

## Верификация математической модели территориального размещения картофелеводства на примере регионов РФ

Виктор Н. Ожерельев<sup>1</sup> [vicoz@bk.ru](mailto:vicoz@bk.ru)  0000-0002-2121-3481Алла О. Никитина<sup>2</sup> [allnikitina@mail.ru](mailto:allnikitina@mail.ru)  0000-0002-1820-8710



<sup>1</sup> Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, 243365, Россия

<sup>2</sup> Брянский государственный технический университет, бульвар 50 лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия

**Аннотация.** В статье представлены результаты эмпирической проверки (верификации) ранее разработанной математической модели, позволяющей прогнозировать эффективность производства картофеля в различных регионах с учётом агроклиматических и макроэкономических факторов. На основе данных по 23 регионам Центральной России за 2000–2023 гг. установлена тесная корреляционная связь между рассчитанной по модели относительной себестоимостью и фактической динамикой валовых сборов картофеля. Подтверждено, что зона оптимума для товарного картофелеводства сместилась в Брянскую, Тульскую и Нижегородскую области, что согласуется с теоретическими выводами модели об изменении климатических условий. Полученные результаты свидетельствуют о высокой прогностической ценности модели и возможности её использования для стратегического планирования в АПК. В работе подробно проанализированы мировые тенденции производства картофеля за период 2000–2024 гг., показано, что Россия, следуя общемировой динамике развитых стран, сократила валовой сбор на 37,4% при одновременном снижении посевных площадей с 2,834 млн га до 1,075 млн га. Выявлена глубокая региональная дифференциация: на фоне общего спада три региона (Брянская, Тульская и Нижегородская области) продемонстрировали рост производства на 179,3%, 125,7% и 114,3% соответственно. Установлено, что именно в этих регионах доля личных подсобных хозяйств в валовом сборе минимальна (от 12,4% до 36,2%), что свидетельствует об индустриализации картофелеводства. Коэффициент детерминации ( $R^2 = 0,7312$ ) подтверждает, что модель объясняет более 73% вариации региональных изменений. Экстремальная засуха 2010 года выступила естественным экспериментом: в Брянской области урожайность снизилась лишь на 17,5% (при среднем падении по ЦФО на 38%), что подтвердило адекватность учтённых в модели факторов влагообеспеченности и вероятности засух. Результаты верификации позволяют рекомендовать модель для обоснования инвестиционных решений, оценки эффективности государственной поддержки и разработки стратегий территориального размещения картофелеводства в условиях меняющегося климата.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, верификация, потенциальная себестоимость, картофелеводство, регионы России, изменение климата.

## Verification of a mathematical model for the territorial distribution of potato farming (case study of Russian regions)

Viktor N. Ozherelyev<sup>1</sup> [vicoz@bk.ru](mailto:vicoz@bk.ru)  0000-0002-2121-3481Alla O. Nikitina<sup>2</sup> [allnikitina@mail.ru](mailto:allnikitina@mail.ru)  0000-0002-1820-8710

<sup>1</sup> Bryansk State Agrarian University, Sovetskaya str., 2a, Kokino village, 243365, Russia

<sup>2</sup> Bryansk State Technical University, 50 let Oktyabrya Boulevard, 7, Bryansk, 241035, Russia

**Abstract.** The article presents the results of an empirical verification of a previously developed mathematical model that allows predicting the efficiency of potato production in different regions, taking into account agroclimatic and macroeconomic factors. Based on data from 23 regions of Central Russia for 2000–2023, a strong correlation was established between the relative cost calculated by the model and the actual dynamics of potato gross harvests. It has been confirmed that the optimum zone for commercial potato farming has shifted to the Bryansk, Tula, and Nizhny Novgorod regions, which is consistent with the model's theoretical conclusions regarding changes in climatic conditions. The obtained results testify to the high prognostic value of the model and the possibility of its use for strategic planning in the agro-industrial complex. The paper provides a detailed analysis of global potato production trends for the period 2000–2024. It shows that Russia, following the global trend in developed countries, reduced its gross harvest by 37.4%, while simultaneously decreasing the sown area from 2.834 million hectares to 1.075 million hectares. Profound regional differentiation is revealed: against the backdrop of a general decline, three regions (Bryansk, Tula, and Nizhny Novgorod Oblasts) demonstrated production growth of 179.3%, 125.7%, and 114.3%, respectively. It is established that it is in these regions that the share of private household plots in the gross harvest is minimal (from 12.4% to 36.2%), indicating the industrialization of potato farming. The determination coefficient ( $R^2 = 0.7312$ ) confirms that the model explains more than 73% of the variance in regional changes. The extreme drought of 2010 served as a natural experiment: in the Bryansk region, crop yields declined by only 17.5% (compared to an average decline of 38% for the Central Federal District), confirming the adequacy of the moisture availability and drought risk factors factored into the model. The verification results allow the model to be recommended for substantiating investment decisions, assessing the effectiveness of government support, and developing strategies for the spatial distribution of potato farming in a changing climate.

**Keywords:** mathematical modeling, verification, potential cost, potato farming, regions of Russia, climate change.

Для цитирования

Ожерельев В.Н., Никитина А.О. Верификация математической модели территориального размещения картофелеводства на примере регионов РФ // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 2. С. 20–27. doi:10.20914/2310-1202-2026-2-20-27

For citation

Ozherelyev V.N., Nikitina A.O. Verification of a mathematical model for the territorial distribution of potato farming (case study of Russian regions). Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 2. pp. 20–27. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-2-20-27

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Мировое производство картофеля растёт вместе с увеличением численности населения планеты [1]. По данным ФАО, за последние 22 года глобальный сбор картофеля увеличился в 1,254 раза при росте населения в 1,305 раза. В динамично развивающихся странах Азии темпы роста картофелеводства опережают динамику населения, тогда как для наиболее развитых стран Европы и США характерна противоположная тенденция – сокращение производства на фоне переориентации населения на более сбалансированные рационы питания (таблица 1).

Россия следует общемировой тенденции развитых стран: валовой сбор картофеля снизился с 29,5 млн т в 2000 г. до 18,4 млн т в 2024 г. (на 37,4%). Однако за этим средним показателем скрывается глубокая дифференциация регионов: одни субъекты РФ наращивают производство, другие – сокращают в разы. Для понимания причин такой дифференциации и выработки обоснованной стратегии размещения картофелеводства необходимы надёжные прогнозные инструменты.

Авторами ранее была разработана математическая модель, позволяющая рассчитывать потенциальную себестоимость производства картофеля в зависимости от комплекса агроклиматических и макроэкономических факторов [8, 9, 14]. Модель базируется на разбиении территории на элементарные участки и учёте таких параметров, как сумма активных температур, количество осадков, вероятность засух, влажность воздуха, испаряемость, уровень заработной платы и цена земли. В работе [14] на основе уточнённых климатических данных показано, что зона оптимума для картофелеводства в Европейской России сместилась из Черноземья в более северо-западные регионы.

**Цель работы** – эмпирическая верификация указанной модели путём сопоставления прогнозных значений потенциальной себестоимости с фактической многолетней динамикой производства картофеля в регионах Центральной России.

## Материалы и методы

Объектом исследования выбраны 23 региона Центрального и Приволжского федеральных округов, традиционно ориентированных на рынок Москвы и Санкт-Петербурга [4]. Период анализа – 2000–2023 гг. Исходные данные по валовым сборам картофеля взяты из статистических сборников Росстата [4, 15].

Расчёт потенциальной себестоимости для каждого региона выполнен по методике, подробно описанной в [8, 9, 14]. В основе методики лежит формула, учитывающая соотношения региональных параметров со средними значениями по исследуемой территории:

$$y_i = A + B \cdot Y_{cp} / Y_i + \sum D_j f_j (x_{mi} / x_{mcp}) \quad (1)$$

где  $A$ ,  $B$ ,  $D_j$  – доли затрат (постоянные, пропорциональные площади, дифференцируемые по факторам);  $Y_i$  – урожайность;  $x_{mi}$  – значения агроклиматических и макроэкономических показателей. Детальный вид формулы для картофеля и значения коэффициентов приведены в [14]. В настоящей работе использованы уточнённые значения потенциальной себестоимости (в относительных единицах), рассчитанные с учётом климатических изменений последних десятилетий – смещения изолиний активных температур на 200–250 км к северо-западу и уменьшения летних осадков [13, 14].

Для верификации модели применён корреляционно-регрессионный анализ. В качестве зависимой переменной выступало изменение валового сбора картофеля в 2023 г. по отношению к 2000 г. (в процентах), в качестве независимой – рассчитанная потенциальная себестоимость.

## Результаты и обсуждение

Мировое производство картофеля растёт вместе с увеличением численности населения планеты [1]. По данным Всемирной Продовольственной Организации (ФАО) за последние 22 года глобальный сбор картофеля увеличился в 1,254 раза, при росте населения Земли за этот же период времени в 1,305 раза. Некоторое отставание темпов роста производства картофеля от динамики увеличения численности населения планеты объясняется тем, что основной прирост последнего в настоящее время даёт Африка, не имеющая устойчивых традиций картофелеводства.

Что касается динамично развивающихся стран Азии, то в наиболее густонаселённых государствах темпы роста картофелеводства опережают динамику увеличения численности населения (таблица 1). В первую очередь это касается Китая, Индии, Пакистана, Бангладеш и Турции. В Африке лидером по динамике развития картофелеводства является Египет. В Южной Америке наиболее высокие темпы роста объемов производства картофеля характерны для Перу и Бразилии.

Для наиболее развитых стран Европы и США характерна диаметрально противоположная тенденция. Только Канада, Франция и Бельгия дали за рассматриваемый период прирост валового сбора картофеля. Однако в 2025 году во Франции валовый сбор картофеля уменьшился на 14%, а в Бельгии на 10,5%. При этом Канада (валовой сбор в 2025 году уменьшился также на 10,5%), по сути, смогла только частично восполнить заметное падение объема производства картофеля в США. Для наиболее развитых стран и России характерна переориентация населения на более сбалансированные рационы питания, что обусловлено заметным ростом благосостояния народа.

Для стран Южной Азии переориентация значительной доли населения на преимущественное потребление картофеля является важным условием обеспечения его динамично растущей численности хотя бы калориями, безотносительно к качеству и сбалансированности рациона питания. В связи с устойчивым ростом численности населения планеты ФАО вынуждено теперь считать продовольственные балансы,

в первую очередь, исходя из количества калорий, которые можно получить с гектара пашни [2]. На поливных землях Айдахо (США) фермеры стабильно получают по 50–60 тонн картофеля с гектара [3]. Природные условия в Южной Азии не хуже, чем в Айдахо, только технология производства пока отстает. Этим объясняется перспективность перехода на картофель многих стран со стремительно растущей численностью населения.

Следует отметить, что наибольшее падение объемов производства картофеля произошло в Польше, некогда обеспечивавшей этим продуктом и Европу, и Россию. Видимо мелкотоварное фермерское хозяйство Польши не смогло противостоять более крупным хозяйствам Западной Европы, Украины и России.

Россия по валовому сбору картофеля делит четвертую позицию со США, которые в 2024 году находились на этом месте рейтинга, уступив его в 2025 году России, поскольку произвели картофеля на 11,2% меньше предыдущего года. В России за год объем производства картофеля уменьшился на 2,3%.

Таблица 1.

Производство картофеля по странам в 2000 и 2024 гг., тыс. т.

Table 1.

Potato production by country in 2000 and 2024, thousand tons

Страна   Country	2024, тыс. т.   thousand tons	2000, тыс. т.   thousand tons	2024 к 2000, %   2024 to 2000, %
1. Китай   China	94806	66285	143
2. Индия   India	57053	25000	228,2
3. Украина   Ukraine	21129	19838	106,5
4. США   USA	19062	23293	81,8
5. Российская Федерация   The Russian Federation	18448	29464	62,6
5. Германия   Germany	12704	13192	96,3
6. Бангладеш   Bangladesh	10601	2933	361,4
7. Франция   France	9237	6440	143,4
8. Пакистан   Pakistan	8434	1868	451,5
9. Египет   Egypt	8082	1769	456,9
10. Турция   Turkey	6900	5370	128,5
11. Перу   Peru	6579	3275	200,9
12. Канада   Canada	6511	4576	142,3
13. Нидерланды   The Netherlands	6367	8227	77,4
14. Польша   Poland	5920	24232	24,4
15. Великобритания   Great Britain	5515	6636	83,1
16. Бразилия   Brazil	4184	2607	160,5
17. Бельгия   Belgium	3978	2922	136,1
18. Белоруссия   Belarus	3110	8717	35,7
19. Иран   Iran	2922	3058	95,6
20. ЮАР   South Africa	2623	1897	138,3
21. Япония   Japan	2236	2898	77,2
22. Мексика   Mexico	2124	1627	130,5

Нестабильность урожайности характерна как для картофеля, так и для других сельскохозяйственных культур. Это является причиной краткосрочных (годовых) циклов колебаний объемов производства. Кроме того, имеет место устойчивая долгосрочная тенденция, которая обусловлена устойчивым уменьшением посевных площадей. Так, если в 2000 году под картофелем в России было занято 2,834 млн га,

то в 2023 посевная площадь уменьшилась до 1,075 млн га. Рост урожайности не смог в полной мере компенсировать уменьшение посевных площадей, что и привело к снижению валового сбора картофеля за рассматриваемый период.

Специфической особенностью российского картофелеводства является доминирование в объемах производства хозяйств населения (ЛПХ).

На первом этапе аграрной реформы (1990-е годы) в валовом объеме производства стабильно уменьшалась доля сельскохозяйственных предприятий, тогда как в течение двух последних десятилетий наоборот, спад характерен для доли хозяйств населения. Так, если в 2000 году доля ЛПХ в валовом объеме производства достигла 91,2%, то в 2010 она уменьшилась до 83,8%, а в 2024 вышла на минимум, равный 59,1%.

Параллельно с процессом институциональной трансформации картофелеводства происходил рост урожайности. До 2000 года она варьировала вокруг показателей, характерных для советского периода (96,5–117,7 ц/га). Это обусловлено тем, что в ЛПХ преобладало и было зафиксировано экстенсивное производство предельно низкого технологического уровня.

По мере роста доли товарных хозяйств (включая фермерские) в картофелеводство пришли новые сорта и технологии, что позитивно отразилось, как на урожайности, так и на себестоимости производства. Так в 2024 году средняя урожайность по хозяйствам всех категорий вышла на уровень 178,5 ц/га. При этом рост был устойчивым на протяжении последних 25 лет (за исключением 2010 года).

В таблице 2 представлены данные по 23 регионам. Видно, что только три региона увеличили валовой сбор картофеля за 2000–2023 гг.: Брянская (179,3%), Тульская (125,7%) и Нижегородская (114,3%) области. В остальных регионах производство сократилось, причём наиболее значительно – в Ивановской (19,9%), Орловской (27,3%), Курской (29,6%) и других областях.

В крайнем правом столбце таблицы приведены значения потенциальной себестоимости (в относительных единицах), рассчитанные по модели [14]. Наименьшая себестоимость получена для Брянской области (0,723 о.е.), далее следуют Тульская (0,895), Нижегородская (0,952). Наибольшая себестоимость – в Белгородской (1,703), Ульяновской (1,533), Смоленской (1,388) областях.

Для выполнения расчетов исследуемая территория была разбита на элементарные участки прямоугольной формы размером 60 x 70 км. Для каждого участка были найдены соответствующие параметры, которые подставляли в формулу (1), в результате чего получали потенциальную себестоимость продукции « $u_i$ » в относительных единицах (о. е.).

$$u_i = f \left( Y_i; Y_{cp}; Z_{п_i}; Z_{п_{cp}}; T_i^{10}; T_{cp}^{10}; D_i; D_{cp}; Z_{ас_i}; Z_{ас_{cp}}; Вл_i; Вл_{cp}; Ис_i; Ис_{cp} \right), \quad (2)$$

где  $Y_i$ , и  $Y_{cp}$  - урожайность на  $i$ -том расчетном участке и в среднем по исследуемой

территории, т/га;  $Z_{п_i}$  и  $Z_{п_{cp}}$  – заработная плата на  $i$ -том расчетном участке и в среднем по исследуемой территории, руб.;  $T_i^{10}$  и  $T_{cp}^{10}$  – сумма активных температур на  $i$ -том расчетном участке и в среднем по исследуемой территории, тыс.  $^{\circ}C$ ;  $D_i$  и  $D_{cp}$  – число дождливых дней в течение месяца на  $i$ -том расчетном участке и в среднем по исследуемой территории;  $Z_{ас_i}$  и  $Z_{ас_{cp}}$  – вероятность значительной засухи на  $i$ -том расчетном участке и в среднем по исследуемой территории, %;  $Вл_i$  и  $Вл_{cp}$  – влажность воздуха в 13 часов в июле на  $i$ -том расчетном участке и в среднем по исследуемой территории, %;  $Ис_i$  и  $Ис_{cp}$  – годовая испаряемость влаги на  $i$ -том расчетном участке и в среднем по исследуемой территории, мм.

Первичные расчеты были выполнены с опорой на справочные материалы 1960-х-1970-х годов [10–12]. В результате при отсутствии искусственного орошения зона оптимума пришлось на части Белгородской и Рязанской областей [8]. Между тем достоверно установлено, что за последние 25–30 лет произошло существенное потепление климата [13]. В частности, изолинии годовой суммы активных температур сдвинулись на северо-запад на 200... 250 км.

Таким образом в Брянской области этот важнейший агроклиматический показатель увеличился с  $2300^{\circ}C$  до  $2600^{\circ}C$ . При этом (по данным метеостанции Брянского ГАУ) в период с мая по сентябрь количество осадков уменьшилось на 47% по отношению к средним многолетним значениям первой половины XX века.

В связи с этим был выполнен уточненный расчет потенциальной себестоимости, учитывающий произошедшие климатические изменения. Его результаты приведены в крайнем правом столбце таблицы 2. Они свидетельствуют о том, что зона оптимума для производства картофеля в настоящее время сместилась на территорию Брянской области [14]. При этом вторую позицию в рейтинге занимает Тульская область (потенциальная себестоимость на 23% больше, чем в Брянской), а за ней следует Нижегородская, с превышением соответствующего показателя Брянской области на 31,7%. Как уже отмечалось выше, именно эти три региона лидируют по динамике объемов производства картофеля. Таким образом, инвестиционная активность в картофелеводстве напрямую связана с благоприятностью макроэкономической ситуации в регионе.

Действительно, в 2024 году площади, занятые картофелем в ЛПХ составляли в Брянской области только 33,3%, тогда как в среднем по стране на ЛПХ приходилось 59,1% валового

сбора [15]. В Нижегородской области доля ЛПХ уменьшилась до 36,2%. В Тульской области доля ЛПХ в валовом объеме произведенного в регионе картофеля в 2024 году уменьшилась до 12,4%. То есть, картофель и в России все больше становится продуктом индустриального способа производства, вследствие чего происходит перераспределение объемов его выращивания по регионам страны. Отдельно следует отметить Астраханскую область. В ней на ЛПХ приходится всего 2,8% валового сбора

картофеля, но ввиду специфики области она в анализе не участвует. Дело в том, что в Астраханской области картофель выращивают исключительно при использовании искусственного орошения. При этом реализуют продукцию как ранний картофель, то есть по существенно более высокой цене. Наряду с большей урожайностью это обеспечивает высокий уровень рентабельности бизнеса. Настолько высокий, что в Астраханскую область передислоцировали свое производство некоторые фермеры из Татарстана.

Таблица 2.

Дифференциация регионов России по динамике изменения валового сбора картофеля

Table 2.

Differentiation of Russian regions by the dynamics of changes in the gross potato harvest

Регион   Region	Валовый сбор, тыс. т.   Gross harvest, thousand tons		2023 к 2000, %   2023 to 2000, %	Валовой сбор на человека, кг   Gross harvest per person, kg	Потенциальная себестоимость, о. е.   Potential cost, o.e.
	2000	2023			
1. Брянская	1022,4	1833	179,3	1142,4	0,723
2. Смоленская	351,2	122	34,7	141,2	1388
3. Тверская	627,2	336,9	53,7	280,8	1,087
4. Московская	1043,2	639,2	61,3	73,9	1,197
5. Владимирская	581	180	31	137,4	1,21
6. Ивановская	335,6	66,7	19,9	73,6	1,223
7. Ярославская	335,3	142,8	42,6	120,2	1,041
8. Костромская	298,9	92,2	30,8	162,8	1,102
9. Нижегородская	705,8	806,6	114,3	263,6	0,952
10. Марий Эл	442,5	241,6	54,6	360,7	1,15
11. Чувашия	596,5	338,1	56,7	289,6	1,01
12. Ульяновская	233,9	154,7	66,1	131,9	1,533
13. Мордовия	342,6	264	77,1	344,7	1,124
14. Пензенская	467,9	338,6	72,4	278,9	1,33
15. Тамбовская	539,2	310,5	57,6	324,7	1,213
16. Липецкая	564,3	499,5	88,5	447,5	1,271
17. Рязанская	636,5	251,3	39,5	232,2	1,195
18. Тульская	698,8	878,3	125,7	597	0,895
19. Орловская	924,7	252,3	27,3	364,3	1,236
20. Калужская	451	155,2	34,4	145,3	1,252
21. Воронежская	1146,5	471	41,1	206,7	1,2
22. Белгородская	586,9	346,6	59,1	231	1,703
23. Курская	1097,6	324,5	29,6	305,9	1,259

Следует отметить, что попытки перейти на искусственное орошение картофеля имеют место и в Средней полосе России. В Брянской области такая попытка предпринята крупнейшим производителем картофеля к(ф)х Пуцко. В Липецкой также имеется опыт выращивания картофеля с использованием капельного орошения. Урожайность в результате этого удалось увеличить до 45 т/га. В Брянской области сопоставимую урожайность, как правило, удается получить без полива, что является непреодолимым конкурентным преимуществом региона.

Особенно отчетливо указанные преимущества реализовались в экстремальную засуху 2010 года. Если в целом по ЦФО урожайность картофеля снизилась тогда на 38%, то в Брянской области только на 17,5%. При этом закупочные цены поднялись, как минимум, в полтора раза. То есть, брянские производители картофеля от засухи выиграли, тогда как их соседи понесли большие убытки. Действительно,

в Липецкой области урожайность в 2010 году упала на 40%, в Курской на 37%, а в Орловской на 45%. Наличие связи между макроэкономическими и агроклиматическими параметрами регионов и динамикой изменения объемов производства картофеля было проверено математическими методами в программе *Excel*. В результате, установлена тесная взаимосвязь ( $R^2 = 0,7312$ ) между потенциальной себестоимостью производства и степенью изменения его объемов «у» (в процентах).

$$y = -388,11x^3 + 1733,5x^2 - 2550,9x + 1273,2,$$

где  $x$  – потенциальная региональная себестоимость производства картофеля, в относительных единицах.

На рисунке представлена зависимость изменения валового сбора ( $Y$ , %) от потенциальной себестоимости ( $X$ , о.е.).

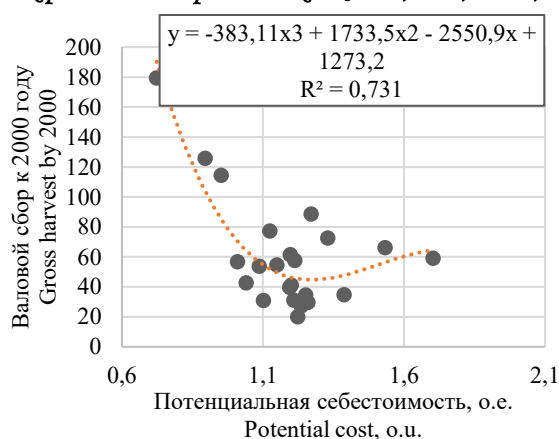


Рисунок 1. Зависимость степени изменения валового сбора картофеля от его потенциальной региональной себестоимости

Figure 1. Dependence of the degree of change in the gross potato harvest on its potential regional cost

Аппроксимация данных степенной функцией выражается в виде уравнения (3):

$$Y = 605,66X^{(1,648)}. \quad (3)$$

Коэффициент детерминации 0,7312 свидетельствует о тесной связи между расчётным показателем и фактической динамикой производства. Таким образом, модель объясняет более 73% вариации региональных изменений.

Полученный результат имеет принципиальное значение. Он подтверждает, что заложенные в модель факторы (агроклиматические условия, уровень зарплат, земельная рента) действительно определяют конкурентоспособность производства картофеля в долгосрочной перспективе. Регионы с наименьшей потенциальной себестоимостью привлекли инвестиции и нарастили производство, тогда как регионы с высокой себестоимостью потеряли позиции. В зонах с низкой себестоимостью происходит

быстрая индустриализация отрасли – переход к крупному товарному производству, что также согласуется с прогнозами модели.

Засуха 2010 года стала естественным экспериментом, подтвердившим преимущества Брянской области. Если в целом по ЦФО урожайность картофеля снизилась на 38%, то в Брянской области – только на 17,5%. В Липецкой, Курской, Орловской областях падение достигло 37–45%. Модель, учитывающая вероятность засух и влагообеспеченность, заранее указывала на большую устойчивость брянского картофелеводства [14].

### Заключение

Выполнена эмпирическая верификация математической модели потенциальной себестоимости производства картофеля. Установлена тесная корреляционная связь ( $R^2 = 0,73$ ) между рассчитанными по модели значениями и фактической многолетней динамикой региональных валовых сборов. Это подтверждает адекватность модели и её прогностическую ценность.

Подтверждён вывод модели о смещении зоны оптимума для товарного картофелеводства в Европейской России. Наименьшая потенциальная себестоимость (0,72–0,95 о.е.) и наибольший рост производства зафиксированы в Брянской, Тульской и Нижегородской областях.

В регионах с минимальной потенциальной себестоимостью наблюдается ускоренная индустриализация отрасли (снижение доли ЛПХ), что соответствует логике инвестиционной привлекательности.

Модель может служить эффективным инструментом для стратегического планирования размещения сельскохозяйственного производства, а также для оценки целесообразности государственной поддержки и инвестиций в картофелеводство.

### Литература

- 1 Продукты животноводства и сельскохозяйственных культур // FAOSTAT. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL> (дата обращения: 05.01.2026).
- 2 Новый подход: «Килокалории с гектара» как критерий эффективности сельского хозяйства // Картофельная система. URL: <https://potatosystem.ru/novyy-podhod-kilokalorii-s-gektara-kak-kriterij-effektivnosti-selskogo-hozyajstva/> (дата обращения: 08.01.2026).
- 3 Холодова М.А. Диагностика условий пространственного размещения отрасли растениеводства // Аграрный вестник Урала. 2022. № 5 (220). С. 93–102. doi: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-93-102
- 4 Регионы России. Социально-экономические показатели. 2025: стат. сб. М.: Росстат, 2025. 1035 с.
- 5 Farm Facts. Washington: American Farm Bureau Federation, 1995. 26 p.
- 6 Сепп Ю.В., Тооминг Х.Г. Ресурсы продуктивности картофеля. Л.: Гидрометиздат, 1991. 261 с.
- 7 Костяев А.И., Никонова Г.Н. Особенности современного размещения производства продукции сельского хозяйства в российском Нечерноземье // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2022. № 3. С. 5–20.
- 8 Неганова В.П., Чистяков Ю.Ф., Дрокин В.В. и др. Конкурентоспособность региональных агропродовольственных систем: теоретический обзор // Экономика региона. 2021. Т. 17. № 1. С. 329–353. doi: 10.17059/ekon.reg.2021-1-23

- 9 Шайбакова Л.Ф., Морозова Г.М., Громова Н.С., Гусев А.С. Тенденции и проблемы развития органического картофелеводства в России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2025. № 5. С. 596–600.
- 10 Кирейчева Л.В., Тимошкин А.Д., Аветисян А.Л. Информационно-справочная система агроклиматических и почвенных показателей Нечерноземной зоны РФ // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022. № 3. С. 18.
- 11 Шульмайстер К.Г. Борьба с засухой и урожаем. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1988. 263 с.
- 12 Семенов С.М., Попова Е.Н., Попов И.О. Оценка изменения годовой суммы активных температур и количества осадков за вегетационный период для территории России и соседних стран // *Метеорология и гидрология*. 2018. № 6. С. 98–105.
- 13 Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В., Федькова Н.А. Изменение климата как фактор в прогнозировании территориальной локализации российского картофелеводства // *Экономические науки*. 2022. № 209. С. 154–160.
- 14 Посевные площади сельскохозяйственных культур Брянской области под урожай 2024 года: весенний учет // Территориальный орган Росстата по Брянской области. URL: <https://32.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sev2024.pdf> (дата обращения: 10.01.2026).
- 15 Ivanyo Y., Fedurina N., Varanitsa-Gorodovskaya Z. Mathematical models of agricultural production management in high risk environments // *E3S Web of Conferences*. 2020. V. 222. P. 01018. doi: 10.1051/e3sconf/202022201018
- 16 Ushachev I.G., Kharina M.V., Chekalin V.S. Long-term forecast of agricultural development in Russia based on an economic and mathematical model // *Studies on Russian Economic Development*. 2022. V. 33. № 3. P. 282–292. doi: 10.1134/S1075700722030125
- 17 Divya K.L., Mhatre P.H., Venkatasalam E.P., Sudha R. Crop simulation models as decision-supporting tools for sustainable potato production: a review // *Potato Research*. 2021. V. 64. № 3. P. 387–419. doi: 10.1007/s11540-020-09482-2
- 18 Klimentova E.A., Dubovitsky A.A., Beketov A.V. et al. Prospects for regional potato producers in the context of agricultural markets globalization // *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 2022. doi: 10.15405/epsbs.2022.02.47
- 19 Gordeev R.V., Pyzhev A.I., Zander E.V. Does climate change influence Russian agriculture? Evidence from panel data analysis // *Sustainability*. 2022. V. 14. № 2. P. 718. doi: 10.3390/su14020718
- 20 Adekanmbi T., Wang X., Basheer S. et al. Climate change impacts on global potato yields: a review // *Environmental Research: Climate*. 2024. V. 3. № 1. P. 012001. doi: 10.1088/2752-5295/ad138c

### References

- 1 Crops and livestock products. FAOSTAT. Available at: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL> (accessed 05.01.2026).
- 2 A new approach: "Kilocalories per hectare" as a criterion of agricultural efficiency. Potato System. Available at: <https://potatosystem.ru/novyj-podhod-kilokalorii-s-gektara-kak-kriterij-effektivnosti-selskogo-hozyajstva/> (accessed 08.01.2026) (in Russian).
- 3 Kholodova M.A. Diagnostics of conditions for spatial distribution of crop production industry. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022. no. 5 (220). pp. 93–102. doi: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-93-102 (in Russian).
- 4 Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2025: Statistical collection. Moscow: Rosstat, 2025. 1035 p. (in Russian).
- 5 Farm Facts. Washington: American Farm Bureau Federation, 1995. 26 p.
- 6 Sepp Yu.V., Tooming Kh.G. Productivity resources of potatoes. Leningrad: Gidrometizdat, 1991. 261 p. (in Russian).
- 7 Kostyaev A.I., Nikonova G.N. Features of modern placement of agricultural production in the Russian Non-Black Earth Region. *Bulletin of the Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*. 2022. no. 3. pp. 5–20. (in Russian).
- 8 Neganova V.P., Chistyakov Yu.F., Drokin V.V. et al. Competitiveness of regional agri-food systems: a theoretical review. *Economy of Regions*. 2021. vol. 17. no. 1. pp. 329–353. doi: 10.17059/ekon.reg.2021-1-23 (in Russian).
- 9 Shaibakova L.F., Morozova G.M., Gromova N.S., Gusev A.S. Trends and problems of organic potato growing development in Russia. *International Agricultural Journal*. 2025. no. 5. pp. 596–600. (in Russian).
- 10 Kireicheva L.V., Timoshkin A.D., Avetisyan A.L. Information and reference system of agroclimatic and soil indicators of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. *International Agricultural Journal*. 2022. no. 3. p. 18. (in Russian).
- 11 Shulmeister K.G. Drought control and harvest. 2nd ed., revised and expanded. Moscow: Agropromizdat, 1988. 263 p. (in Russian).
- 12 Semenov S.M., Popova E.N., Popov I.O. Assessment of changes in the annual sum of active temperatures and precipitation during the growing season for the territory of Russia and neighboring countries. *Meteorology and Hydrology*. 2018. no. 6. pp. 98–105. (in Russian).
- 13 Ozherelyev V.N., Ozherelyeva M.V., Fedkova N.A. Climate change as a factor in forecasting the territorial localization of Russian potato growing. *Economic Sciences*. 2022. no. 209. pp. 154–160. (in Russian).
- 14 Sown areas of agricultural crops in the Bryansk region for the 2024 harvest: spring survey. Territorial Body of Rosstat for the Bryansk Region. Available at: <https://32.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sev2024.pdf> (accessed: 10.01.2026) (in Russian).
- 15 Ivanyo Y., Fedurina N., Varanitsa-Gorodovskaya Z. Mathematical models of agricultural production management in high risk environments. *E3S Web of Conferences*. 2020. vol. 222. article 01018. doi: 10.1051/e3sconf/202022201018.
- 16 Ushachev I.G., Kharina M.V., Chekalin V.S. Long-term forecast of agricultural development in Russia based on an economic and mathematical model. *Studies on Russian Economic Development*. 2022. vol. 33. no. 3. pp. 282–292. doi: 10.1134/S1075700722030125.


17 Divya K.L., Mhatre P.H., Venkatasalam E.P., Sudha R. Crop simulation models as decision-supporting tools for sustainable potato production: a review. *Potato Research*. 2021. vol. 64. no. 3. pp. 387–419. doi: 10.1007/s11540-020-09482-2.


18 Klimentova E.A., Dubovitsky A.A., Beketov A.V. et al. Prospects for regional potato producers in the context of agricultural markets globalization. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 2022. [Online first]. doi: 10.15405/epsbs.2022.02.47.

19 Gordeev R.V., Pyzhev A.I., Zander E.V. Does climate change influence Russian agriculture? Evidence from panel data analysis. *Sustainability*. 2022. vol. 14. no. 2. article 718. doi: 10.3390/su14020718.

20 Adekanmbi T., Wang X., Basheer S. et al. Climate change impacts on global potato yields: a review. *Environmental Research: Climate*. 2024. vol. 3. no. 1. article 012001. doi: 10.1088/2752-5295/ad138c.

#### Сведения об авторах

**Виктор Н. Ожерельев** д.с.-х.н., профессор, кафедра технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, 243365, Россия, vicoz@bk.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-2121-3481>

**Алла О. Никитина** к.э.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бульвар 50 лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, allnikitina@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-1820-8710>


#### Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Viktor N. Ozherelyev** Dr. Sci. (Agric.), professor, technical systems in agribusiness, environmental management and road construction department, Bryansk State Agrarian University, Sovetskaya str., 2a, Kokino village, 243365, Russia, vicoz@bk.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-2121-3481>

**Alla O. Nikitina** Cand. Sci (Econ.), associate professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, 50 let Oktyabrya Boulevard, 7, Bryansk, 241035, Russia, allnikitina@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-1820-8710>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 01/03/2026	<b>После редакции</b> 07/04/2025	<b>Принята в печать</b> 20/04/2026
<b>Received</b> 01/03/2026	<b>Accepted in revised</b> 07/04/2025	<b>Accepted</b> 20/04/2026