

Научная статья
УДК 338.51: 553.981.6
DOI 10.18101/2304-4446-2025-2-134-142

**Развитие методического инструментария прогнозирования
рыночных цен на газовый конденсат при формировании
сбытовой политики нефтегазодобывающих компаний**

© Салько Мирослава Геннадьевна
кандидат экономических наук, доцент
salkomg@tyuiu.ru

© Якунина Ольга Геннадьевна
кандидат экономических наук, доцент
yakuninaog@tyuiu.ru

Тюменский индустриальный университет
Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена ростом спроса на газовый конденсат как внутри страны, так и за ее пределами. Развитие инфраструктурных объектов нефтегазодобычи и наращивание объемов производства газового конденсата во многом обусловлены изменением рыночных цен, что определяет эффективность сбытовой политики и производственной деятельности нефтегазодобывающих компаний в целом. Вместе с тем рыночные цены на газовый конденсат подвержены влиянию множества факторов и возникают сложности в прогнозировании их динамики на рынке всех энергоресурсов. Целью настоящего исследования является разработка методического подхода к повышению достоверности прогнозирования рыночных цен на газовый конденсат в условиях сезонности спроса и факторов неопределенности. В статье предложено использование метода проектирования экспериментов для моделирования рыночной цены на газовый конденсат. Авторами представлена имитационная модель, учитывающая сезонные колебания цен на рынке, а также влияние других факторов. Анализ динамики цены на газовый конденсат позволил выявить закономерности ее отклонений под влиянием изменения цен на нефть, климатических факторов и других рыночных рычагов воздействия. Представленное распределение частоты изменений рыночных цен на газовый конденсат под влиянием факторов неопределенности позволило сделать вывод о вероятностях колебания цен в течение года. В качестве дополнительных рекомендаций авторы рассматривают доработку предложенной модели путем использования искусственного интеллекта для моделирования факторов неопределенности на рынке энергоресурсов.

Ключевые слова: газовый конденсат, ценообразование, сбытовая политика, моделирование, нефтегазодобывающее предприятие, энергоресурсы.

Для цитирования

Салько М.Г., Якунина О.Г. Развитие методического инструментария прогнозирования рыночных цен на газовый конденсат при формировании сбытовой политики нефтегазодобывающих компаний // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2025. № 2. С. 134–142.

Природный газ — один из видов востребованных энергоресурсов во всем мире. Вместе с тем, экологическая политика большинства стран направлена на снижение потребления топливных ресурсов¹. В этой связи ведется поиск высокотехнологичных производств как в области использования альтернативных источников энергии, так и инновационных экологичных технологий по использованию традиционных топливных ресурсов. Стабилизированный газовый конденсат в таких условиях играет ключевую роль как промежуточный продукт, способствующий снижению углеродного следа.

Россия обладает огромными запасами природного газа, также внушительны показатели запасов газового конденсата. Такая динамика производства и создания запасов стабилизированного газового конденсата связана с ростом спроса на него. В 2023 г. такая динамика на газовый конденсат внутри страны составила примерно 24% с 22,4 до 27,7 млн т и была вызвана увеличением спроса со стороны нефтеперерабатывающих заводов².

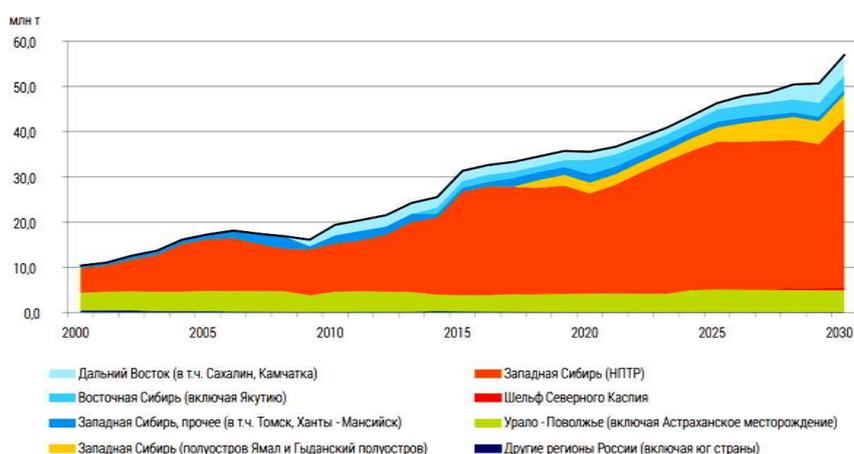


Рис. 1. Динамика добычи нестабильного газового конденсата по регионам России³

Российский экспорт неочищенного газового конденсата сопряжен с трудностями, касающимися как транспортировки, так и реализации. Ключевыми потребителями российского газоконденсата на мировом рынке выступают крупные нефтеперерабатывающие комплексы, использующие его в качестве компонента для смешивания.

Десятилетие назад основной поток российского экспорта был направлен на рынки Атлантического бассейна, особенно на НПЗ в США, где он служил разба-

¹ Вызовы для экологической перестройки мировой экономики / РСМД // russiancouncil.ru: [сайт]. URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/vyzovy-dlya-ekologicheskoy-perestroyki-mirovoy-ekonomiki/> (дата обращения: 19.03.2025). Текст: электронный.

² В 2018–2022 гг. производство стабильного газового конденсата в России увеличилось на 24%: с 22 до 28 млн т. / Магазин исследований // marketing.rbc.ru [сайт]. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/14056/> (дата обращения: 15.03.2025). Текст электронный.

³ Там же.

вителем для тяжелой латиноамериканской нефти. Значительными импортерами также были европейские страны с развитой нефтепереработкой, такие как Италия и Нидерланды.

Однако из-за развития сланцевых технологий, увеличения добычи нефти и жидких фракций природного газа в Северной Америке, санкций против венесуэльской нефти и стагнации спроса на нефть в Европе ситуация изменилась. Это привело к переориентации российского экспорта конденсата в Азию. Иран, основной поставщик газоконденсата в регионе, также находится под санкциями США, что обостряет конкуренцию за альтернативные источники поставок. Важно отметить, что на азиатском рынке конденсат чаще применяется в качестве сырья для нефтехимического производства после предварительной переработки во фракциях на установках, цена является важнейшим фактором конкурентоспособности на рынке энергоресурсов.

В этой связи все более актуальным становится вопрос прогнозирования рыночных цен, учитывающих влияние факторов неопределенности поставок газового конденсата на внутренний и внешний рынки.

Для достижения целей определения перспектив развития рынков сбыта газового конденсата в условиях колебания рыночных цен целесообразно применять оптимизационные модели. Такой методический подход направлен на установление взаимосвязей между различными факторами, определяющими направления сбытовой политики, и в конечном итоге на стратегические планы оптимизации инфраструктурных объектов нефтегазодобывающих компаний. В то же время для оценки конкретных решений, касающихся отдельных элементов: разработки месторождений, наращивания объемов добычи, планирования транспортных потоков и ценообразования, на наш взгляд, более эффективным инструментом являются имитационные модели [1].

Моделирование на основе оптимизации предполагает создание модели для поиска такой комбинации параметров, которая обеспечивает достижение наилучшего, то есть оптимального значения целевой функции.

Оптимизационные модели являются инструментом поддержки принятия стратегических решений, ориентированных на долгосрочное и среднесрочное планирование. В ряде ситуаций они могут применяться и для краткосрочного (тактического) планирования. Эта возможность определяется, прежде всего, набором входных данных и способностью оперативно воздействовать на переменные модели.

Имитационное моделирование стремится к наиболее достоверному воспроизведению действительности, в данном контексте — бизнес-процессов сбытовой политики, избегая значительных упрощений. В отличие от аналитических подходов этот метод не подразумевает создания комплексной математической модели. Вместо этого имитационная модель состоит из множества индивидуальных правил, где их большее количество обеспечивает более высокую точность. Это принципиальное различие между моделями имитации и оптимизации, где все правила образуют единую математическую конструкцию, предназначенную для поиска оптимального решения [1].

Авторами предлагается использовать метод проектирования экспериментов. Рекомендуемый метод подразумевает разработку серий экспериментов для пла-

номерного изменения параметров в модели прогнозирования цены сбыта газового конденсата на рынке. Изучая результаты каждого эксперимента, возможно выявить области, требующие улучшений для оптимизации процессов и минимизации рисков.

Современные программные средства позволяют проводить эксперименты в модели цепи сбытовых поставок, варьируя различные параметры, такие как цена, скорость, риски, чтобы определить оптимальные компромиссы для улучшения ключевых показателей. В отличие от классического моделирования, которое занимается созданием самой модели, эксперименты дают возможность использовать ее для проверки гипотез и поиска наилучших решений.

Предложено использовать модель прогнозирования рыночных цен газового конденсата согласно теории выбора цепочки поставки Маркова. Цепь Маркова — череда событий, в которой каждое последующее событие зависит от предыдущего¹. Рекомендовано использовать данную модель для стратегического планирования ценообразования и выбора рынков сбыта газового конденсата в учетом влияния спроса, наличия запасов, изменения политики поведения основных покупателей и других

Чтобы применить предложенную модель, необходимо изучить временной ряд цены газового конденсата (x_t) для периодов времени $t=1, \dots, T$. Причем t может измеряться от одного дня до нескольких лет. Для учета сезонности спроса авторами принято проводить измерение в месяцах.

Уравнение модели устанавливает взаимосвязь между фактическим значением x_t , выбранного из представленного ряда в период времени t , с его тремя составляющими: тренд y_t , сезонные колебания s_t , остаточный член ε_t :

$$x_t = y_t + s_t + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где y_t — тренд, отражающий эволютарные изменения установленного временного ряда исходного параметра x_t .

Формула тренда имеет вид:

$$y_t = \sum_{i=1}^n a_i t^i, \quad (2)$$

где n — заданный параметр степени полинома при описании тренда для анализа большого набора данных нестабильной величины сезонных колебаний;

s_t — сезонные колебания за определенный период времени t с учетом влияния весовых коэффициентов t^i :

$$s_t = \sum_{i=0}^m s_i(t) t^i, \quad (3)$$

где m — заданная степень полинома в описании тренда сезонных колебаний с учетом $m \leq n$.

¹ Цепь Маркова — это просто: подробно разбираем принцип / Библиотека программиста // proglib.io [сайт]. URL: <https://proglib.io/p/markov-chain> (дата обращения: 19.03.2025). Текст: электронный.

Функция сезонных колебаний $s_0(t)$ характеризует среднее значение при условии $s_i(t), i > 0$ и описывает динамику формы и величины сезонных колебаний. Период колебания данных функций соответствует одному году. Их представление осуществляется посредством разложения в ряд Фурье [2]:

$$s_i(t) = \sum_{j=1}^{K/2} \alpha_{ij} \cos \frac{2\pi jt}{K} + \sum_{j=1}^{K/2-1} \beta_{ij} \sin \frac{2\pi jt}{K}, \quad (4)$$

где K — число замеров временного ряда x_t за год (где $K=12$, при ежемесячной регистрации данных). Для вычисления значений параметров модели $a_i, \alpha_{ij}, \beta_{ij}$ применяется метод наименьших квадратов:

$$\sum_{t=1}^T b_t \varepsilon_t^2 \rightarrow \min, \quad (5)$$

где b_t — это набор положительных чисел, отражающих относительную точность информации, полученной в разные временные периоды. В простейшем случае всем периодам может быть присвоен одинаковый вес, например, равный единице.

Представленная модель пригодна не только для анализа ретроспективных данных, но и для прогнозирования будущих значений. После определения параметров модели $a_i, \alpha_{ij}, \beta_{ij}$, применение формул с t , превышающими T , позволит получить прогноз тренда, сезонных колебаний спроса на газовый конденсат и, соответственно, цен (как суммы этих двух компонент) в момент времени t .

На рисунке 2 представлена динамика средних цен на сырую нефть и газовый конденсат по годам.



Рис. 2. Динамика изменения средних цен на стабильный газоконденсат и сырую нефть

Можно отметить, что наблюдается корреляционная зависимость между ценами на сырую нефть и газовый конденсат. Газовый конденсат зачастую является побочным продуктом бурения скважин на сырую нефть. Корреляция между ценами на эти товары ограничена. Рынки для каждого товара существенно отличаются и подвержены различным фундаментальным силам. Изменения в динамике цен на газовый конденсат не всегда пропорциональны изменениям цен на нефть, о чем свидетельствуют данные за 2014 г. [3].

Для изучения сезонных колебаний цен рассмотрим график изменения цен за 2024 г. по месяцам (рис. 3):

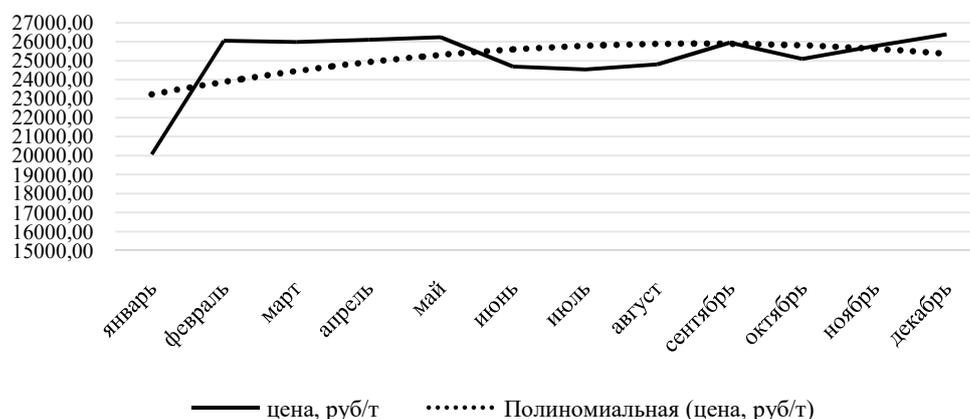


Рис. 3. Динамика среднемесячных цен за 2024г. на газовый конденсат и полиномиальный тренд с сезонными колебаниями выделенных по рекомендуемой модели

Наблюдается общий рост цен за 2024 г. с учетом колебания цен по месяцам. Причем колебания в отдельные месячные периоды не имеют повторений. К концу года колеблемость графика уменьшилась. Линия тренда показывает о возможном снижении цены на будущий период. При этом за 2024 г. наибольший рост цен наблюдается с января по февраль. График отклонения цен представлен на рисунке 4.

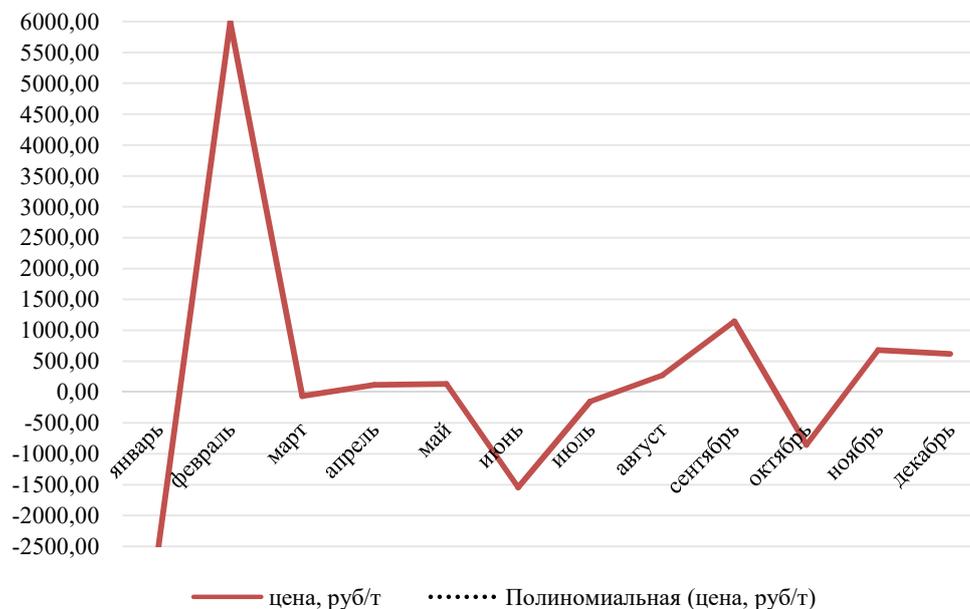


Рис. 4. Сезонные колебания среднемесячных цен на газовый конденсат за 2024 г.

Амплитуда изменения цен неравномерная. В зимние периоды времени увеличение спроса на конечные нефтепродукты приводит росту спроса на сырье в виде газового конденсата. В конечном итоге такая динамика отражается на росте цен. Остаточные значения колебания цен можно рассматривать как случайное влияние на динамику в течение месяца. Данный график подтверждает, что на динамику цен влияет ряд других факторов. Среди важнейших факторов, влияющих на спрос и предложение газового конденсата, можно выделить конъюнктуру внутреннего и внешнего рынка газового конденсата; логистические особенности транспортировки на рынки, в том числе АТР; инвестиционные возможности недропользователей с учетом налоговой нагрузки; внутреннюю государственную политику в области недропользования, а также внешнеполитические связи.

В связи с этим проведена оценка частотных распределений средних цен с учетом влияния факторов неопределенности, которые сложно прогнозировать и выявлять количественную оценку их влияния. На рисунке 5 показаны частотные распределения для 12 остаточных значений, сгруппированных по пяти выбранным интервалам.

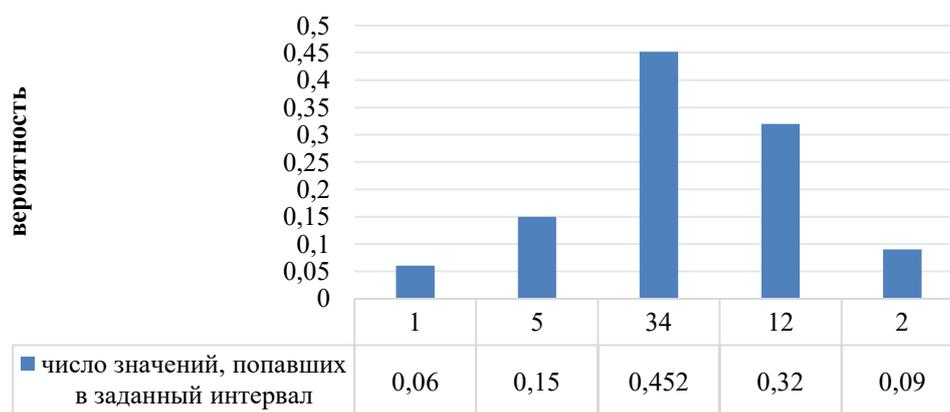


Рис. 5. Распределение частоты значений остаточного члена средних цен под влиянием факторов неопределенности

Эта гистограмма (рис. 5) полезна при выборе закона распределения случайных ценовых отклонений для целей прогнозирования. Значения гистограммы подтверждают высокую вероятность отклонения среднерыночных цен на газовый конденсат, причем прогнозируется повышение цен. Вместе с тем данный аспект требует отдельного и более детального изучения.

Моделирование и имитация открывают многообещающие перспективы, предлагая замену обычным способам прогнозирования показателей. Они позволяют создавать виртуальные пространства, воспроизводящие реальные условия функционирования программного обеспечения с разнообразными сценариями и переменными¹. Тем не менее обычные подходы к моделированию и имитации часто сопряжены со значительными затратами на создание и адаптацию моделей, что

¹ Лучшие нейросети для решения задач по статистике в 2025 г. / Рейтингус // vc.ru: [сайт]. URL: <https://vc.ru/u/2581788-reitingus/1810470-luchshie-neiroseti-dlya-resheniya-zadach-po-statistike-v-2025-godu> (дата обращения: 15.03.2025). Текст: электронный.

снижает их масштабируемость и результативность. В этом контексте использование искусственного интеллекта (ИИ) в моделировании и симуляции позволит существенно снизить трудоемкость процесса и предоставить необходимый анализ данных для обоснованного принятия решений.

Моделирование прогноза цен с учетом исторических данных и генерации факторов неопределенности с помощью ИИ позволит выявить основные перспективы изменения ключевого показателя оценки для принятия обоснованных управленческих решений¹ [4; 5]. Рекомендуемый авторами методический подход к прогнозированию цен газового конденсата дает возможность получить результаты исследования наиболее приближенным к реальному времени, что позволяет адаптировать сбытовую политику компаний в условиях динамично изменяющегося рынка энергоресурсов.

В целом авторские рекомендации позволили расширить спектр анализа и прогнозирования рыночных показателей энергоресурсов и повысить доказательность принимаемых управленческих решений по формированию сбытовой политики газового конденсата отечественных нефтегазодобывающих компаний.

Литература

1. Одиссей Иванов. Два математических метода, которые определяют моделирование цепей поставок // ОперМодель: [сайт]. URL: <https://opermodel.ru/strategy/optimization-vs-simulation/> (дата обращения: 15.03.2025). Текст: электронный
2. Цепь Маркова — это просто: подробно разбираем принцип / Библиотека программиста // proglib.io: [сайт]. URL: <https://proglib.io/p/markov-chain> (дата обращения: 19.03.2025). Текст: электронный.
3. Романова, Л. Д. Интегральные преобразования: учебное пособие / Л. Д. Романова, Т. А. Шаркунова, Т. В. Елисеева. Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. 80 с. Текст: непосредственный.
4. Ильясов Р. Х. Сплайн-анализ «тонкой» структуры взаимозависимости экспортных цен на природный газ и нефть / Р. Х. Ильясов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2008. № 6(68). С. 348–352. Текст: непосредственный.
5. Лучшие нейросети для решения задач по статистике в 2025 году / Рейтингус // vc.ru: [сайт]. URL: <https://vc.ru/u/2581788-reitingus/1810470-luchshie-neiroseti-dlyaresheniya-zadach-po-statistike-v-2025-godu> (дата обращения: 15.03.2025). Текст: электронный.
6. Рогулин Р. С. Систематический обзор проблемы управления цепями поставок: будущее и прошлые подходы к моделированию / Р. С. Рогулин // Научные труды Вольного экономического общества России. 2023. Т. 240, № 2. С. 228–256. DOI 10.38197/2072-2060-2023-240-2-228-256. Текст: непосредственный.
7. Что такое генеративный искусственный интеллект и как он работает / Русбейс // dzen.ru: [сайт]. URL: <https://dzen.ru/a/Z2luqn7nKAKeIUx> (дата обращения: 15.03.2025). Текст: электронный.
8. Сарычева С. Оптимизация ценообразования с использованием искусственного интеллекта / Priceva // priceva.ru: [сайт]. URL: <https://priceva.ru/blog/article/optimizatsiya-tsenoobrazovaniya-s-ispolzovaniem-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 19.03.2025). Текст: электронный.

¹ Что такое генеративный искусственный интеллект и как он работает / Русбейс // dzen.ru [сайт]. URL: <https://dzen.ru/a/Z2luqn7nKAKeIUx> (дата обращения: 15.03.2025). Текст: электронный.

Статья поступила в редакцию 21.03.2025; одобрена после рецензирования 21.04.2025; принята к публикации 21.04.2025.

Development of Methodological Tools for Forecasting Market Prices
for Gas Condensate when Forming the Sales Policy
of Oil and Gas Producing Companies

Miroslava G. Salko
Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.
salkomg@tyuiu.ru

Olga G. Yakunina
Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.
yakuninaog@tyuiu.ru

Tyumen Industrial University
38 Volodarskogo St., Tyumen 625000, Russia

Abstract. The growing demand for gas condensate both within the country and abroad confirms the importance of the study subject. Development of oil and gas production infrastructure facilities and increase in gas condensate production volumes are largely driven by the changes in market prices, which determines the efficiency of the sales policy and production activities of oil and gas producing companies. Alongside with that, many factors influence market prices for gas condensate, and there are difficulties in forecasting their dynamics in the market of all energy resources. The study is aimed at the development of a methodological approach to increasing the reliability of forecasting market prices for gas condensate in the context of seasonal demand and uncertainty factors. We have proposed to use experimental design techniques to simulate the market price of gas condensate, and presented a simulation model that takes into account seasonal fluctuations in prices in the market, as well as the influence of other factors. An analysis of the dynamics of gas condensate price made it possible to identify patterns of its deviations under the influence of changes in oil prices, climatic factors and other market levers of influence. The presented distribution of the frequency of changes in market prices for gas condensate under the influence of uncertainty factors allowed us to draw a conclusion about the probabilities of price fluctuations during the year. As additional recommendations, we consider the refinement of the proposed model by using artificial intelligence to model uncertainty factors in the energy market.

Keywords: gas condensate, pricing, sales policy, modeling, oil and gas producing companies, energy resources.

For citation

Salko M. G., Yakunina O. G. Development of Methodological Tools for Forecasting Market Prices for Gas Condensate when Forming the Sales Policy of Oil and Gas Producing Companies. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management.* 2025; 2: 134–142 (In Russ.).

The article was submitted 21.03.2025; approved after reviewing 21.04.2025; accepted for publication 21.04.2025.