



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.021.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ДОГОВОРА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Пензев К.И.

ФГАОУ ВО "БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Белгород, Россия (308015, Белгородская область, город Белгород, ул. Победы, д.85), e-mail: konstantin.penzev@yandex.ru

Представленная статья охватывает методику проведения прогнозирования и оценки параметров договоров теплоснабжения для теплоэнергетических организаций. Описаны этапы от получения данных из системы управления договорами до получения комплексной оценки будущего договора. Процесс включает в себя подготовку данных, усреднение объемов поставки услуг, прогнозирование, анализ характеристик и окончательную оценку договора. Особое внимание уделяется роли прогнозирования при заключении договоров и рисковому сценарию при отсутствии адекватных прогнозов.

Ключевые слова: Договоры теплоснабжения, прогнозирование, оценка, теплоэнергетика, усреднение объемов, риски, анализ характеристик, эффективное управление, комплексная оценка.

METHODOLOGY FOR FORECASTING AND EVALUATING PARAMETERS OF HEAT SUPPLY CONTRACTS

Penzev K.I.

BELGOROD STATE NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY, Belgorod, Russia (85 Pobedy st., Belgorod, Belgorod, Belgorod region 308015), e-mail: konstantin.penzev@yandex.ru

This article encompasses a methodology for forecasting and evaluating parameters of heat supply contracts for thermal energy organizations. The stages, from obtaining data from contract management systems to obtaining a comprehensive assessment of future contracts, are described. The process involves data preparation, averaging service delivery volumes, forecasting, characteristics analysis, and the final contract evaluation. Special attention is given to the role of forecasting in contract negotiations and the risk scenario in the absence of adequate forecasts.

Keywords: Heat supply contracts, forecasting, evaluation, thermal energy, volume averaging, risks, characteristics analysis, effective management, comprehensive assessment.

Актуальность темы. Мониторинг является одной из функциональных задач управления теплообеспечением, осуществляемой для получения оперативной информации об объеме потребленной тепловой энергии, функционировании системы теплообеспечения и состоянии внешней среды, что позволяет своевременно предотвратить отклонения от граничных значений показателей и целевых индикаторов [5].

Решение задач мониторинга позволяет отслеживать состояние теплообеспечения объекта управления и получать значение факторов воздействия на теплопотребление. Целью прогнозирования теплопотребления является определение количества тепловой энергии,

которое необходимо потребить зданию при определенных значениях факторов воздействия на теплопотребление. Задачи формирования решений заключаются в определении текущего режима теплообеспечения и предоставления рекомендаций по управлению теплообеспечением для изменения текущего режима необходимым. Решение данного комплекса задач должно обеспечивать поддержку принятия решений при управлении даже на стадии заключения договоров.

Первые научные результаты с использованием технологии искусственного интеллекта для разработки моделей и методов поддержки принятия решений в системах энергетики появились в 70-80-х годах XX века. СППР, разработанные и внедренные в рамках деятельности научной школы Л.А. Мелентьева, к середине 90-х годов XX века, как и современные комплексы управления работы теплообеспечением, решают лишь такие задачи [4]:

- комплексный анализ режимов при функционировании электроэнергетических систем;
- планирование развития и исследование надежности электроэнергетических систем;
- расчет, анализ и управление нестационарными режимами систем снабжения тепловой энергии от источника до конечных потребителей;
- исследование развития и реконструкции теплоэнергетических систем в условиях энергетической безопасности [3].

Однако при управлении теплообеспечением следует учитывать не только прогнозные значения потребления, но и факторы отклонений в условиях заключения новых договоров при повышении нагрузки на компанию, систему поддержки развития в рамках выполнения государственных контрактов и т.д. Однако, действующие системы поддержки принятия решений не могут решить данные задачи.

В сфере теплоэнергетики заключение договоров играет важную роль, обеспечивая устойчивость предприятий. Договоры устанавливают параметры взаимодействия между поставщиками и потребителями тепловой энергии, определяя условия поставки, цены и сроки. Они создают правовую основу для обязательств, обеспечивая прозрачность и устойчивость отношений.

Прогнозирование при заключении договоров является неотъемлемой частью этого процесса. Оно направлено на предсказание будущих параметров, влияющих на поставки тепловой энергии. Прогнозы позволяют оценить потребности в тепловой энергии, а также предсказать изменения цен и планировать использование ресурсов.

Отсутствие прогноза может привести к значительным рискам. Неправильные прогнозы могут привести к неэффективному управлению ресурсами, финансовым убыткам и недовольству клиентов. Без предвидения изменений в потреблении или ценах на энергоресурсы предприятие становится уязвимым перед неопределенностью и потерями.

На последующих этапах алгоритма, после заключения договоров и прогнозирования, осуществляется анализ и оценка характеристик договоров. В случае неудовлетворительной оценки производится анализ возможных проблем, а при удовлетворительной оценке выводится информация об оценке и спрогнозированных данных.

С другой стороны, могут использоваться платформы SaaS, которые в современном мире преобразовали и модернизировали процесс оформления и хранения контрактов, создав

современную индустрию управления прогнозированием договоров, контрактов, закупок. Однако в бурно развивающемся мире SaaS для управления контрактами выбор правильного программного обеспечения для управления контрактами, которое будет адаптировано в полной мере к потребностям теплоэнергетической компании в России нет. Это требует интеграции нескольких решений по автоматизации в единую платформу [2].

Аналитическая поддержка принятия решений при управлении теплообеспечением осуществляется с использованием комплекса моделей [1], включающего модель прогнозирования, модель расчета параметров, а также моделей определения текущего режима деятельности и предоставление рекомендаций для установления необходимого режима работы теплоэнергетической организации.

Актуальность внедрения современных подходов к прогнозированию и поддержке принятия решений в системе управления договорами теплоэнергетической организации заключается в необходимости оптимизации процессов заключения и исполнения договоров. Это позволит ускорить процедуры, повысить точность прогнозирования, минимизировать риски и повысить удовлетворенность клиентов.

Цель статьи – описать этапы системы проведения прогнозирования и оценки параметров договора теплоснабжения.

Изложение основного материала. Для решения указанной ранее задачи мониторинга деятельности договорного отдела теплоэнергетической организации была разработана методика, которая на основе ретроспективных данных договоров теплоснабжения позволяет выполнить прогнозирование параметров будущего договора теплоснабжения, и на их основе получить оценку прогнозных значений параметров договоров [7]. Алгоритм указанной методики представлен на Рисунке 1.

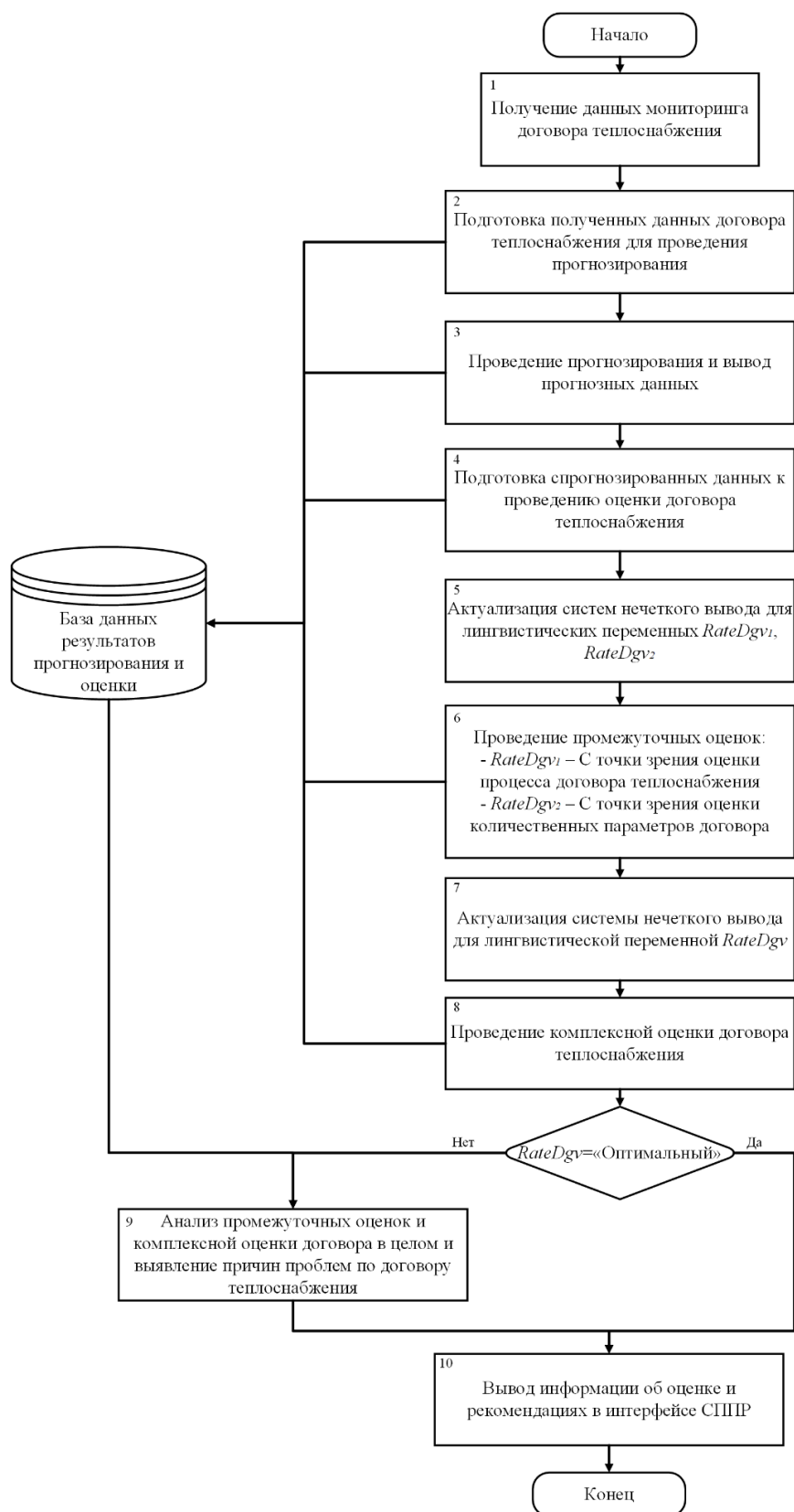


Рисунок 1 – Алгоритм проведения комплексной оценки договора теплоснабжения

Предлагаются следующие этапы, обеспечивающие получение показателей, обеспечивающих проведение оценки будущего договора теплоснабжения.

На первом этапе происходит получение в СППР из системы управления договорами данных договора теплоснабжения, на основании которых возможно провести прогнозирование как параметров будущего договора теплоснабжения.

На втором этапе происходит подготовка полученных данных договора теплоснабжения для проведения прогнозирования. Предварительно перед проведением прогнозирования необходимо провести расчет дополнительных параметров, таких как усредненные значения объемов поставки и фактического потребления услуг по договору теплоснабжения.

Как было указано ранее, данные объемов поставки услуг и фактического потребления по договору теплоснабжения указываются в разрезе месяцев и объектов подключения. Исходя из этого, можно построить следующую матрицу (Таблица 1),

где m_1-m_{12} – это месяцы учета поставки/фактического потребления каждой из услуг, o_1, \dots, o_n – это объекты подключения, куда поставляются услуги и откуда поступает информация о фактическом потреблении услуг, а q – это объем поставки/фактического потребления услуги, за конкретный месяц и по конкретному объекту подключения.

Таблица 1 – Таблица представления объемов поставки услуг и фактического потребления по договору в разрезе месяцев и объектов подключения

	m_1	m_2	...	m_{12}
o_1	q_{1_1}	q_{1_2}	...	$q_{1_{12}}$
o_2	q_{2_1}	q_{2_2}	...	$q_{2_{12}}$
...
o_n	q_{n_1}	q_{n_2}		$q_{n_{12}}$

В целях проведения мониторинга деятельности договорного отдела из матриц указанного выше формата необходимо получить усредненные значения поставки/фактического потребления услуг. В рамках данной работы это предлагается сделать, получив средние значения месячного объема поставки/фактического потребления услуг по договору теплоснабжения, используя формулу среднего арифметического, где k – это месяц расчета, n – количество объектов подключения:

$$q_{k_cp} = \frac{q_{1_k} + q_{2_k} + \dots + q_{n_k}}{n} \quad (1)$$

Среднее арифметическое в данном случае используется, т.к. значения объемов поставки/фактического потребления в разрезе объектов подключения имеют относительно имеют небольшой разброс и в рамках одного договора теплоснабжения имеют небольшое отклонение друг от друга, либо не имеют его вообще, т.к. в рамках одного договора теплоснабжения объекты подключения однотипны и относятся к одной категории (например, жилые многоквартирные дома или административные здания).

В результате можно построить следующую матрицу (Таблица 2).

Таблица 2 – Таблица представления усредненного количества поставки услуг в разрезе месяцев

m_1	m_2	...	m_{12}
q_{cp_1}	q_{cp_2}	...	q_{cp_12}

Также для каждого элемента матрицы (Таблица 2) считается значение отклонения изначального значения количества поставки услуг от усредненного по формуле:

$$S_{n,k} = \frac{q_{n,k} - q_{cp,k}}{q_{cp,k}}, \quad (2)$$

где s – это отклонение начального значения количества поставки услуг от усредненного, q – значение объема поставки услуг, n – объект подключения, k – месяц поставки услуг.

На третьем этапе пользователем СППР проводится прогнозирование и вывод прогнозных данных будущего договора теплоснабжения. Важно отметить, что все прогнозируемые данные должны быть записаны в базу данных, что в дальнейшем будет способствовать корректной оценке прогнозируемых данных.

На четвертом этапе необходимо провести подготовку спрогнозированных данных к проведению оценки будущего договора теплоснабжения. Для этого необходимо произвести расчет таких параметров как:

- отклонение спрогнозированных значений фактических данных потребления тепловой энергии от плановых (запрашиваемого деловым партнером);
- отклонение спрогнозированных значений фактических данных потребления теплоносителя от плановых (запрашиваемого деловым партнером);
- суммарное значение всех договорных нагрузок и потерь, усредненное в зависимости от количества объектов подключения.

Для получения значений отклонения спрогнозированных значений фактических данных потребления тепловой энергии от плановых предлагается получить суммы усредненных месячных значений объема поставки:

$$Q = \sum_{i=0}^m pr_{cp} \quad (3)$$

где pr_{cp} – усредненные спрогнозированные значения фактического потребления услуг в разрезе месяцев,

Q – суммарное значение фактического потребления услуг.

По указанной выше формуле предлагается выполнить расчет следующих параметров:

- суммарное значение плановых объемов поставки тепловой энергии по договору теплоснабжения (Q_{te_p});
- суммарное значение плановых объемов поставки теплоносителя по договору теплоснабжения (Q_{m_p});
- суммарное значение прогнозируемых данных фактического потребления тепловой энергии по договору теплоснабжения (Q_{te_f});
- суммарное значение прогнозируемых данных фактического потребления теплоносителя (Q_{m_f}).

На основании полученных выше данных имеется возможность получить отклонение фактического потребления услуг от планового:

$$W_{te} = \left| \frac{Q_{te,f} - Q_{te,p}}{Q_{te,d}} \right| * 100 \quad (4)$$

$$W_{tn} = \left| \frac{Q_{tn,f} - Q_{tn,p}}{Q_{tn,d}} \right| * 100 \quad (5)$$

где W_{te} – отклонение прогнозного фактического потребления тепловой энергии деловым партнером от планового значения поставки, а

W_{tn} – отклонение прогнозного фактического потребления теплоносителя деловым партнером от планового значения поставки.

Также на данном этапе появляется возможность выполнить приведение спрогнозированных данных фактического потребления услуг к виду таблицы 2.3. Для этого используются отклонения, рассчитанные по формуле (6):

$$pr_{nk} = s_{nk} * (1 + pr_{sr,k}) \quad (6)$$

где pr_{nk} – спрогнозированное значение фактического потребления услуги по конкретному объекту подключения n и за конкретный месяц k ,

$pr_{sr,k}$ – усредненное спрогнозированное значение фактического потребления за конкретный месяц k .

На пятом этапе описываемого алгоритма на основе данных договора теплоснабжения согласно определенной системе правил и функциями принадлежности определяются значения оценок характеристик договора теплоснабжения.

На шестом этапе на основании спрогнозированных и рассчитанных значений характеристик договора теплоснабжения осуществляется процедура вывода промежуточных оценок договора теплоснабжения.

Также важно отметить, что значения оценок будущего договора теплоснабжения должны быть записаны в базу данных.

Затем на седьмом этапе происходит свод данных оценок, выполненных на предыдущем шаге для подготовки комплексной оценки договора теплоснабжения. На основании чего, на этапе 8 происходит получение итоговой комплексной оценки договора теплоснабжения.

На этапе 9 происходит, в случае если полученная по сценарию комплексная оценка договора теплоснабжения не удовлетворяет пользователя и не является оптимальной, происходит анализ причин возможных проблем с указанным договором теплоснабжения. Если полученная оценка удовлетворяет пользователя и является оптимальной, то происходит переход к этапу 10.

Если значение полученной оценки договора теплоснабжения удовлетворяет пользователя и является оптимальным, сразу происходит вывод информации об оценке и спрогнозированных данных.

Выводы. В статье освещается методика проведения прогнозирования и оценки параметров договоров теплоснабжения для теплоэнергетических организаций. Этот процесс охватывает несколько этапов, начиная с разработки методики на основе ретроспективных данных договоров и заканчивая получением комплексной оценки будущего договора теплоснабжения.

Первые этапы включают в себя получение данных из системы управления договорами и их подготовку для прогнозирования. Затем осуществляется расчет усредненных значений объемов поставки и фактического потребления услуг, что предоставляет основу для

прогнозирования параметров будущего договора. Прогнозирование на дальнейших этапах позволяют предприятию получить комплексную оценку договора теплоснабжения. Это важный момент, требующий анализа и, при необходимости, корректировок.

Особый акцент делается на значении прогноза при заключении договоров теплоснабжения. Прогнозы позволяют оценить потребности в энергии, установить справедливые цены и более эффективно использовать ресурсы. Без прогноза предприятие подвергается рискам, таким как неэффективное управление ресурсами, финансовые убытки и недовольство клиентов. В случае удовлетворительной оценки, на последних этапах осуществляется вывод информации об оценке и прогнозируемых данных, завершая цикл анализа и подготовки комплексной оценки договора теплоснабжения.

Полученные данные могут лечь в основу разработки АИС системы прогнозирования работы отдела договоров теплоэнергетической организации.

Список литературы

1. Бабак В.П., Запорожец А.А., Свердлова А.Д. Диагностика технического состояния объектов теплоэнергетики на базе распределенных вычислительных инфраструктур // NDT Days 2016. – № 1 (187). – С. 85-89.
2. Голдобин, Ю.М. Автоматизация теплоэнергетических установок: учебное пособие / Ю.М. Голдобин, Е.Ю. Павлюк. - Екатеринбург: УрФУ, 2017. – 244 с.
3. Гринев, Д. Д. Анализ информационной системы управления теплоснабжением / Д. Д. Гринев, В. В. Богданов, Н. В. Василенко // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского, 2023. – С. 408-413.
4. Любчик Л.М. Информационные технологии статистического компьютерного мониторинга качества бытового теплоснабжения/Л.М.Любчик, Г.Л.Гринберг//Информационные технологии в образовании, науке и производстве. – 2012. – Вып. 1(1). – С. 71–76.
5. Нефедова, И. С. Функциональность системы поддержки принятия решений в процессе диспетчеризации городского теплоснабжения / И. С. Нефедова, Е. А. Финогеев // Наука и образование в жизни современного общества : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 18 частях, Тамбов, 29 ноября 2013 года. – Тамбов: ООО "Консалтинговая компания Юком", 2013. – С. 128-130.
6. Снитюк В. Э. Прогнозирование. Модели, Методы, Алгоритмы/В.Е.Снитюк – М.: «Маклаут», 2008. – 364 с.
7. Федоров, В.И. Исследование и разработка распределенной автоматизированной системы интеллектуального экомониторинга и управления экологической безопасностью городских территориальных агломераций/О.А. Иващук, И.С.Константинов, О.Д.Иващук, В.И.Федоров// Сб. док. «Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области».- 2017. С. 123-136.

References

1. Babak V.P., Zaporozhets A.A., Sverdlova A.D. Diagnostics of the technical condition of thermal power facilities based on distributed computing infrastructures // NDT Days 2016. – No. 1 (187). – pp. 85-89.
 2. Goldobin, Yu.M. Automation of thermal power plants: textbook / Yu.M. Goldobin, E.Yu. Pavlyuk. - Ekaterinburg: UrFU, 2017. – p244 .
 3. Grinev, D. D. Analysis of the heat supply management information system / D. D. Grinev, V. V. Bogdanov, N. V. Vasilenko // Scientific readings named after Professor N.E. Zhukovsky, 2023. – pp. 408-413.
 4. Lyubchik L.M. Information technologies for statistical computer monitoring of the quality of domestic heat supply / Lyubchik, G.L. Grinberg // Information technologies in education, science and production. – 2012. – Issue. 1(1). – pp. 71–76.
 5. Nefedova, I. S. Functionality of the decision support system in the process of dispatching urban heat supply / I. S. Nefedova, E. A. Finogeev // Science and education in the life of modern society: a collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference : in 18 parts, Tambov, November 29, 2013. – Tambov: LLC "Consulting Company Ucom", 2013. – pp. 128-130.
 6. Snityuk V. E. Forecasting. Models, Methods, Algorithms / V. E. Snityuk – M.: “McLouth”, 2008. – p.364.
 7. Fedorov, V.I. Research and development of a distributed automated system for intelligent environmental monitoring and management of environmental safety of urban territorial agglomerations /O.A. Ivashchuk, I.S. Konstantinov, O.D. Ivashchuk, V.I. Fedorov // Sat. doc. “Regional scientific and technical conference on the results of a competition of oriented fundamental research on interdisciplinary topics, conducted by the Russian Foundation for Basic Research and the Government of the Belgorod Region.” - 2017. pp. 123-136.
-