

Медведева Анастасия Алексеевна

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

Сушко Ольга Петровна

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

Теоретические аспекты бизнес-процессов прогнозирования в энергосбытовом секторе

Аннотация. В статье анализируются бизнес-процессы прогнозирования на предприятиях энергосбытового сектора в условиях волатильности оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ). Обосновано, что традиционные подходы к прогнозированию, сфокусированные преимущественно на технических алгоритмах, недостаточны для обеспечения финансовой устойчивости компаний: ошибки в заявках ведут к штрафам и убыткам. Рассмотрены теоретические основы процессного подхода к управлению и выделены шесть ключевых особенностей энергосбытовой деятельности как объекта прогнозирования (невозможность складирования, волатильность спроса, двойственная рыночная позиция и др.). В отличие от существующих работ, авторами предложены оригинальная классификация бизнес-процессов прогнозирования по пяти критериям (временной горизонт, функциональная направленность, объект, методы, уровень автоматизации) и семиэтапная структурная модель процесса с замкнутым циклом обратной связи. Определены шесть направлений совершенствования прогнозной деятельности в условиях цифровизации отрасли, включая внедрение машинного обучения и интеграцию внешних данных. Разработанный методический инструментарий может применяться для анализа, оптимизации и повышения точности прогнозов в энергосбытовых организациях.

Ключевые слова: бизнес-процессы, прогнозирование, энергосбытовые организации, электроэнергетика, процессный подход, классификация, структурная модель, ОРЭМ, цифровая трансформация.

Medvedeva Anastasia Alekseevna

Plekhanov Russian University of Economics

Olga Petrovna Sushko

Associate Professor, Professor Plekhanov Russian University of Economics

Theoretical aspects of forecasting business processes in the energy sales sector

Abstract. The article analyzes the business processes of forecasting at enterprises of the energy retail sector in the context of the volatility of the wholesale electricity and capacity market (REM). It is proved that traditional forecasting approaches, focused mainly on technical algorithms, are insufficient to ensure the financial stability of companies: errors in applications lead to fines and losses. The theoretical foundations of the process approach to management are considered and six key features of energy marketing activities as an object of forecasting are identified (impossibility of warehousing, volatility of demand, dual market position, etc.). Unlike existing works, the authors propose an original classification of forecasting business processes according to five criteria (time horizon, functional orientation, object, methods, level automation) and a seven-stage structural model of a closed-loop feedback process. Six areas of improvement of predictive activities in the context of digitalization of the industry have been identified, including the introduction of machine learning and the integration of external data. The developed methodological tools can be used to analyze, optimize and improve the accuracy of forecasts in energy marketing organizations.

Keywords: business processes, forecasting, energy sales organizations, electric power industry, process approach, classification, structural model, wholesale electricity market, digital transformation.

Введение

В последние годы российский электроэнергетический рынок переживает период структурных изменений. Так, Системный оператор ЕЭС сообщает, что выработка электроэнергии в 2023 году достигла 1140,9 млрд кВт·ч с установленной мощностью электростанций в 263,1 ГВт. При этом, на рынке работают более 900 субъектов энергосбыта: 244 энергосбытовые компании и около 700 гарантирующих поставщиков [4].

Как известно, на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ) точность прогнозирования объёмов электропотребления напрямую влияет на финансовые результаты, потому что правила рынка устанавливают штрафы за отклонение фактического потребления от заявок [2]. Ошибки прогнозирования ведут либо к переплате за неостребованные объёмы, либо к закупкам по балансирующим ценам – в обоих случаях компания несёт убытки.

Энергетическая стратегия России до 2035 года описывает цифровую трансформацию как приоритетное направление развития отрасли [3]. Именно цифровизация открывает возможности для построения прогнозных систем нового поколения, требуя переосмысления самой организации прогнозной деятельности. При этом научная литература сосредоточена преимущественно на таких технических аспектах прогнозирования, как алгоритмы и модели, оставляя организационно-экономические вопросы построения бизнес-процессов прогнозирования в энергосбыте без должного внимания.

Композиция исследования

Цель работы – разработка теоретических основ анализа бизнес-процессов прогнозирования в энергосбытовом секторе, включая классификацию и структурную модель процесса.

Задачи исследования:

- выявление особенностей энергосбытовой деятельности, влияющих на организацию прогнозирования;
- разработка классификации бизнес-процессов прогнозирования с учётом их отраслевой специфики;
- составление структурной модели бизнес-процесса прогнозирования;
- определение направления совершенствования прогнозной деятельности в энергетике.

Объект исследования – бизнес-процессы прогнозирования на предприятиях энергосбытового сектора. Предмет – методы и инструменты организации прогнозной деятельности.

Теоретические аспекты исследования

Специфика энергосбытовой деятельности как объекта прогнозирования

Методологическую основу исследования составляет процессный подход к управлению, который за рубежом активно развивали М. Хаммер и Д. Чампи [10], а в отечественной науке самый большой вклад внесли В.В. Репин, В.Г. Елиферов [9] и И.А. Наугольнова [8]. Подход эволюционировал от финансового контроля к системам стратегического управления, а энергосбытовая деятельность с её капиталоемкостью и сложностью бизнес-процессов это наглядно демонстрирует.

В рамках исследования под понятием бизнес-процесса можно рассматривать устойчивую последовательность операций по сбору, обработке и анализу информации,

формированию прогнозов и принятию управленческих решений. Данное определение синтезирует подходы стандарта ISO 9000:2015 [5] и общую концепцию реинжиниринга [12].

Энергосбытовая деятельность отличается от других отраслей рядом особенностей, которые определяют специфические требования к прогнозированию. Анализ нормативной базы [1, 2] и данных о работе ОРЭМ [4] позволил выделить шесть таких особенностей (Табл. 1).

Таблица 1 – Особенности энергосбытовой деятельности, влияющие на прогнозирование

№	Особенность	Требования к прогнозированию
1	Невозможность складирования электроэнергии	Точность краткосрочных прогнозов $MAPE < 5\%$
2	Волатильность спроса	Учёт погоды, сезонности; адаптивные модели
3	Двойственная рыночная позиция	Интеграция прогнозов оптовых цен и розничных объёмов
4	Регуляторная среда	Учёт тарифной политики и регуляторных изменений
5	Инфраструктурная зависимость	Координация с сетевыми организациями
6	Неоднородность потребителей	Сегментация моделей по группам потребителей

Такие особенности формируют определенные требования к прогнозированию: точность, оперативность, многофакторность, адаптивность – это тот специфический методический инструментарий, в котором так остро нуждается энергосбытовой сектор.

Современные методы прогнозирования в энергосбытовом секторе

В электроэнергетике вопросы прогнозирования рассматриваются в основном с технической стороны – Р.В. Ключев с соавторами исследовали машинное обучение для прогнозирования электропотребления: алгоритмы градиентного бустинга дают точность 92–95% [7]. И.Ю. Шелехов анализировал прогнозирование на промышленных предприятиях [12], С.О.Хомутов с соавторами изучали повышение точности краткосрочных прогнозов с применением метрик MAPE, RMSE [11].

В зарубежной научной литературе наблюдается устойчивый переход от классических статистических методов к гибридным вычислительным моделям. Как отмечается в комплексном обзоре, опубликованном в журнале *Energies*, методы прогнозирования электропотребления эволюционировали от авторегрессионных моделей (ARIMA) и экспоненциального сглаживания до нейронных сетей, систем нечёткой логики и эволюционных алгоритмов (Haben и соавт, 2021). При этом исследователи подчёркивают отсутствие универсального подхода: классические модели показывают наилучшие результаты при линейной или регулярной сезонной динамике, тогда как гибридные модели оказываются предпочтительнее в сложных, многофакторных условиях.

К сожалению, организационно-экономические аспекты построения бизнес-процессов прогнозирования остаются слабо исследованными. Новый этап в развитии прогнозирования может быть связан с интеграцией традиционных методов с технологиями бизнес-аналитики (BI) и обработки больших данных. Именно такой подход позволяет энергосбытовым организациям перейти от описательной аналитики к предиктивной [8, 9], а модели на больших данных дают возможность оптимизировать закупки на оптовом рынке в режиме, приближённом к реальному времени.

Результаты исследования

Классификация бизнес-процессов прогнозирования

На основе анализа существующих классификаций бизнес-процессов [8, 9, 12] и отраслевой специфики разработана классификация бизнес-процессов прогнозирования в энергосбытовом секторе (Табл. 2), в которой выделены пять основных критериев, где каждый раскрывает определённую сторону прогнозного процесса.

Таблица 2 – Классификация бизнес-процессов прогнозирования в энергосбытовом секторе

Критерий	Виды процессов	Примеры
1. Временной горизонт	Оперативные (до 1 мес.)	Почасовые графики, суточные заявки на ОРЭМ
	Тактические (1–12 мес.)	Сезонные колебания, бюджетирование
	Стратегические (> 1 года)	Инвестиции, развитие клиентской базы
2. Функциональная направленность	Коммерческие	Объёмы реализации, выручка
	Финансовые	Денежные потоки, дебиторская задолженность
	Технологические	Состояние инфраструктуры, аварийность
	Рыночные	Оптовые цены, конкурентная среда
3. Объект прогнозирования	Объёмные	Электропотребление (кВт·ч), число клиентов
	Ценовые	Цены ОРЭМ, тарифы, маржинальность
	Качественные	Регуляторные изменения, риски
4. Применяемые методы	Статистические	Регрессия, ARIMA, экспоненциальное сглаживание
	Машинное обучение	Градиентный бустинг, LSTM, Random Forest
	Экспертные	Метод Дельфи, сценарный анализ
5. Уровень автоматизации	Ручные	Экспертные оценки, работа в Excel
	Частично автоматизированные	Автоматический сбор, ручной анализ
	Полностью автоматизированные	Автоматический сбор, обработка, формирование прогнозов

Источник: составлено автором

Данная классификация позволяет:

- a) системно описать прогнозную деятельность организации;
- b) выявить слабо развитые процессы;
- c) расставить приоритеты автоматизации.

Структурная модель бизнес-процесса прогнозирования

Обобщение подходящих теоретических подходов [6, 12] и анализ практики энергосбытовых организаций позволили разработать семиэтапную структурную модель бизнес-процесса прогнозирования (Табл. 3).

Таблица 3 – Структурная модель бизнес-процесса прогнозирования

Этап	Название	Содержание	Результат
1	Целеполагание	Определение объекта, цели, горизонта	Техническое задание
2	Сбор данных	История потребления, погода, экономика	Подготовленный датасет
3	Выбор методов	Анализ задачи, подбор методов	Методика
4	Расчёт прогноза	Применение методов, количественные оценки	Прогнозные значения
5	Верификация	Проверка на соответствие экспертным оценкам	Согласованный прогноз
6	Принятие решений	Заявки на ОРЭМ, бюджеты, договоры	Управленческие решения
7	Мониторинг	Сравнение факт/прогноз, анализ отклонений	Улучшенные модели

Источник: составлено автором

Модель имеет три отличия от традиционных схем:

- 1) целеполагание выделено в отдельный этап;
- 2) введён этап верификации для согласования расчётов с экспертными оценками;
- 3) цикл замкнут – мониторинг ведёт к корректировке моделей.

Направления совершенствования бизнес-процессов прогнозирования

Анализ научной литературы [9, 10, 11] и практики энергосбытовых организаций позволил выделить шесть направлений совершенствования прогнозирования (Табл. 4).

Таблица 4 – Направления совершенствования бизнес-процессов прогнозирования

№	Направление	Мероприятия	Эффект
1	Цифровизация сбора данных	Внедрение ИСУЭ, сбор данных в реальном времени	Снижение погрешности на 15–25%
2	Машинное обучение	Градиентный бустинг, LSTM-сети	Точность 92–95% [7]
3	Внешние данные	Метеоданные, экономические индикаторы	Учёт 80% факторов
4	Формализация процессов	Регламенты, владельцы процессов, KPI	Дисциплина исполнения
5	Кросс-функциональное взаимодействие	Координация коммерческого, финансового, IT-блоков	Согласованность прогнозов
6	Мониторинг качества	Расчёт MAPE, RMSE, MAE; анализ ошибок	Улучшение моделей

Источник: составлено автором

Все эти направления охватывают технологические, организационные и методические аспекты прогнозирования, внедрение которых позволяет сократить штрафы за отклонения на ОРЭМ и укрепить позиции компании на рынке.

Заключение

Данное исследование позволило разработать теоретические основы анализа бизнес-процессов прогнозирования в энергосбытовом секторе.

Необходимо рассмотреть его основные результаты:

Во-первых, выявлены шесть особенностей энергосбытовой деятельности, определяющих специфику прогнозирования:

- невозможность складирования электроэнергии;
- волатильность спроса;
- двойственная рыночная позиция;
- регуляторная среда;
- инфраструктурная зависимость;
- неоднородность потребителей.

Для каждой особенности определены требования к организации прогнозирования, а также определен специфический методический инструментарий, в котором так остро нуждается энергосбытовой сектор.

Во-вторых, разработана классификация бизнес-процессов прогнозирования по пяти критериям:

- временной горизонт;
- функциональная направленность;
- объект прогнозирования;
- применяемые методы;
- уровень автоматизации.

Классификация позволяет системно описать прогнозную деятельность организации. Данный результат приоритизирует автоматизацию, улучшает понимание прогнозной деятельности организации и подсвечивает необходимость развития процессов.

В-третьих, предложена семиэтапная структурная модель с замкнутым циклом обратной связи, которая обеспечивает совершенствование прогнозных моделей через анализ отклонений. Всё это не только покажет разницу в рынке, но и поможет развить сферу ИИ в онлайн корректировке почасовых плановых значений на будущие периоды потребления.

В-четвёртых, систематизированы шесть направлений совершенствования: цифровизация сбора данных, машинное обучение, интеграция внешних данных, формализация процессов, кросс-функциональное взаимодействие, мониторинг качества.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке методических основ построения систем прогнозирования для энергосбытовых организаций с учётом отраслевой специфики. Практическая – в возможности применения инструментария для анализа и совершенствования прогнозной деятельности.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку адаптивных систем прогнозирования, способных корректировать параметры при изменении рыночной среды,

а также на интеграцию технологий искусственного интеллекта для создания самообучающихся систем.

Список источников

1. Об утверждении Основных положений функционирования розничных рынков электрической энергии : постановление Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 (ред. от 29.12.2023) // СПС «КонсультантПлюс».
2. О функционировании оптового рынка электрической энергии и мощности : постановление Правительства РФ от 27.12.2010 № 1172 (ред. от 29.12.2023) // СПС «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года : распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р // Официальный интернет-портал правовой информации.
4. Отчёт о функционировании ЕЭС России в 2023 году / Системный оператор Единой энергетической системы. – Москва, 2024. – 156 с. – URL: <https://www.so-ups.ru> [дата обращения: 15.01.2026].
5. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 54 с.
6. Блинов А. О., Угрюмова Н. В. Бизнес-процесс как основа процессного подхода в управлении // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2014. – № 1 (50). – С. 32–36.
7. Ключев Р. В., Гаврина О. А., Соколов А. А. Прогнозирование планового потребления электроэнергии для объединённой энергосистемы с помощью машинного обучения // Записки Горного института. – 2023. – Т. 261. – С. 392–402.
8. Наугольнова И. А. Процессный подход к управлению: эволюция, современные вызовы, инновации // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 6. – С. 2175–2192.
9. Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
10. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе / пер. с англ. – Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1997. – 332 с.
11. Хомутов С. О., Сташко В. И., Серебряков Н. А. Повышение точности краткосрочного прогнозирования электропотребления // Омский научный вестник. – 2020. – № 4 (172). – С. 58–64.
12. Шелехов И. Ю. Прогнозирование потребления электрической энергии промышленным предприятием с помощью методов машинного обучения // Известия Томского политехнического университета. – 2022. – Т. 333, № 5. – С. 135–146.

Сведения об авторе

Медведева Анастасия Алексеевна, аспирант, кафедра экономики промышленности, РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия

Information about the author

Medvedeva Anastasia Alekseevna, PhD student, Department of Industrial Economics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia