УДК 338.27
Код ВАК 5.2.3
https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-2056-2069



# Пространственная оценка неоднородности цен на рынке молока с использованием модели многослойного перцептрона

**А. А. Дубовицкий**✉, **Э. А. Климентова, В. А. Шацкий**
Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Тамбовская область, Россия
✉*E-mail: daa1-408@yandex.ru*

***Аннотация.*** **Цель** работы – оценка пространственной неоднородности и факторов дифференциации цен на рынке молока. **Методы.** Исследование построено на использовании элементов статистико-экономического анализа в сочетании эмпирического, дескриптивного, аналитического, динамического, сравнительно-пространственного и прогностического подходов. Выявление факторов, оказывающих определяющее влияние на региональную дифференциацию цен на рынке молока, основано на нейросетевом анализе с использованием модели многослойного перцептрона, позволяющем обеспечить изучение скрытых представлений посредством нелинейных преобразований. **Научная новизна.** Определены параметры пространственной неоднородности, выявлены факторы, оказывающие определяющее влияние на региональную дифференциацию цен на рынке молока, сформулированы рекомендации улучшения размещения молочного скотоводства на региональном уровне. **Результаты.** В процессе исследования были выявлены ключевые тенденции развития молочного скотоводства, характеризующиеся увеличением объемов производства молока и одновременным сокращением поголовья; определены параметры изменения цен на молоко, отличающиеся положительной динамикой, особенно в течение второй половины 2024 г. и начале 2025 г. с формированием «парадокса перепроизводства» в начале 2026 г., когда рост производства превысил платежеспособный спрос, что привело к снижению цен. Проведение нейросетевого анализа позволило локализовать факторы, оказывающие наиболее значимое влияние на формирование прогноза цен регионального рынка сырого молока, среди которых удельный вес городского населения (*NI* = 0,079), среднедушевые денежные доходы (*NI* = 0,074), доля населения моложе трудоспособного возраста (*NI* = 0,073), удой молока на 1 корову (*NI* = 0,071), численность населения региона (*NI* = 0,067) и валовой надой молока в регионе (*NI* = 0,068). Обоснована значимость этих факторов как основы прогнозирования цен на сырое молоко, реализуемое сельскохозяйственными организациями, и предикторов совершенствования конъюнктуры рынка.

***Ключевые слова:*** агропродовольственная система, регион, молочное скотоводство, размещение, рынок молока, рентабельность, цена, прогнозирование, машинное обучение, нейронные сети

***Благоларности.*** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-01313 (https://rscf.ru/project/25-28-01313/).

***Для цитирования:*** Дубовицкий А. А., Климентова Э. А., Шацкий В. А. Пространственная оценка неоднородности цен на рынке молока с использованием модели многослойного перцептрона // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 10. С. 2056–2069. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-2056-2069.

***Дата поступления статьи:*** 20.07.2026, ***дата рецензирования:*** 28.08.2026, ***дата принятия:*** 16.09.2026.

© Дубовицкий А. А., Климентова Э. А., Шацкий В. А., 2026

# Spatial estimation of the heterogeneity of prices in the milk market using the multilayer perceptron model

**A. A. Dubovitskiy**✉, **E. A. Klimentova, V. A. Shatskiy**
Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Tambov region, Russia
✉*E-mail: daa1-408@yandex.ru*



***Abstract.*** **The purpose** of the study is to assess spatial heterogeneity and price differentiation factors in the milk market. **Methods.** The research is based on the use of elements of statistical and economic analysis in a combination of empirical, descriptive, analytical, dynamic, comparative spatial and predictive approaches. The identification of factors that have a decisive impact on regional price differentiation in the milk market is based on neural network analysis using a multilayer perceptron model, which allows for the study of hidden representations through nonlinear transformations. **The scientific novelty.** The parameters of spatial heterogeneity are determined and the factors that have a decisive influence on the regional differentiation of prices in the milk market are identified, recommendations for improving the placement of dairy cattle breeding at the regional level are formulated. **Results.** In the course of the study, key trends in the development of dairy cattle breeding were identified, characterized by an increase in milk production and a simultaneous reduction in livestock; parameters of changes in milk prices were determined, characterized by positive dynamics, especially during the second half of 2024 and early 2025, with the formation of the "overproduction paradox" in early 2026, when production growth exceeded effective demand, which led to lower prices. The neural network analysis made it possible to localize the factors that have the most significant impact on the formation of the forecast of prices for the regional raw milk market, including: the proportion of the urban population (*NI* = 0.079), average per capita monetary income (*NI* = 0.074), the proportion of the population younger than working age (*NI* = 0.073), milk yield per cow (*NI* = 0.071), the population of the region (*NI* = 0.067) and the gross milk yield in the region (*NI* = 0.068). The importance of these factors as a basis for forecasting prices for raw milk sold by agricultural organizations and predictors of improving market conditions is substantiated.

***Keywords:*** agro-food system, region, dairy cattle breeding, location, milk market, profitability, price, forecasting, machine learning, neural networks

***Acknowledgements.*** The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 25-28-01313 (https://rscf.ru/project/25-28-01313/).

***For citation:*** Dubovitskiy A. A., Klimentova E. A., Shatskiy V. A. Spatial estimation of the heterogeneity of prices in the milk market using the multilayer perceptron model. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (10): 2056–2069. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-2056-2069. (In Russ.)

***Date of paper submission:*** 20.07.2026, ***date of review:*** 28.08.2026, ***date of acceptance:*** 16.09.2026.

© Dubovitskiy A. A., Klimentova E. A., Shatskiy V. A., 2026

## Постановка проблемы (Introduction)

Молочное скотоводство является одной из ключевых подотраслей агропромышленного комплекса Российской Федерации. Оно участвует в обеспечении продовольственной безопасность страны, снабжая население базовыми продуктами питания (молоком, кисломолочными продуктами, сыром и маслом) и создавая рабочие места в сельской местности [1; 2].

Потребление молока на душу населения в России, по данным за 2025 год, выросло до 255 кг, но это все еще ниже рекомендованной Минздравом нормы потребления в 322 кг (в ред. Приказа Минздрава РФ от 30.12.2022 № 821), что свидетельствует о наличии значительного потенциала для роста внутреннего рынка. Согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ, перед отраслью стоит амбициозная задача – нарастить к 2030 году производство более чем на 10 %, доведя его до 38,5 млн т, а самообеспеченность страны молоком увеличить с 85,3 % до требуемых 90 % [3]. Важнейшим условием повышения продовольственной безопасности является экономический рост сельскохозяйственных предприятий, производящих молочную продукцию [4].

Основное условие расширения производства – рентабельное ведение отрасли. Сегодня молочное скотоводство функционирует в условиях высокой волатильности и макроэкономической нестабильности. По мере того как отрасль сталкивается с новыми экономическими вызовами, ключевым аспектом становится обеспечение эффективности и прежде всего рентабельности отрасли [1]. Тра-

диционно формирование рентабельности молочного скотоводства рассматривается чаще всего через призму себестоимости производства: снижение себестоимости единицы продукции ведет к росту прибыли [4] и рентабельности [5].

В свою очередь, себестоимость производства молока связывается с продуктивностью молочного стада [6; 7] и уровнем затрат на производство и реализацию 1 ц молока [8]. Отдельным фактором является обеспеченность кормами и стоимость кормовых рационов [9]. Отмечается также влияние на рентабельность структуры себестоимости [10] и ряда других организационно-экономических параметров.

При этом основные направления развития молочного скотоводства строятся на основе технологического развития в области генетики, селекции и разведения крупного рогатого скота молочных пород [11; 12]. интенсификации производства [13], автоматизации и роботизации производственных процессов [14–16], развитии интегрированных формирований [17] и господдержки сельхозтоваропроизводителей [1]. Особое внимание в данном процессе уделяется пространственному размещению производства сырого молока с учетом региональной специфики и эффективности [18].

Большинством авторов именно себестоимость считается тем эндогенным фактором, влияя на который производители могут управлять рентабельностью, что является вполне очевидным фактом, не требующем дополнительных доказательств. Другая составляющая рентабельности – цена реализации произведенной продукции [19; 20]. Цена выступает тем экзогенным фактором, который слабо поддается влиянию отдельных товаропроизводителей, что в определенной степени ограничивает внимание исследователей к данному вопросу.

Однако цена важна не только для формирования итоговых финансовых показателей деятельности предприятий и организаций – она служит еще и ориентиром на этапе планирования и прогнозирования развития отрасли [21–23].

Молочное скотоводство относится к числу наиболее капиталоемких отраслей сельского хозяйства [24; 25]. Строительство ферм, закупка племенного скота и оборудования требуют огромных вложений. Поэтому развитие этой отрасли неразрывно связано с необходимостью масштабных инвестиций, которые характеризуются длительным периодом возврата вложенных средств.

При этом для инвестиций необходима благоприятная среда [26]. Подчеркивается роль уровня цен на рынке молока для привлечения средств.

Инвестор не вложит деньги в проект, если не будет уверен, что цена реализации продукции позволит покрыть операционные расходы и вернуть инвестиции.

В соответствии с этим понимание механизмов ценообразования, ценовой конъюнктуры и факторов, определяющих уровень цен на рынке сырого молока, необходимо для эффективного управления молочным скотоводством и инвестиционными процессами в отрасли, совершенствования пространственного размещения производства и выработки эффективных мер государственной поддержки.

Отмеченные положения послужили основой для выбора темы настоящего исследования, целью которого выступила оценка пространственной неоднородности и факторов дифференциации цен на рынке молока.

## Методология и методы исследования (Methods)

В процессе написания данной статьи авторы опирались на результаты российских и зарубежных научных исследований в области ценообразования, развития и размещения сельскохозяйственного производства. Данное исследование основано на использовании элементов статистико-экономического анализа в сочетании эмпирического, дескриптивного, аналитического, динамического, сравнительно-пространственного и прогностического подходов.

Выявление факторов, оказывающих определяющее влияние на региональную дифференциацию цен на рынке молока, основано на нейросетевом анализе с использованием модели многослойного перцептрона (Multi-Layer Perceptron – MLP), являющегося наиболее распространенным алгоритмом сетей с прямой связью. Метод позволяет обеспечить эффективное решение задач классификации между признаками на основе необработанных входных данных, что сводит к минимуму необходимость в ручном конструировании признаков и обеспечивает гибкость при работе с непрерывными и категориальными входными переменными [27; 28]. Архитектура MLP построена на основе входного, скрытого и выходного слоев нейронов, поток сигналов между которыми формирует сеть на основе преобразования исходных данных посредством матриц весов, обеспечивающих изучение скрытых представлений путем нелинейных преобразований [29–31]. Практическая реализация модели проводилась в программе SPSS Forecastiνng (IBM).

Эмпирическая база исследования построена на использовании открытых данных, размещенных на сайте Федеральной службы государственной статистики (https://rosstat.gov.ru/), содержащих информацию о поголовье скота, объемах производства и продуктивности, объемах потребления молока, ценах, численности, структуре и доходах населения. Источником данных по рентабельности производства молока послужила информация, размещенная на сайте аудиторского портала TEST FIRM (https://www.testfirm.ru/).

## Результаты (Results)

В последние годы в России происходят увеличение объемов производства молока в сельскохозяйственных организациях и одновременное сокращение поголовья (таблица 1).

За период с 2021 по 2025 год поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий сократилось на 1989,6 тыс. голов в натуральном исчислении, или 11,3 % в относительном выражении. Только за последний год поголовье уменьшилось на 575,1 тыс. голов, что составило 3,5 %.

В большей степени это происходит за счет малых форм хозяйствования – хозяйств населения и крестьянских (фермерских) хозяйств. В сельскохозяйственных организациях уменьшение поголовья происходит более медленными темпами. За представленный период оно составило 7,1 %, или 569,7 тыс. голов, в том числе за последний год – 0,6 %, или 48,5 тыс. голов.

Аналогичная ситуация наблюдается и с поголовьем коров. Сокращение составило 823,8 тыс. голов, или 10,6 %, в том числе в сельскохозяйственных организациях 213,9 тыс. голов, или 6,4 %. В результате доля сельскохозяйственных организаций в структуре стада за это время выросла с 45,2 % до 47,3 %, в том числе коров – с 41,5 % до 43,2 %.

На фоне уменьшения поголовья коров происходит незначительное увеличение объемов производства молока. В хозяйствах всех категорий за 2021–2025 годы оно выросло на 5,8 %, или 1867,8 тыс. тонн. В сельскохозяйственных организациях наблюдается более значительное увеличение, которое в целом за пять лет составило 18,5 %, или 3368,1 тыс. тонн.

Рост производства происходит за счет повышения удоя молока от одной коровы на основе внедрения инновационных технологий и технического развития отрасли, улучшения кормления и обновления породного состава поголовья. Среднегодовой удой молока на 1 корову в хозяйствах всех категорий за это время вырос на 17,7 %, или 882,4 кг, составив в 2025 году 5870 кг. Продуктивность в сельскохозяйственных организациях выросла еще более значительно. Прирост удоя коров составил 26,4 %, или 568,2 кг, а его абсолютная величина в 2025 году – 8858 кг.

Развитие отрасли происходит неравномерно, что сказывается на пространственной структуре размещения производства. Если в Центральном, Северо-Западном, Северо-Кавказском и Приволжском федеральных округах наблюдается уверенный рост (на 11,2 %, 13,4 %, 10,8 %, 10,0 % соответственно), то на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке фиксируется снижение объемов производства (на 3,3 %, 6,6 %, 8,1 % соответственно). Это усугубляет зависимость потребления конечной продукции от межрегионального обмена и дополнительных логистических издержек.

Таблица 1

**Поголовье крупного рогатого скота, продуктивность и объемы производства молока в РФ**

| Показатели | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2025 г. |
|---|---|---|---|---|---|
| Поголовье крупного рогатого скота, на конец года, тыс. гол. | 17 649,6 | 17 489,0 | 17 074,1 | 16 235,1 | 15 660,0 |
| в т. ч. сельскохозяйственные организации | 7 978,6 | 7 959,7 | 7 802,2 | 7 457,3 | 7 408,8 |
| Поголовье коров, тыс. гол. | 7 783,6 | 7 734,7 | 7 548,4 | 7 222,0 | 6 959,8 |
| в т. ч. сельскохозяйственные организации | 3 227,5 | 3 227,4 | 3 147,5 | 3 028,6 | 3 013,6 |
| Производство молока, тыс. т | 32 339,3 | 32983,8 | 33 810,6 | 34 034,8 | 34 207,1 |
| в т. ч. сельскохозяйственные организации | 18 161,5 | 19 013,4 | 20 091,4 | 20 711,2 | 21 529,6 |
| Надой молока на 1 корову, кг | 4 988 | 5 194 | 5 322 | 5 518 | 5 870* |
| в т. ч. сельскохозяйственные организации | 7 007 | 7 440 | 7 911 | 8 290 | 8 858* |

*Примечание. * По данным Росстата за январь – декабрь, без учета корректировки по итогам года.*

*Table 1*

***Cattle population, productivity and milk production volumes in the Russian Federation***

| *Indicators* | *2021* | *2022* | *2023* | *2024* | *2025* |
|---|---|---|---|---|---|
| *Number of cattle, at the end of the year, thousand heads* | *17 649.6* | *17 489.0* | *17 074.1* | *16 235.1* | *15 660.0* |
| *including agricultural organizations* | *7 978.6* | *7 959.7* | *7 802.2* | *7 457.3* | *7 408.8* |
| *Number of cows, thousand heads* | *7 783.6* | *7 734.7* | *7 548.4* | *7 222.0* | *6 959.8* |
| *including agricultural organizations* | *3 227.5* | *3 227.4* | *3 147.5* | *3 028.6* | *3 013.6* |
| *Milk production, thousand tons* | *32 339.3* | *32983.8* | *33 810.6* | *34 034.8* | *34 207.1* |
| *including agricultural organizations* | *18 161.5* | *19 013.4* | *20 091.4* | *20 711.2* | *21 529.6* |
| *Milk yield per 1 cow, kg* | *4 988* | *5 194* | *5 322* | *5 518* | *5 870** |
| *including agricultural organizations* | *7 007* | *7 440* | *7 911* | *8 290* | *8 858** |

*Note. * According to Rosstat data for January – December, excluding year-end adjustments.*

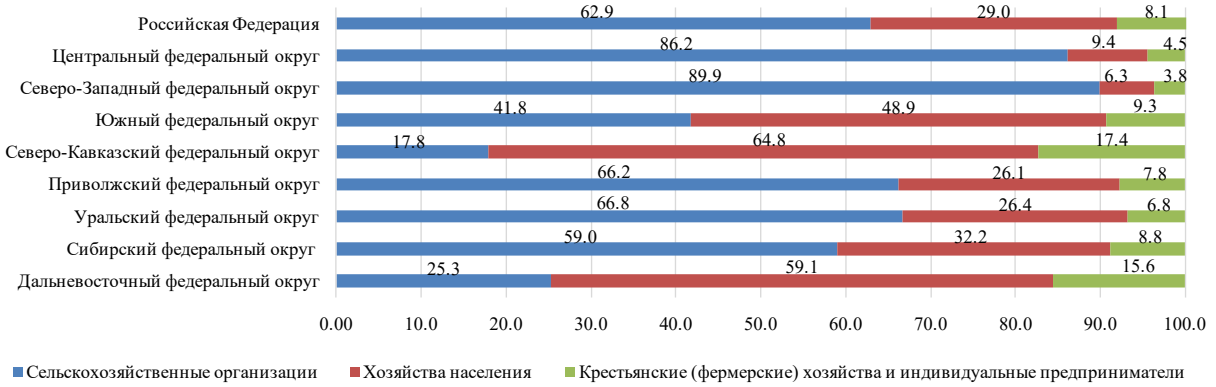



*Рис. 1. Пространственная структура производства молока по категориям хозяйств, 2025 г.*
*Источник: составлено авторами на основе данных Росстата (https://rosstat.gov.ru/)*

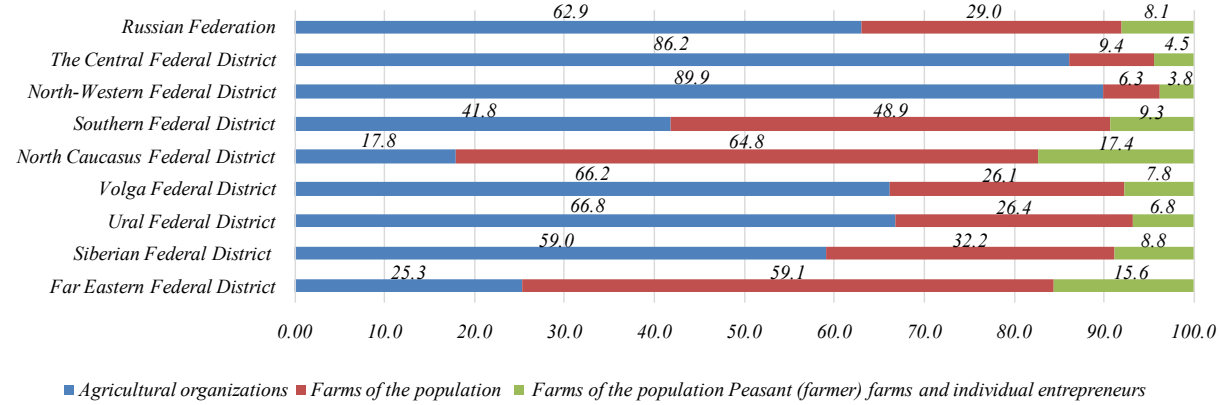



*Fig. 1. Spatial structure of milk production by categories of farms, 2025*
*Source: compiled by the authors based on Rosstat data (https://rosstat.gov.ru /)*

Основными производителями молока в большинстве федеральных округов РФ являются сельскохозяйственные организации (рис. 1).

За прошедшие пять лет их удельный вес в структуре производства в среднем вырос на 6,9 п. п. Наибольший прирост данной формы хозяйствования зафиксирован в Южном (+7,4 п. п.), Приволжском (+8,4 п. п.) и Дальневосточном (9,7 п. п.) федеральных округах.

По данным за 2025 год, наибольший удельный вес данной категории хозяйств сформирован в Центральном (86,2 %) и Северо-Западном (89,9 %) федеральных округах. Промежуточное положение занимают Приволжский (66,2 %), Уральский (66,8 %) и Сибирский (59 %) федеральные округа. Наименьшую долю общественного сектора имеют два федеральных округа: Северо-Кавказский (17,8) и Дальневосточный (25,3%).

При этом в 10 регионах удельный вес сельскохозяйственных организаций составляет 90 % и более. Это Владимирская (95,5 %), Вологодская (96,4 %), Калужская (96,4 %), Кировская (96,7 %), Рязанская (93,7 %), Ярославская (93,5 %) области, Республика Карелия (93,5 %), Архангельская (90,3 %), Ленинградская (93,9 %) и Мурманская (90,4 %) области.

В некоторых субъектах доля организаций составляет менее 10 %. Это Карачаево-Черкессия (7,8 %), республики Алтай (7,1 %), Бурятия (4,2 %), Ингушетия (3,5 %), Северная Осетия – Алания (3,1 %), Тыва (2,6 %), Забайкальский край (0,1 %).

Размещение молочного скотоводства определяется особенностями природно-климатических и экономических условий регионов, которые определяют возможности обеспечения эффективного производства молока, одновременно оказывая влияние на структуру потребления и конъюнктуру рынка, включая уровень и динамику цен в регионах.

Несмотря на давление неблагоприятных макроэкономических факторов (рост цен на энергоносители, оборудование и корма), отрасль демонстрирует положительную динамику рентабельности. По данным портала TEST FIRM, медианное значение уровня рентабельности продаж сырого коровьего молока сельскохозяйственными организациями с 2021 по 2025 год выросло с 1,7 % до 11,4 %. Прирост составил существенные 9,7 п. п., в т. ч. только за 2025 год – 8 п. п. Наибольший прирост и, соответственно, достигнутый уровень рентабельности получен крупными предприятиями, где по итогам 2025 года он составил 26,1 %. В секторе средних предприятий рентабельность продаж молока составила только 8,3 %, снизившись по отношению к предыдущему году на 0,5 п. п., в секторе малых предприятий – 12,3 % с приростом за год на 2,8 п. п.

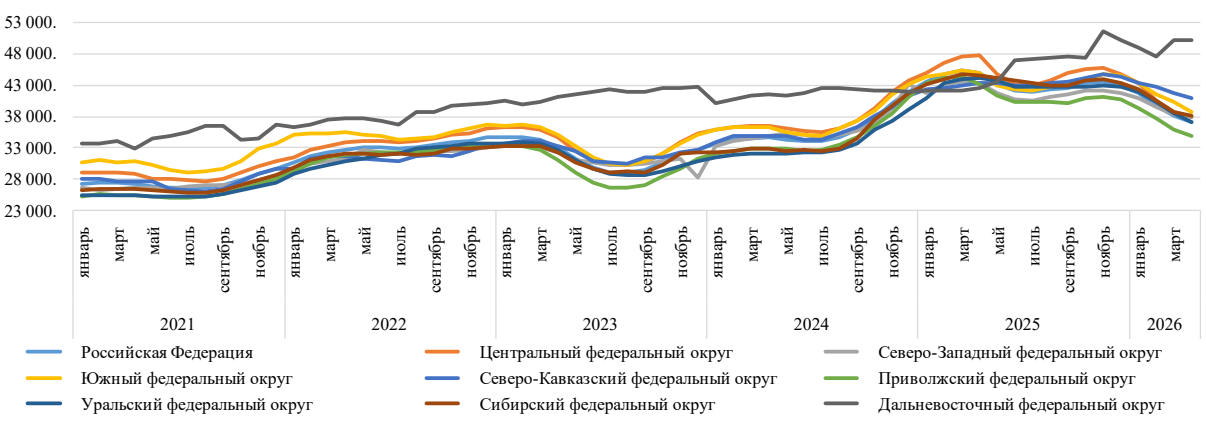



*Рис. 2. Динамика цен на молоко, реализуемого сельскохозяйственными организациями*
*Источник: составлено авторами на основе данных Росстата (https://rosstat.gov.ru/)*

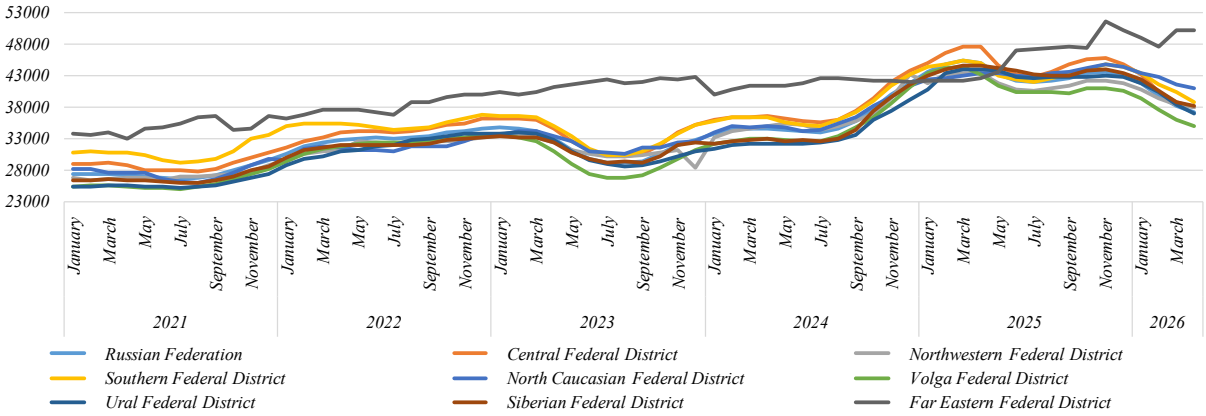



*Fig. 2. The dynamics of milk prices sold by agricultural organizations*
*Source: compiled by the authors based on Rosstat data (https://rosstat.gov.ru/)*

Основным фактором роста рентабельности выступила наблюдаемая положительная динамика цен на молоко, особенно в течение второй половины 2024 года и начале 2025 года (рис. 2).

Средняя цена 1 т сырого молока, реализованного сельскохозяйственными организациями РФ, выросла с 27 451,27 руб. в 2021 году до 43 362,35 руб. в 2025 году. Темп прироста составил 58 %, что в абсолютном выражении составило 15 911,08 рубля. Только за период с 2024 по 2025 год среднегодовой уровень цен увеличился на 7 561,47 руб., или 21,1 %, что существенно выше темпов инфляции в стране.

Наибольшими темпами на фоне снижения объемов производства растут цены на Урале и в Сибири. Индекс роста в течение пяти лет здесь составил 167,1 % и 164,3 %, в том числе только за последний год – 128,3 % и 127,2 % соответственно. Самый медленный рост цен зафиксирован на Дальнем Востоке (+31,2 %) и в Южном федеральном округе (+42,6 %).

Рост закупочных цен улучшает возможности производителей покрывать растущую себестоимость (корма, энергия, зарплаты) и формировать прибыль для реинвестирования в развитие: строительство новых ферм, закупку оборудования и обновление поголовья. В то же время опережающий рост цен на какай-либо товар (в данном случае – молоко) сокращает потребительскую способность населения приобретать этот товар, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на емкости рынка. Она в лучшем случае при прочих равных условиях не растет, а в худшем сокращается.

Подобная ситуация в результате формирует так называемый «парадокс перепроизводства», когда рост производства опережает платежеспособный спрос, что приводит к кризису перепроизводства и падению цен. Для переработчиков это выгодно, но для животноводов катастрофично: постоянные затраты остаются высокими, а доходы падают. Это запускает негативный цикл: низкий спрос → снижение цены → сокращение инвестиций и поголовья → падение предложения → последующий рост цен. Нечто подобное наблюдается в 2026 году, когда цена на сырое молоко снизилась на 10,8 % – с 41 696,51 руб. за 1 т в январе до 37 178,7 руб. в апреле.

Интервальные и различные по темпам тенденции изменения цен формируют высокий уровень их пространственной дифференциации (таблица 2).

Таблица 2

**Статистические параметры пространственной дифференциации цены 1 т молока, реализуемого сельскохозяйственными организациями, 2025 год**

| Федеральные округа | Среднее | Медиана | Стандартное отклонение | Асимметрия | Диапазон | Минимум | Максимум |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Центральный | 45 138,71 | 44 541,01 | 3 183,60 | 0,002 | 9 912,04 | 39 501,03 | 49 413,07 |
| Северо-Западный | 41 945,1 | 41 865,91 | 19 573,64 | 2,909 | 74 348,36 | 27 966,47 | 102 314,83 |
| Южный | 43 842,92 | 42 161,52 | 1 581,44 | 0,112 | 4 313,83 | 40 108,26 | 44 422,09 |
| Северо-Кавказский | 43 339,91 | 39 764,89 | 6 943,06 | –1,815 | 19 777,63 | 24 727,44 | 44 505,07 |
| Приволжский | 41 683,7 | 42 032,56 | 1 619,66 | –0,110 | 5 772,83 | 38 915,62 | 44 688,45 |
| Уральский | 42 976,46 | 44 013,64 | 7 150,76 | 1,999 | 18 895,69 | 41 288,25 | 60 183,94 |
| Сибирский | 43 699,73 | 42 449,26 | 4 273,81 | 0,154 | 13 421,16 | 36 591,40 | 50 012,56 |
| Дальневосточный | 45 677,27 | 47 216,63 | 12 388,08 | 1,332 | 38 315,03 | 39 419,94 | 77 734,97 |
| Российская Федерация | 43 707,65 | 42 243,05 | 10 062,26 | 3,075 | 77 587,39 | 24 727,44 | 102 314,83 |

*Источник: рассчитано авторами на основе данных Росстата (https://rosstat.gov.ru/).*

*Table 2*

***Statistical parameters of spatial differentiation of price of 1 ton of milk sold by agricultural organizations, 2025***

| *Federal districts* | *Average* | *Median* | *Standard deviation* | *Skewness* | *Range* | *Minimum* | *Maximum* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Central* | *45 138.71* | *44 541.01* | *3 183.60* | *0.002* | *9 912.04* | *39 501.03* | *49 413.07* |
| *North-Western* | *41 945.1* | *41 865.91* | *19 573.64* | *2.909* | *74 348.36* | *27 966.47* | *102 314.83* |
| *Southern* | *43 842.92* | *42 161.52* | *1 581.44* | *0.112* | *4 313.83* | *40 108.26* | *44 422.09* |
| *North Caucasus* | *43 339.91* | *39 764.89* | *6 943.06* | *–1.815* | *19 777.63* | *24 727.44* | *44 505.07* |
| *Volga* | *41 683.7* | *42 032.56* | *1 619.66* | *–0.110* | *5 772.83* | *38 915.62* | *44 688.45* |
| *Ural* | *42 976.46* | *44 013.64* | *7 150.76* | *1.999* | *18 895.69* | *41 288.25* | *60 183.94* |
| *Siberian* | *43 699.73* | *42 449.26* | *4 273.81* | *0.154* | *13 421.16* | *36 591.40* | *50 012.56* |
| *Far Eastern* | *45 677.27* | *47 216.63* | *12 388.08* | *1.332* | *38 315.03* | *39 419.94* | *77 734.97* |
| *Russian Federation* | *43 707.65* | *42 243.05* | *10 062.26* | *3.075* | *77 587.39* | *24 727.44* | *102 314.83* |

*Source: calculated by the authors based on Rosstat data (https://rosstat.gov.ru/).*

Наиболее благоприятный для производителей уровень цен сложился на агропродовольственных рынках Центрального федерального округа, где средняя цена на молоко составила 45 138,71 руб. за 1 т, Сибирского (43 699,73 руб.), Южного (43 842,92 руб.) и Дальневосточного (45 677,27 руб.) федеральных округов. Регионы этих федеральных округов отличает также высокий уровень медианного значения цены. Наименее благоприятный уровень цен – в Северо-Западном (41 945,10 руб.) и Приволжском (41 683,7 руб.) федеральных округах.

Высокая пространственная неоднородность цен на рынке молока фиксируется в разрезе не только федеральных округов, но и отдельных субъектов федерации.

Максимальный диапазон пространственной дифференциации имеют регионы Северо-Западного и Дальневосточного федеральных округов, где он составляет 74 348,36 руб. и 77 587,39 руб. соответственно. Здесь наблюдаются самые высокие значения максимума цен в разрезе регионов (102 314,83 руб. и 77 734,97 руб.), определяющие и наивысшие параметры размаха вариации и стандартного отклонения.

Относительно более равномерным разбросом цен отличаются регионы четырех федеральных округов: Центрального, Южного, Приволжского и Сибирского. В них наблюдаются минимальные значения стандартного отклонения, асимметрии и размаха вариации, что свидетельствует о более однородных социально-экономических условиях в них.

Для оценки важности факторов, влияющих на формирование цены на региональном уровне, была использована нейросетевая модель на основе MLP. Для построения аналитической модели был сформирован массив данных из показателей, потенциально способных оказывать влияние на величину цены. Входными факторами модели выбраны следующие параметры: потребление молока и молочных продуктов, кг на душу населения в год (VAR00001); площадь территории, тыс. км$^2$ (VAR00002); численность населения на 1 января 2024 года, тыс. человек (VAR00003); среднегодовая численность занятых, тыс. человек (VAR00004); среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб.

(VAR00005); потребительские расходы в среднем на душу населения (в месяц), руб. (VAR00006); среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб. (VAR00007); суммарный коэффициент рождаемости, число детей (VAR00008); удельный вес городского населения (VAR00009); соотношение мужчин и женщин (VAR00010); доля населения моложе трудоспособного возраста, % (VAR00011); доля населения в трудоспособном возрасте, % (VAR00012); доля населения старше трудоспособного возраста, % (VAR00013); валовой надой, т (VAR00014); поголовье коров, голов (VAR00015); удельный вес производства молока сельскохозяйственными организациями, % (VAR00016); удой молока на 1 корову, кг (VAR00017). Выходной координатой модели является цена 1 т молока, руб. (VAR00018).

Пропуски данных локализованы посредством визуальной проверки в Data View. Для повышения устойчивости системы и снижения неопределенности в прогнозах проведена множественная импутация данных посредством реализации процедуры Impute Missing Data Values в SPSS.

С целью устранения возможных смещений результатов данные с различными масштабами признаков, не в равной степени влияющие на подбор модели, были нормализованы методом стандартного масштабирования: все признаки приведены к диапазону от 0 до 1. Нормализация гарантирует, что ни одна характеристика, особенно агрономическая, не влияет непропорционально на процесс обучения, что позволяет модели оценивать каждый предиктор на справедливой статистической основе во время обучения.

На базе сформированного обучающего массива данных по 78 регионам (с учетом выбросов) проведено обучение и тестирование нейросетевых моделей на основе многослойного перцептрона. Набор данных разделен на два отдельных подмножества в соответствии с принципами тестирования и обучения. Около 70 % данных предназначены для обучения, а оставшиеся 30 % – для проверки работоспособности модели. В результате было построено несколько рабочих моделей, каждая из которых продемонстрировала различные метрики качества. С целью оценки качества обучения моделей использовались стандартные метрики точности. Лучшие характеристики продемонстрировала модель на основе трехслойного перцептрона, состоящая из 11 единиц скрытого слоя. Общее количество нейронов модели – 1065. Функции активации скрытого слоя реализованы на основе гиперболического тангенса, выходного слоя – на основе тождества. Регуляризация реализована с помощью дропаута с коэффициентом +0,5. Зависимая переменная – цена 1 т молока, реализованного сельскохозяйственными организациями (VAR00018).

Сводка метрик лучшей нейросетевой модели приведена в таблице 3.

Обучение базовой многослойной нейронной сети с перцептроном сводится к минимизации функции ошибок путем многократного обновления весов. Средняя относительная ошибка лучшей модели составила 0,001. Это означает, что ожидаемое значение не соответствуют истинному значению в среднем на 0,1 % и модель эффективно использует информацию независимых переменных для прогнозирования.

Построенная нейросетевая модель анализа пространственной неоднородности цен на рынке молока позволила локализовать относительную важность признаков формирования цены реализации молока в процессе прогнозирования на региональных рынках (рис. 3).

Таблица 3

**Значения метрик модели MLP нейронной сети**

| **Сводка для модели** | | |
|---|---|---|
| Параметры обучения | Ошибка: сумма квадратов | 0,033 |
| | Относительная ошибка | 0,001 |
| | Используемое правило остановки | Получен критерий отношения погрешности обучения (0,001) |
| | Время обучения | 00:00,75 |

*Примечание. Зависимая переменная – VAR00018.*
*Источник: расчеты авторов.*

*Table 3*

***Metric values of the MLP neural network model***

| ***Summary for the model*** | | |
|---|---|---|
| *Training parameters* | *Error: sum of squares* | *0.033* |
| | *Relative error* | *0.001* |
| | *The stopping rule used* | *Criterion of the learning error ratio (0.001) was obtained* |
| | *Training time* | *00:00.75* |

*Note. Dependent variable – VAR00018.*
*Source: the authors' calculations.*

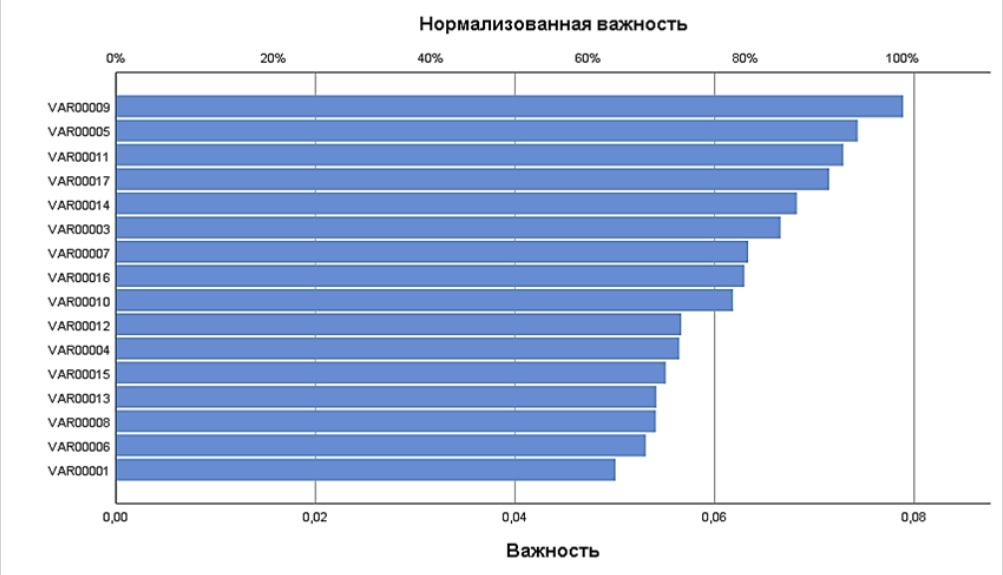



*Рис. 3. Важность независимых факторов в процессе прогнозирования цены реализации молока*
*Источник: расчеты авторов*

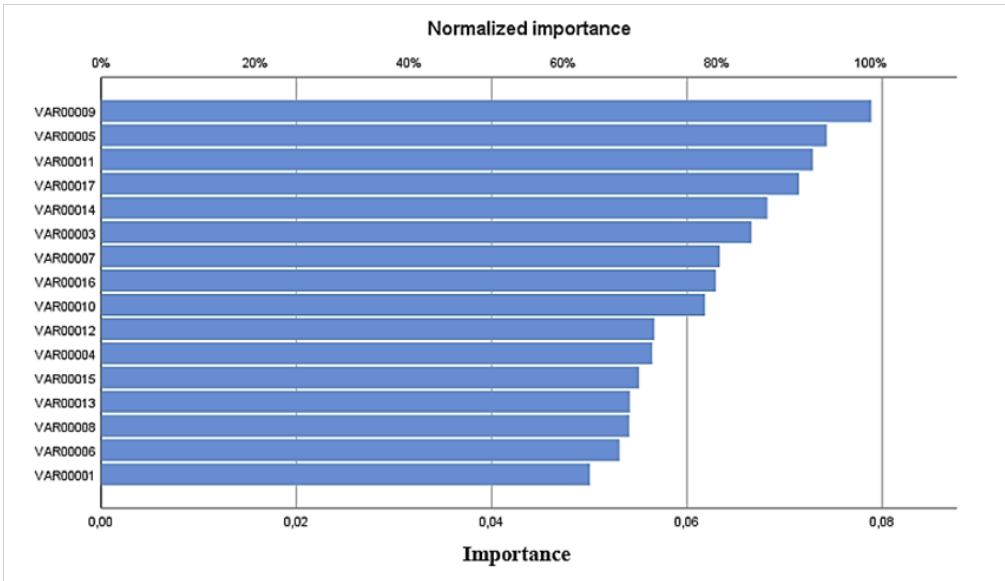



*Fig. 3. The importance of independent factors in the process of forecasting milk sales prices*
*Source: the authors' calculations*

Такими факторами на региональном уровне выступают удельный вес городского населения (VAR00009, *NI* = 0,079), среднедушевые денежные доходы (VAR00005, *NI* = 0,074), доля населения моложе трудоспособного возраста (VAR00011, *NI* = 0,073), удой молока на 1 корову (VAR00017, *NI* = 0,071), численность населения региона (VAR00003, *NI* = 0,067) и валовой надой молока в регионе (VAR00014, *NI* = 0,068). Численность и структурные показатели населения формируют целевую аудиторию потребителей молока, среднедушевые денежные доходы влияют на потенциальную величину платежеспособности населения, удой молока на 1 корову косвенно определяет уровень себестоимости продукции, а валовой надой отражает объемы предложения молока на рынке.

Именно эти факторы могут служить основой прогнозирования при аппроксимации значений цен на сырое молоко, реализуемое сельскохозяйственными организациями, и одновременно предикторами совершенствования конъюнктуры рынка. Остальные факторы имеют меньшее значение для формирования цены, хотя сбрасывать их со счетов в процессе экономического анализа и прогнозирования не следует.

Визуально фактические и смоделированные ожидаемые значения потенциала устойчивого развития сельского хозяйства представлены на рисунке 4.

Поле распределения совокупностей фактических данных и предсказанных значений цены указывает на непосредственную и, вероятно, линей-

ную связь между представленными значениями. Данные имеют относительно низкий уровень дисперсии; фактическое смещение цены наблюдается в сторону как повышения, так и снижения от ожидаемых значений. Коэффициент корреляции Пирсона фактических и прогнозных значений 0,997 с уровнем значимости $p = 0{,}0001$.

Цены не формируются сами по себе: их уровень является отражением сложившейся рыночной ситуации. Рассмотренные факторы являются элементами внешней среды и являются экзогенными по своей сути по отношению к производителям молока. Они оказывают существенное воздействие на формирование конъюнктуры рынка, но повлиять на них отдельные товаропроизводители не в состоянии. Они могут в большей или меньшей степени учесть, спрогнозировать действие этих факторов при формировании и достижении поставленных целей.

Понимание факторов ценообразования на региональных рынках молока – это не просто инструмент прогнозирования, а фундаментальная необходимость для выживания и развития всей цепочки молочной индустрии. Прогноз цен служит основой любого бизнес-планирования и операционных решений. Если прогноз указывает на стагнацию или падение цен, логично вкладываться в снижение себестоимости, а не в расширение производства. Это позволяет компаниям заранее планировать закупки кормов, удобрений и других ресурсов, искать новые рынки сбыта и диверсифицировать производство.

В то же время на региональном и федеральном уровнях рассмотренные факторы являются эндогенными по своему характеру проявления, т. е. теми, на которые государство может и должно оказывать влияние с целью стабилизации рынков и сглаживания ценовых шоков. Прогноз цен должен служить основой разработки мер субсидирования производства молока, льготного кредитования и государственной поддержки инвестиций.

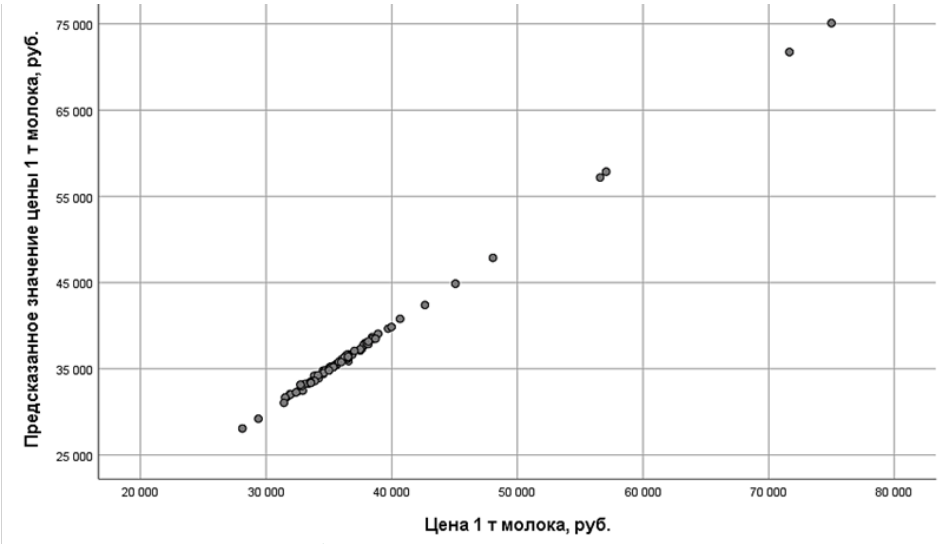



*Рис. 4. Фактические и ожидаемые значения цены реализации молока в регионах РФ*
*Источник: расчеты авторов*

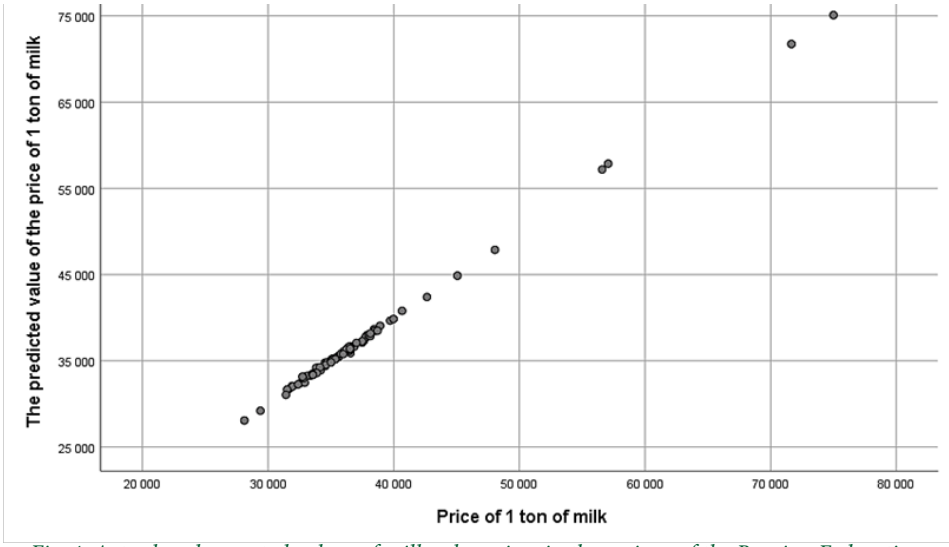



*Fig. 4. Actual and expected values of milk sales prices in the regions of the Russian Federation*
*Source: the authors' calculations*

## Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенный анализ показывает сложную взаимозависимость между ценами на молоко и развитием скотоводства. Высокие цены необходимы для покрытия растущей себестоимости, но их чрезмерный рост бьет по потребителю и перерабатывающей промышленности. Низкие же цены лишают производителей средств для инвестиций, приводя к деградации молочного скотоводства. В последние годы в России наблюдается увеличение объемов производства молока в сельскохозяйственных организациях и одновременное сокращение поголовья. В стратегии развития товаропроизводители ориентируются преимущественно на экономию затрат и снижение себестоимости.

Оценка статистических параметров пространственной дифференциации свидетельствует о существенной неоднородности не только среди федеральных округов, но и внутри каждого из них. Максимальный диапазон дифференциации имеют регионы Северо-Западного и Дальневосточного федеральных округов, где самые высокие значения размаха вариации и асимметрии цен. Относительно более равномерным разбросом цен отличаются регионы четырех федеральных округов: Центрального, Южного, Приволжского и Сибирского, – в которых наблюдаются минимальные значения стандартного отклонения, асимметрии и размаха вариации, что свидетельствует о более однородных социально-экономических условиях.

Наиболее значимое влияние на уровень цен регионального рынка сырого молока оказывают удельный вес городского населения, среднедушевые денежные доходы, доля населения моложе трудоспособного возраста, удой молока на 1 корову, численность населения региона и валовой надой молока в регионе. Именно эти факторы могут служить основой прогнозирования при аппроксимации значений цен на сырое молоко, реализуемое сельскохозяйственными организациями, а также предикторами совершенствования конъюнктуры рынка.

## Библиографический список


1. Шарапова Н. В., Шарапова В. М., Шарапов Ю. В. Господдержка сельхозтоваропроизводителей и ее роль в развитии молочного скотоводства // АПК: экономика, управление. 2022. № 11. С. 74–80. DOI: 10.33305/2211-74.

2. Святова О. В., Добринова Т. В., Наджафова М. Н. [и др.]. Эффективность организаций молочной отрасли Курского региона // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 7. С. 109–116.

3. Листов Б. Генетика и инвестиции: что необходимо для развития молочной отрасли [Электронный ресурс] // РБК. 5 февраля 2026. URL: https://www.rbc.ru/industries/news/6981e70a9a79474a1d1455e1 (дата обращения: 05.06.2026).

4. Наседкина Т. И., Черных А. И., Демешева И. А. Учетно-аналитическая информация как основа управления себестоимостью продукции молочного скотоводства // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2024. № 1 (41). С. 85–92.

5. Соболев О. С. Территориально-экономическая модель рентабельности производства молока в регионах России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 4. С. 20–26. DOI: 10.31442/0235-2494-2024-0-4-20-26.

6. Овсянко Л. А., Майер Р. В. Оценка эффективности производства и реализации молока в регионе на основе факторной модели // Продовольственная политика и безопасность. 2025. Т. 12, № 1. С. 171–182. DOI: 10.18334/ppib.12.1.122658.

7. Schorr A., Lips M. Influence of milk yield on profitability – a quantile regression analysis // Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101, Iss. 9. Pp. 8350–8368. DOI: 10.3168/jds.2018-14434.

8. Александрова Н. Р., Субаева А. К., Мавлиева Л. М., Титов Н. Л. Тенденции и перспективы развития производства молока // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15, № 1 (57). С. 94–98. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-94-98.

9. Hanrahan L., McHugh N., Hennessy T., Moran B., Kearney R., Wallace M., Shalloo L. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production // Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101, Iss. 6. Pp. 5474–5485. DOI: 10.3168/jds.2017-13223.

10. Ситникова О. В., Филимонова Ю. Н., Воробьев С. П., Воробьева В. В. Статистический анализ финансовых результатов организаций производства молочной продукции Алтайского края // Вопросы статистики. 2024. Т. 31, № 1. С. 43–54. DOI: 10.34023/2313-6383-2024-31-1-43-54.

11. Измалков А. А., Шилова Н. П. Животноводство Воронежской области: современное состояние, проблемы и направления их решения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 4 (79). С. 185–195. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_4_185.

12. Кибкало Л. И. Перспективы развития молочного скотоводства в Центрально-Черноземном регионе // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2020. № 4 (18). С. 117–123.

13. Цыбина В. В., Святова О. В., Ноздрачева Е. Н. Эффективность интенсификации производства молока // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 9. С. 229–233.

14. Аванесян Д. Н. Факторы экономической эффективности отечественного молочного скотоводства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 100. С. 15–21. DOI: 10.21515/1999-1703-100-15-21.

15. Скворцова Е. Г., Чепуштанова О. В. Влияние роботизированного доения коров на эффективность производства молока // Аграрный вестник Урала. 2022. № 1 (216). С. 66–75. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-66-75.

16. Терновых К. С., Китаев Ю. А. Оценка эффективности функционирования молочного скотоводства в сельскохозяйственных организациях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 3 (70). С. 141–146. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_3_141.

17. Воробьев С. П., Макулова А. Т. Моделирование рентабельности производства сельскохозяйственных организаций в составе агрохолдингов региона // Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров. 2020. № 7. С. 75–79.

18. Грибкова А. В. Оценка развития и размещения молочного скотоводства в регионе // Финансовый менеджмент. 2024. № 6. С. 35–46.

19. Олейник А. Н., Тонкая А. В. Анализ эффективности молочного животноводства (на примере АО фирма «Агрокомплекс») // Заметки ученого. 2021. № 11-1. С. 161–166.

20. Wolf C. A. Understanding the milk-to-feed price ratio as a proxy for dairy farm profitability // Journal of Dairy Science. 2010. Vol. 93, Iss. 10. Pp. 4942–4948. DOI: 10.3168/jds.2009-2998.

21. Васильева О. Г., Деревянных Е. А. Моделирование и прогнозирование цены на молоко в регионе (на примере Чувашской Республики) // Экономика сельского хозяйства России. 2023. № 8. С. 95–101. DOI: 10.32651/238-95.

22. Светлов Н. М., Маслова В. В., Зарук Н. Ф. Анализ цен производителей в сценариях поддержки инвестиций в молочное скотоводство // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2025. № 12 (131). С. 56–67. DOI: 10.33938/2512-56.

23. Guo Y., Tang D., Tang W., Yang S., Tang Q., Feng Y., Zhang F. Agricultural price prediction based on combined forecasting model under spatial-temporal influencing factors // Sustainability (Switzerland). 2022. Vol. 14, No. 17. DOI: 10.3390/su141710483.

24. Молочное животноводство: первый шаг на пути интенсификации производства (пресс-конференция В. В. Лабинова) // Молочная промышленность. 2013. № 2. С. 4–6.

25. Espinoza-Sandoval O. R., Calsamiglia S. Modeling the profitability of investing in cooling systems in dairy farms under several intensities of heat stress in the Mediterranean // Journal of Dairy Science. 2023. Vol. 106, Iss. 8. Pp. 5485–5500. DOI: 10.3168/jds.2022-22816.

26. Грудкина М. А. Совершенствование системы государственной поддержки молочного скотоводства: дис. … канд. экон. наук. Москва, 2019, 212 с.

27. Chatterjee A., Saha J., Mukherjee J. Clustering with multi-layered perceptron // Pattern Recognition Letters. 2022. No. 155. Pp. 92–99. DOI: 10.1016/j.patrec.2022.02.009

28. Shang Y., Liu X., Zhang H., Sun Y., Huang L., Guo J. Regional marine geoid modelling by integrating multi-source marine geodetic data with multi-layer perceptron method // Advances in Space Research. 2026. Vol. 77, No. 4. Pp. 4489–4505. DOI: 10.1016/j.asr.2025.12.016.

29. Дубовицкий А. А., Климентова Э. А., Бабкина Е. С. Подходы и информационная составляющая экономического прогнозирования с использованием искусственных нейронных сетей // Экономика сельского хозяйства России. 2026. № 2. С. 67–73. DOI: 10.32651/262-67.

30. Дубовицкий А. А., Климентова Э. А., Бабкина Е. С. Теоретико-методические основы нейросетевого прогнозирования параметров функционирования агропродовольственной системы // Journal of New Economy. 2025. Т. 26, № 3. С. 124–146. DOI: 10.29141/2658-5081-2025-26-3-7.

31. Dubovitski A. A., Klimentova E. A., Rogov M. A. Applicability of machine learning models using a neural network for predicting the parameters of the development of food markets // Journal of Process Management and New Technologies. 2022. Vol. 10, No. 3-4. Pp. 93–105. DOI: 10.5937/jpmnt10-41317.

32. Воробьев С. П., Воробьева В. В., Клецкова Е. В., Савченко А. С. Тенденции пространственного размещения и эффективности производства молока в Алтайском крае // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 4 (83). С. 251–260. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_4_251.

***Об авторах:***

**Александр Алексеевич Дубовицкий**, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики и коммерции, заведующий научно-исследовательской лабораторией экономического прогнозирования,

Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Тамбовская область, Россия; ORCID 0000-0003-4542-1119, AuthorID 315247. *E-mail: daa1-408@yandex.ru*

**Эльвира Анатольевна Климентова**, доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и коммерции, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории экономического прогнозирования, Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Тамбовская область, Россия; ORCID 0000-0001-7628-7181, AuthorID 343886. *E-mail: klim1-408@yandex.ru*

**Владислав Александрович Шацкий**, аспирант, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории экономического прогнозирования, Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Тамбовская область, Россия; ORCID 0009-0006-0354-8022, AuthorID 1224845. *E-mail: site.mgau@yandex.ru*

## References

1. Sharapova N. V., Sharapova V. M., Sharapov Yu. V. State support for agricultural producers and its role in the development of dairy cattle breeding. *AIC: Economics, Management*. 2022; 11: 74–80. DOI: 10.33305/2211-74. (In Russ.)

2. Svyatova O. V., Dobrinova T. V., Nadzhafova M. N., et al. Efficiency of organizations in the dairy industry of the Kursk region. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021; 7: 109–116. (In Russ.)

3. Listov B. Genetics and investments: what is necessary for the development of the dairy industry. *RBC*. February 5, 2026 [Internet] [cited 2026 May 06]. Available from: https://www.rbc.ru/industries/news/6981e70a9a79474a1d1455e1. (In Russ.)

4. Nasedkina T. I., Chernykh A. I., Demesheva I. A. Accounting and analytical information as a basis for managing the cost of dairy cattle production. *Innovations in Agriculture: Problems and Prospects*. 2024; 1 (41): 85–92. (In Russ.)

5. Sobolev O. S. Territorial and economic model of profitability of milk production in the regions of Russia. *Economics of Agricultural and Processing Enterprises*. 2024; 4: 20–26. DOI: 10.31442/0235-2494-2024-0-4-20-26. (In Russ.)

6. Ovsyanko L. A., Mayer R. V. Evaluation of the efficiency of milk production and sale in the region based on a factor model. *Food Policy and Safety*. 2025; 12 (1): 171–182. DOI: 10.18334/ppib.12.1.122658. (In Russ.)

7. Schorr A., Lips M., Influence of milk yield on profitability – a quantile regression analysis. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101 (9): 8350–8368. DOI: 10.3168/jds.2018-14434.

8. Aleksandrova N. R., Subaeva A. K., Mavlieva L. M., Titov N. L. Trends and prospects of milk production development. *Bulletin of Kazan State Agrarian University.* 2020; 15 (7): 94–98. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-94-98. (In Russ.)

9. Hanrahan L., McHugh N., Hennessy T., Moran B., Kearney R., Wallace M., Shalloo L. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101 (6): 5474–5485. DOI: 10.3168/jds.2017-13223.

10. Sitnikova O. V., Filimonova Yu. N., Vorobyev S. P., Vorobyeva V. V. Statistical analysis of financial results of dairy production organizations in the Altai Territory. *Statistical Issues*. 2024; 31 (1): 43–54. DOI: 10.34023/2313-6383-2024-31-1-43-54. (In Russ.)

11. Izmalkov A. A., Shilova N. P. Animal husbandry of the Voronezh region: current state, problems and directions of their solution. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University.* 2023; 16 (4): 185–195. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_4_185. (In Russ.)

12. Kibkalo L. I. Prospects for the development of dairy cattle breeding in the Central Chernozem region. *Actual Issues of Agricultural Biology*. 2020; 4 (18): 117–123. (In Russ.)

13. Tsybina V. V., Svyatova O. V., Nozdracheva E. N. Efficiency of milk production intensification. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2023; 9: 229–233. (In Russ.)

14. Avanesyan D. N. Digitalization as an efficiency factor in the domestic dairy cattle breeding. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022; 100: 15–21. DOI: 10.21515/1999-1703-100-15-21. (In Russ.)

15. Skvortsova E. G., Chepushtanova O. V. Influence of robotic milking of cows on milk production efficiency. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2022; 1 (216): 66–75. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-66-75. (In Russ.)

16. Ternov K. S., Kitaev Yu. A. Evaluation of the effectiveness of dairy cattle breeding in agricultural organizations of the Central Asian Republic. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2021; 14 (3): 141–146. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_3_141. (In Russ.)

17. Vorobyev S. P., Makulova A. T. Modeling the profitability of production of agricultural organizations as part of agricultural holdings in the region. *Economic Development of the Region: Management, Innovation, Personnel Training.* 2020; 7: 75–79. (In Russ.)

18. Gribkova A. V. Assessment of the development and placement of dairy cattle breeding in the region. *Financial Management*. 2024; 6: 35–46. (In Russ.)

19. Oleynik A. N., Tonkaya A. V. Analysis of the effectiveness of dairy farming (using the example of Agrocomplex JSC). *Notes of a Scientist*. 2021; 11-1: 161–166. (In Russ.)

20. Wolf C. A. Understanding the milk-to-feed price ratio as a proxy for dairy farm profitability. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93 (10): 4942–4948. DOI: 10.3168/jds.2009-2998.

21. Vasilyeva O. G., Derevyannyy E. A. Modeling and forecasting of milk prices in the region (on the example of the Chuvash Republic). *Economics of Agriculture in Russia.* 2023; 8: 95–101. DOI: 10.32651/238-95. (In Russ.)

22. Svetlov N. M., Maslova V. V., Zaruk N. F. Analysis of producer prices in scenarios to support investments in dairy cattle breeding. *Economics, Labor, Management in Agriculture.* 2025; 12 (131): 56–67. DOI: 10.33938/2512-56. (In Russ.)

23. Guo Y., Tang D., Tang W., Yang S., Tang Q., Feng,Y., Zhang F. Agricultural price prediction based on combined forecasting model under spatial-temporal influencing factors. *Sustainability (Switzerland).* 2022; 14 (17): 10483. DOI: 10.3390/su141710483.

24. Dairy farming: the first step towards production intensification (Press conference by V. V. Labinov). *Dairy Industry*. 2013; 2: 4–6. (In Russ.)

25. Espinoza-Sandoval O. R., Calsamiglia S. Modeling the profitability of investing in cooling systems in dairy farms under several intensities of heat stress in the Mediterranean. *Journal of Dairy Science*. 2023; 106 (8): 5485–5500. DOI: 10.3168/jds.2022-22816.

26. Grudkina M. A. *Improving the system of state support for dairy cattle breeding: dissertation ... candidate of economic sciences.* Moscow, 2019. 212 p. (In Russ.)

27. Chatterjee A., Saha J., Mukherjee J. Clustering with multi-layered perceptron. *Pattern Recognition Letters*. 2022; 155: 92–99. DOI: 10.1016/j.patrec.2022.02.009.

28. Shang Y., Liu X., Zhang H., Sun Y., Huang L., Guo J. Regional marine geoid modelling by integrating multi-source marine geodetic data with multi-layer perceptron method. *Advances in Space Research*. 2026; 77 (4): 4489–4505. DOI: 10.1016/j.asr.2025.12.016.

29. Dubovitskiy A. A., Klimentova E. A., Babkina E. S. Approaches and information component of economic forecasting using artificial neural networks. *Economics of Agriculture in Russia.* 2026; 2: 67–73. DOI: 10.32651/262-67. (In Russ.)

30. Dubovitskiy A. A., Klimentova E. A., Babkina E. S. Theoretical and methodological foundations of neural network forecasting of parameters of functioning of the agro-food system. *Journal of New Economy*. 2025; 26 (3): 124–146. DOI: 10.29141/2658-5081-2025-26-3-7. (In Russ.)

31. Dubovitski A. A., Klimentova E. A., Rogov M. A. Applicability of machine learning models using a neural network for predicting the parameters of the development of food markets. *Journal of Process Management and New Technologies.* 2022; 10 (3-4): 93–105. DOI: 10.5937/jpmnt10-41317.

32. Vorobyev S. P., Vorobyeva V. V., Kletskova E. V., Savchenko A. S. Trends in spatial distribution and efficiency of milk production in the Altai Territory. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2024; 17 (4): 251–260. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_4_251. (In Russ.)

***Authors' information:***

**Aleksandr A. Dubovitskiy**, doctor of economic sciences, associate professor, professor of the department of economics and commerce, head of the research laboratory of economic forecasting, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Tambov region, Russia; ORCID 0000-0003-4542-1119, AuthorID 315247.
*E-mail: daa1-408@yandex.ru*

**Elvira A. Klimentova**, doctor of economic sciences, associate professor, associate professor of economics and commerce, senior researcher at the research laboratory of economic forecasting, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Tambov region, Russia; ORCID 0000-0001-7628-7181, AuthorID 343886.
*E-mail: klim1-408@yandex.ru*

**Vladislav A. Shatskiy**, postgraduate, junior researcher at the research laboratory of economic forecasting, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Tambov region, Russia; ORCID 0009-0006-0354-8022, AuthorID 1224845. *E-mail: site.mgau@yandex.ru*