия участников процесса управления энергоэффективностью. Результатом стала трехуровневая функциональная модель в нотации BPMN, охватывающая взаимосвязи государства и предприятий, участников энергетического обследования и исполнителей мероприятий, что обеспечивает непрерывность управленческого процесса на принципах цикла PDCA. Третья задача заключалась в регламентации механизмов реализации энергосберегающих мероприятий. Модель предусматривает дифференциацию договорно-правовых форм в зависимости от типа исполнителя и источника финансирования: договор подряда для традиционного подряда, энергосервисный договор для ЭСК и механизмы ГЧП для стратегических проектов, при этом ключевое значение приобретает верификация мероприятий на соответствие наилучшим доступным технологиям, открывающая доступ к механизмам «зеленого» финансирования.

Сравнение полученных результатов с опубликованными ранее исследованиями демонстрирует соответствие базовым положениям, при этом их развитие с учетом новых институциональных условий и стремления к технологическому лидерству страны. Разработанная модель базируется на методологии полностью согласуется с требованиями международного стандарта ISO 50001 и его национального аналога ГОСТ Р ИСО 50001, устанавливающих основы СЭнМ. Исследователи Р.К. Нургалиев и А.И. Шинкевич обосновали необходимость применения инструментов процессного моделирования для оптимизации производственных процессов и прогнозирования энергопотребления [1]. Предложенная модель развивает данный подход, используя BPMN 2.0 не только для внутренней оптимизации, но и для регламентации межорганизационного взаимодействия, включая процедуры сбора данных через государственную информационную систему и механизмы верификации мероприятий на соответствие НДТ.

Использование нотации BPMN 2.0 для моделирования процессов управления энергоэффективностью находит подтверждение в работах зарубежных исследователей. В. Янь, Х. Ван, К. Гун и их соавторов, которые применили BPMN совместно с методами машинного обучения для создания сервис-ориентированной системы оценки энергопотребления, что позволило интегрировать данные о состоянии оборудования, характеристиках деталей и технологических процессах [2]. Авторы подчеркивают, что из-за сложной энергетической природы и взаимосвязей между станками, обрабатываемыми деталями и технологическими процессами все еще отсутствуют практические методы и инструменты оценки энергопотребления для производственных предприятий [3]. В отличие от указанного подхода, ориентированного преимущественно на диагностику и анализ производственных систем, разработанная автором

функциональная модель охватывает полный управленческий цикл от формирования нормативной базы до реализации мероприятий. Исследование В.Р.Р.Г. Сильва, Е.Ф.Р. Лурес и их соавторы представляют проектирование СЭНМ для энергоемких производств с использованием BPM, при этом ключевой процесс энергетического анализа разработан в нотации BPMN, что позволяет анализировать и поддерживать принятие решений в автоматизированном виде [4]. Предложенная модель развивает данный подход, добавляя институциональное взаимодействие с государственными органами и механизмы верификации соответствия наилучшим доступным технологиям.

Важным результатом исследования является интеграция в модель оценки экономического потенциала энергосбережения и процедуры предварительного согласования мероприятий с предприятием-заказчиком, что позволяет минимизировать разрыв между выявленным техническим и реализационным потенциалами энергоэффективности [11–14].

Заключение

Разработанная функциональная модель управления энергоэффективностью промышленных предприятий, структурированная по трем уровням взаимодействия и выполненная в нотации BPMN, обеспечивает переход от разрозненных диагностических процедур к системному управлению на принципах цикла PDCA. Модель интегрирует процессы нормирования на основе: статистических данных, собираемых через ГИС «Энергоэффективность», мониторинга с дифференциацией управленческих воздействий в зависимости от соответствия нормативам [15], диагностики с участием внутренней рабочей группы, внешних аудиторов и СРО, реализации мероприятий с дифференциацией договорно-правовых механизмов [13]. Интеграция оценки соответствия наилучшим доступным технологиям создает предпосылки для доступа предприятий к механизмам «зеленого» финансирования. Таким образом, предложенная модель формирует институциональную основу для согласованного взаимодействия государственных органов, промышленных предприятий, энергоаудиторов и саморегулируемых организаций в достижении целей повышения энергетической эффективности промышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нургалиев, Р.К. Логико-информационная модель управления процессами "умного" производства / Р.К. Нургалиев, А.И. Шинкевич — DOI 10.37313/1990-5378-2021-23-2-29-36. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2021. — Т. 23, № 2(100). — С. 29–36 — EDN YRCIXC.
2. A service-oriented energy assessment system based on BPMN and machine learning / W. Yan, X. Wang, Q. Gong [et al.] — DOI 10.1007/s43684-022-00036-0. // Autonomous Intelligent Systems. — 2022. — Т. 2, №. 1. — С. 18. — EDN LVFCEK.
3. Masood, T. A machine learning approach for performance-oriented decision support in service-oriented architectures / T. Masood, C.B. Cherifi, N. Moalla — DOI 10.1007/s10844-020-00617-6. // Journal of Intelligent Information Systems. — 2020 — EDN FUBPFE.
4. Silva, V.R.G.R. da. Energy Management in Industry: An Enterprise Engineering Approach / V.R.G.R. da Silva, E. de F.R. Loures, E.P. de Lima, S.E.G. da Costa // Brazilian Archives of Biology and Technology. — 2018. — Т. 61. — С. e18180078. — URL: https://www.researchgate.net/publication/328430955_Energy_Management_in_Industry_An_Enterprise_Engineering_Approach.

5. Лещинский, А.О. Автоматизация и моделирование бизнес-процессов: инструменты для промышленности / А.О. Лещинский, Ю.Л. Загуменнов // Актуальные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 30–31 октября 2024 года. — Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. — С. 153–155. — EDN WOTMSJ.
6. Мещерякова, Т.С. Теоретико-методологическая основа управления энергоэффективностью промышленного предприятия / Т.С. Мещерякова // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № s5. — URL: <https://esj.today/PDF/90FAVN525.pdf>.
7. Ибрагимов, А.З. Повышение эффективности работы предприятия путем оптимизации действующих систем контроля и учета электроэнергии / А.З. Ибрагимов // Наука через призму времени. — 2023. — № 1(70). — С. 7–13. — EDN ZVVHAE.
8. Семенова, В.А. Управление энергоэффективностью промышленных предприятий / В.А. Семенова, А.К. Никитин — DOI 10.36871/ek.up.p.r.2023.03.03.003. // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2023. — Т. 3, № 3(135). — С. 20–25 — EDN TYFQOS.
9. Костылева, Н.Л. Управление энергообеспечением энергоемкого промышленного предприятия в современных условиях / Н.Л. Костылева, Е.Ю. Пузина // Молодежный вестник ИрГТУ. — 2023. — Т. 13, № 1. — С. 20–27. — EDN PXWDSO.
10. Головина, А.Н. Повышение энергоэффективности промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации / А.Н. Головина, Р.Р. Юсупов — DOI 10.24891/ea.23.8.1471. // Экономический анализ: теория и практика. — 2024. — Т. 23, № 8(551). — С. 1471–1492— EDN OOKAMP.
11. Денисова, Я.В. Математическое моделирование системы факторов обеспечения технологического суверенитета предприятий машиностроения / Я.В. Денисова // Петербургский экономический журнал. — 2024. — № 3. — С. 122–132. — EDN NHDBAT.
12. Цифровая экономика и энергосервисный договор / Л.В. Глухова, Б.В. Казиева, В.М. Казиев, А.А. Шерстобитова — DOI 10.51965/2076-7919_2024_2_1_19. // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева. — 2024. — Т. 2, № 1(53). — С. 18–26 — EDN CQTUMY.
13. Волосатова, А.А. Разработка системы экспертной оценки проектов развития и эколого-технологической модернизации промышленности / А.А. Волосатова, И.О. Тихонова, Т.В. Гусева — DOI 10.37313/1990-5378-2023-25-4-154-162. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2023. — Т. 25, № 4(114). — С. 154–162 — EDN TDHYIZ.
14. Балльно-рейтинговая система оценки класса энергоэффективности промышленного объекта / Н.Г. Верстина, Н.А. Солопова, Н.Н. Таскаева [и др.] // Энергосбережение. — 2023. — № 6. — С. 34–43. — EDN MFDCWK.

Meshcheryakova Tatyana Sergeevna

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5610-6179>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=636518

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Tatiana-Meshcheryakova-2>

A functional model for managing energy efficiency of industrial enterprises in the context of striving for technological leadership

Abstract. This article presents a functional model for managing energy efficiency of industrial enterprises, developed in the context of the strategic objective of achieving national technological leadership. This study seeks to overcome the systemic limitations of current practice, including the lack of a formalized regulatory framework and fragmented diagnostic procedures. These limitations hinder the realization of energy efficiency's potential as a driver of industrial technological development. The aim of the study is to develop tools that integrate the processes of standardization, monitoring, and implementation of energy efficiency management and improvement measures into a continuous management process. Business Process Modeling Notation (BPMN) served as the methodological basis, allowing the model to be structured across three levels of interaction. The first level regulates the procedures for collecting statistical data on specific energy consumption through the Energy Efficiency GIS, resulting in the development of scientifically sound industry standards. The second level details the interactions between energy survey participants, focusing on verifying proposed solutions for compliance with the list of best available technologies (BAT). The third level describes the implementation of measures with differentiated contractual mechanisms (contracting, energy service contracts, and public-private partnerships). The author found that one of the model's most important features is determining compliance with BAT criteria, which creates conditions for enterprises to access green financing mechanisms and implement advanced technological solutions. Interpretation of the results shows that the proposed model forms an institutional basis for transforming energy conservation measures from isolated efforts into a systemic driver of industrial technological innovation. The developed functional model, by integrating standardization, diagnostics, and implementation into a closed-loop continuous improvement (PDCA) cycle, ensures coordinated interaction between the government, business, and the expert community, necessary for achieving technological leadership in the country through improving the energy efficiency of the industrial sector.

Keywords: functional energy efficiency management model; industrial enterprises; energy service contract; best available technologies; specific energy consumption standards; continuous improvement cycle