

Адаптивность сельскохозяйственных культур к изменяющимся условиям климата в регионах Урала и Западной Сибири

Н. В. Степных[✉], Е. В. Нестерова, С. М. Крамшенкова

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

[✉]E-mail: i@nstepnyh.ru

Аннотация. На всей территории Урала, Западной Сибири и прилегающих регионов Северного Казахстана изменения климата ведут к ухудшению природных условий для возделывания сельскохозяйственных культур. **Цель** настоящей работы – определить региональные тенденции изменения урожайности сельскохозяйственных культур для Урала и Западной Сибири в условиях изменения климата. **Методы.** В исследовании использованы корреляционно-регрессионный анализ, уравнения трендов изменения показателей за длительный период. Сведения по площади посева, урожайности сельскохозяйственных культур, внесению удобрений взяты из Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). **Научная новизна** заключается в построении и анализе трендов колебания урожайности культур, выявления культур с опережающим ростом урожайности, наиболее адаптированных к изменяющимся климатическим условиям. **Результаты.** Во всех регионах Урала и Западной Сибири в период с 1993 по 2025 г. отмечается снижение гидротермического коэффициента, но прослеживается рост урожайности зерновых культур, что связано с увеличением применения удобрений, внедрением новых сортов, средств защиты растений после падения ресурсного обеспечения в 90-е годы. Выявлены культуры с опережающим ростом урожайности. В период с 2007 по 2025 г. темп роста урожайности озимой пшеницы во всех регионах, кроме Свердловской области и Алтайского края, был выше, чем у яровой, рост урожайности масличных культур во всех регионах, кроме Свердловской области, существенно выше по сравнению с ее изменением по зерновым культурам. Данные показывают, что в регионах Урала и Западной Сибири в границах платежеспособного спроса на внутреннем и мировом рынках следует больше внимания уделить посевам озимой пшеницы и масличных культур.

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, климат, гидротермический коэффициент, урожайность, посевные площади

Благодарности. Исследование выполнено в Курганском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в лаборатории экономики и инновационного развития в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме № 532-2026-0014 «Усовершенствовать системы земледелия Уральского региона в условиях изменяющегося климата на основе природоподобных агротехнологий с использованием цифровых методов для повышения устойчивости растениеводства, эффективности использования ресурсов и сохранения почвенного плодородия».

Для цитирования: Степных Н. В., Нестерова Е. В., Крамшенкова С. М. Адаптивность сельскохозяйственных культур к изменяющимся условиям климата в регионах Урала и Западной Сибири // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 07. С. 1231–1243. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-07-1231-1243>.

Дата поступления статьи: 07.04.2026, **дата рецензирования:** 25.04.2026, **дата принятия:** 05.06.2026.

Adaptability of agricultural crops to changing climate conditions in the regions of the Urals and Western Siberia

N. V. Stepnykh[✉], E. V. Nesterova, S. M. Kramshenkova

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

[✉]E-mail: i@nstepnyh.ru

Abstract. Throughout the Urals, Western Siberia and adjacent regions of Northern Kazakhstan, climate change is leading to a deterioration of natural conditions for crop cultivation. The purpose of this study is to identify regional trends in crop yields for the Urals and Western Siberia in the context of climate change. Methods. The study uses correlation and regression analysis, equations of trends in changes in indicators over a long period. Information on the area of crops, crop yields, and fertilizers is taken from the Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS). The scientific novelty lies in the construction and analysis of trends in crop yield fluctuations, identifying crops with faster yield growth that are most adapted to changing climatic conditions. Results. In all regions of the Urals and Western Siberia, in the period from 1993 to 2025, there was a decrease in the hydrothermal coefficient, but an increase in grain yields was observed, which was associated with an increase in the use of fertilizers, the introduction of new varieties, and plant protection products after a decline in resource provision in the nineties. Crops with outstripping yield growth have been identified. In the period from 2007 to 2025, the growth rate of winter wheat yields in all regions except the Sverdlovsk region and the Altai Krai was higher than that of spring wheat, while the increase in oilseed yields in all regions except the Sverdlovsk region was significantly higher compared with its change in grain crops. The data show that in the regions of the Urals and Western Siberia, within the limits of effective demand in domestic and global markets, more attention should be paid to winter wheat and oilseed crops.

Keywords: agricultural crops, climate, hydrothermal coefficient, yield, acreage

Acknowledgments. This study was conducted at the Kurgan Research Institute of Agriculture, a branch of the Ural Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, in the Laboratory of Economics and Innovative Development, as part of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education, Topic No. 532-2026-0014 “Improving the agricultural systems of the Ural region in a changing climate using nature-based agricultural technologies and digital methods to increase crop sustainability, resource efficiency, and soil fertility conservation”.

For citation: Stepnykh N. V., Nesterova E. V., Kramshenkova S. M. Adaptability of agricultural crops to changing climate conditions in the regions of the Urals and Western Siberia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (07): 1231–1243. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-07-1231-1243>. (In Russ.)

Date of paper submission: 07.04.2026, **date of review:** 25.04.2026, **date of acceptance:** 05.06.2026.

Постановка проблемы (Introduction)

Уже в течение половины столетия проявляется глобальное потепление. По данным Росгидромета, современное глобальное потепление, активная фаза которого началась в середине 70-х годов прошлого столетия, продолжается в настоящее время. На территории России процесс потепления проявляется тенденцией к увеличению годовых сумм осадков: тренд составляет 1,9 % нормы за 10 лет, что более чем в 2 раза быстрее, чем на планете в целом. Во всех климатических зонах наблюдается уменьшение летних сумм осадков. Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков в целом по территории России отмечается весной (5,4 % нормы за 10 лет) [1–3].

Изменения климата вызывают негативные последствия в экономике и жизни людей. Особо опасны последствия экстремальных явлений, таких как волны жары, приводящие к крупномасштабной засухе – основной причине потери урожая [3]. В связи с изменением климата к 2050 году в мире ожидается снижение урожайности зерновых культур на 12–15 % [4]. По другим данным, негативные последствия изменения климата для урожайности зерновых культур в различных регионах включают снижение урожайности кукурузы на 60 %, сорго на 50 %, риса на 35 %, пшеницы на 20 %, ячменя на 13 % [5]. Разработка и тестирование эффективных стратегий адаптации имеют первостепенное значение для повышения устойчивости сельскохозяйственного сектора к изменению климата [6].

Из доклада Росгидромета следует, что практически по всей территории России за 1991–2024 годы продолжительность вегетационного периода удлинится за счет более ранних сроков наступления весенне-летних явлений и запаздывания осенних. В целом реакция биоты на закономерности изменений сроков наступления сезонных явлений и глобальное потепление носит положительный характер [1; 2].

По данным М. С. Петуховой и Н. Н. Воропай, влияние роста среднегодовой температуры на урожайность сельскохозяйственных культур на территории России проявляется по-разному [7]. В ближайшем будущем на территории Омской области прогнозируется уменьшение увлажнения с постепенным смещением границ климатических зон в северном направлении и увеличением площадей с гидротермическими условиями, которые характерны для степных и лесостепных ландшафтов [8].

По данным И. Ю. Савина, рост потенциальной урожайности в последние годы отмечен на Северном Кавказе, в Нижнем Поволжье, Западной Сибири и на Дальнем Востоке, что свидетельствует о тренде к улучшению метеорологических условий для зерновых в этих регионах [9].

Как считают Д. Ю. Самыгин с коллегами, в реакции сельскохозяйственных культур на климати-

ческие изменения есть региональные различия. Хозяйства в одних регионах производят по сравнению с хозяйствами в других более качественные, дешевые и одновременно рентабельные те или иные виды продукции. В сельском хозяйстве нередко конкурентные преимущества вытекают из природно-экономических факторов [10].

По данным И. А. Романенко и Н. Е. Евдокимова, в Оренбургской области урожайность яровой пшеницы в связи с климатическими изменениями к 2091–2100 годам по сравнению с 2008–2017 годами снизится на 8–14 %. Озимая пшеница пострадает меньше. Урожайность ячменя при изменении температурного фактора снизится на 4–8,5 %. Снижение урожайности ожидается и по другим культурам [11].

С. О. Сиптиц с соавторами приводят данные по прогнозу урожайности зерновых культур до 2100 года в Самарской области в зависимости от повышения температуры. Они свидетельствуют, что сильнее всего пострадает урожайность яровой пшеницы. По озимой пшенице прогнозируется повышение урожайности. Авторы не приводят данные по масличным культурам, кроме сои, по которой ожидается снижение урожайности, но меньше, чем по пшенице (рис. 1) [12].

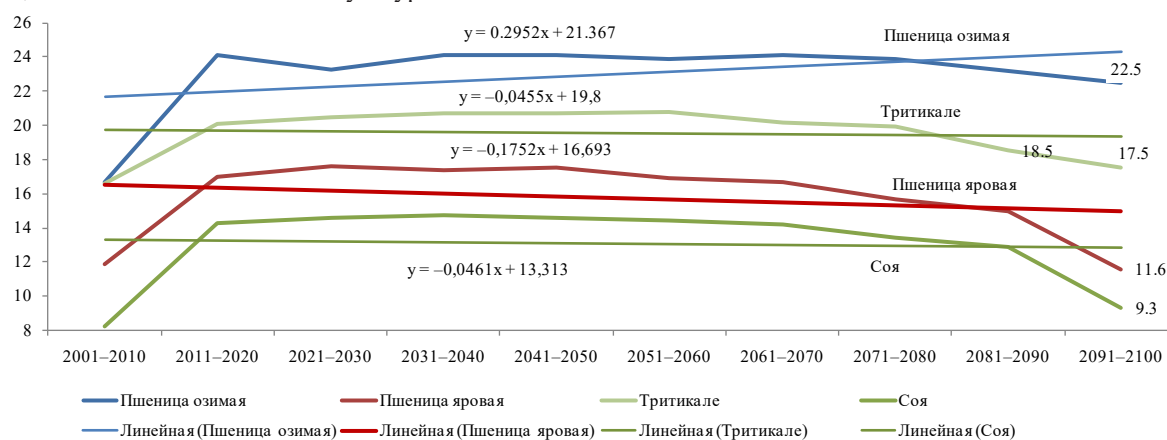


Рис. 1. Прогноз урожайности сельскохозяйственных культур в Самарской области, ц/га

Источники: построен авторами по данным [11; 12]

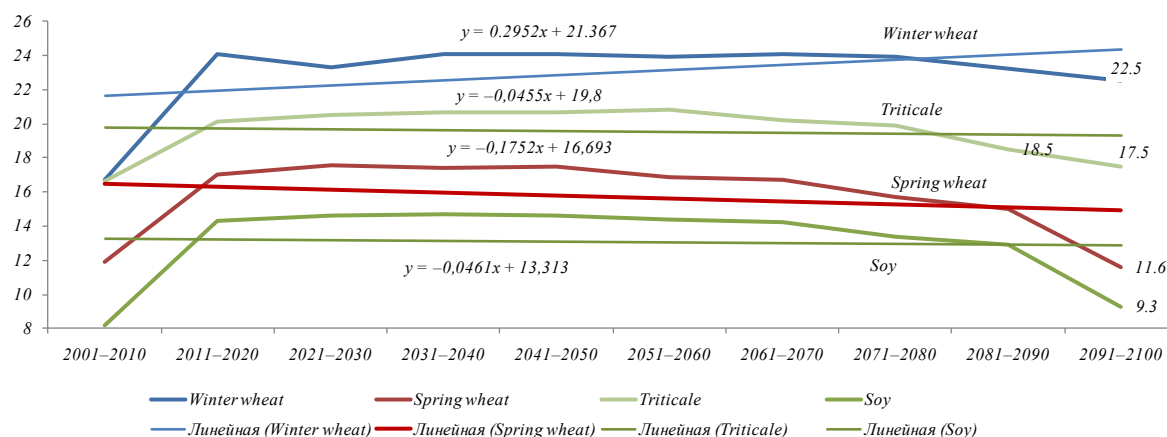


Fig. 1. Forecast of crop yields in the Samara region, c/ha
Source: constructed by the authors based on data [11; 12]

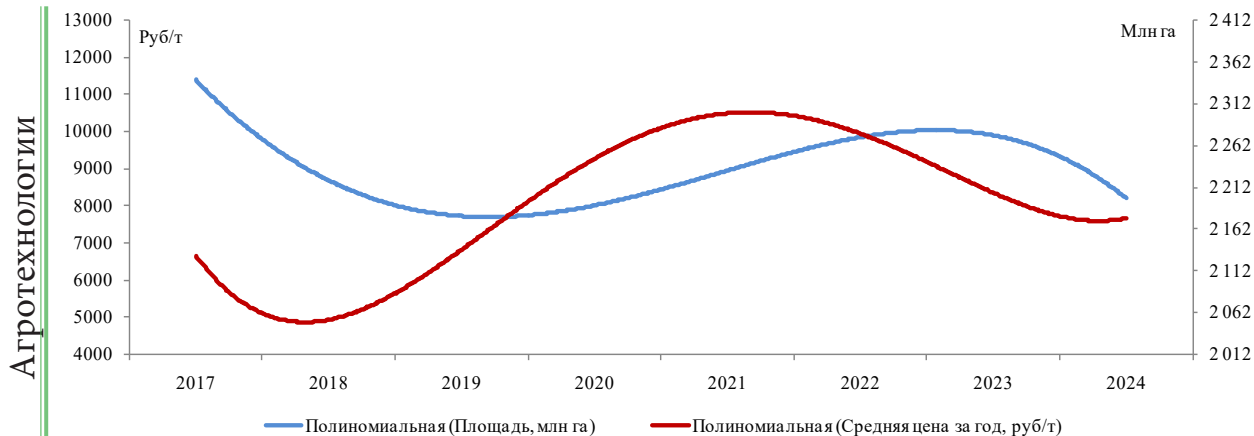


Рис. 2. Изменение цен и площади посева яровой пшеницы в Уральском федеральном округе

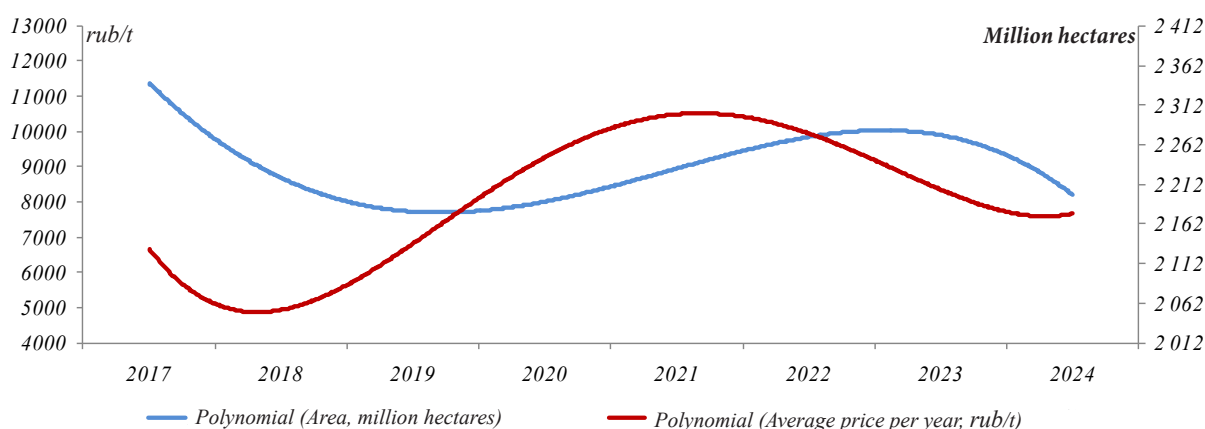


Fig. 2. Changes in prices and sowing areas of spring wheat in the Ural Federal District

Помимо климатических изменений, на трансформацию структуры посевных площадей влияют цены на продукцию, которые складываются главным образом в зависимости от объема экспорта и платежеспособного спроса на внутреннем рынке. Цены на продукцию растениеводства имеют высокую волатильность: коэффициент вариации цены пшеницы за 7 лет составил 83 %. Структура посевов изменяется медленнее, в меньшем размере (коэффициент вариации – 8 %) и отстает на 1,5–2 года (рис. 2). Цель работы – определить региональные тенденции изменения урожайности сельскохозяйственных культур для Урала и Западной Сибири в условиях изменения климата, которые могут стать ориентирами в адаптации технологий выращивания сельскохозяйственных культур и изменении структуры посевных площадей с учетом рыночных ограничений.

Методология и методы исследования (Methods)

Сведения по площади посева, урожайности сельскохозяйственных культур, внесению удобрений взяты из Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). Гидротермические коэффициенты увлажнения Селянинова (ГТК) рассчитаны по данным температуры воздуха и осадков, полученных с сайта <http://www.pogodaiklimat.ru/history.php>.

В анализе использованы уравнения трендов графиков изменения показателей: урожайности, доз удобрений, ГТК.

Результаты (Results)

Урожайность зерновых культур зависит прежде всего от наличия влаги и температуры, которые измеряются гидротермическим коэффициентом. Рейтинг средних показателей урожайности и ГТК за 1993–2025 годы (33 года) в регионах Урала, Западной Сибири и Северного Казахстана указывают на прямую их связь. Так, в Свердловской области ГТК₅₋₇ самый высокий – 1,43, урожайность в рейтинге занимает первое место – 19,5 ц/га. Второе место у Тюменской области: ГТК₅₋₇ – 1,29, урожайность – 14,4 ц/га. Последнее место в рейтинге у Оренбургской области: ГТК₅₋₇ – 0,64, урожайность – 9,6 ц/га. Однако коэффициенты корреляции имеют прямо противоположные значения: чем выше ГТК и урожайность, тем ниже корреляционная связь. Это связано с тем, что при высоком ГТК его потенциал максимально реализован, повышение урожайности тормозят другие лимитирующие факторы: вегетационный период, температура, сорт и другие, что и проявилось в коэффициентах корреляции (таблица 1).

Таблица 1

Средние показатели ГТК и урожайности зерновых культур в регионах Урала, Западной Сибири и Северного Казахстана в 1993–2025 годы

Регион	ГТК ₅₋₇	Рейтинг ГТК	Урожайность, ц/га	Рейтинг урожайности	Коэффициент корреляции	Рейтинг коэффициента корреляции
Оренбургская область	0,64	10	9,6	9	0,51	2
Курганская область	0,99	6	13,1	4	0,34	5
Челябинская область	0,94	8	11,4	7	0,65	1
Свердловская область	1,43	1	19,5	1	–0,17	9
Тюменская область	1,29	2	14,4	2	0,08	8
Алтайский край	1,06	4	11,7	6	0,21	6
Новосибирская область	1,08	3	14,4	2	0,14	7
Омская область	1,03	5	14,1	3	0,44	4
Костанайская область	0,77	9	10,4	8	0,51	2
Северо-Казахстанская область	0,95	7	13,0	5	0,48	3

Источник: рассчитано авторами по данным [13, 14].

Table 1

Average values of hydrothermal coefficient and grain crop yields in the regions of the Urals, Western Siberia, and Northern Kazakhstan in 1993–2025

Region	Hydro-thermal coefficient ₅₋₇	Hydrothermal coefficient rating ₅₋₇	Yield centners per hectare	Yield rating	Correlation coefficient	Correlation coefficient rating
Orenburg region	0.64	10	9.6	9	0.51	2
Kurgan region	0.99	6	13.1	4	0.34	5
Chelyabinsk region	0.94	8	11.4	7	0.65	1
Sverdlovsk region	1.43	1	19.5	1	-0.17	9
Tyumen region	1.29	2	14.4	2	0.08	8
Altai Krai	1.06	4	11.7	6	0.21	6
Novosibirsk region	1.08	3	14.4	2	0.14	7
Omsk region	1.03	5	14.1	3	0.44	4
Kostanay region	0.77	9	10.4	8	0.51	2
North Kazakhstan region	0.95	7	13.0	5	0.48	3

Source: calculated by the authors based on the data [13, 14].

Влияние ГТК и удобрений на урожайность зерновых культур хорошо прослеживается на диаграмме Челябинской области (рис. 3). В период с 1993 по 2012 год тренд урожайности следовал за трендом ГТК. С 2013 по 2021 год ГТК снижался, урожайность, несмотря на увеличение объемов внесения удобрений, также упала. С 2022 по 2024 год при снижении внесения удобрений урожайность вслед за ростом ГТК снова повысилась. Следует заметить, что удобрения дают эффект при высоком уровне ГТК. Например, в 2023 году при низком ГТК (0,6) удобрений внесли по 15,4 кг д. в. /га, урожайность

составила 14,6 ц/га. В 2025 году при росте ГТК до 1,5, несмотря на снижение дозы удобрений до 10,6 кг д. в. / га, урожайность поднялась до 20,4 ц/га.

Во всех регионах, кроме Свердловской области, увеличивается применение удобрений. Коэффициенты тренда (К) показывают изменение внесения удобрений за один год (кг д. в.). Быстрее других рост идет в Алтайском крае (К = 1,02), Новосибирской (К = 1,25), Тюменской (К = 0,9) и Курганской областях (К = 0,79). В Омской области К = 0,54, в Свердловской – 0,51, Оренбургской – 0,22, Челябинской – 0,12.

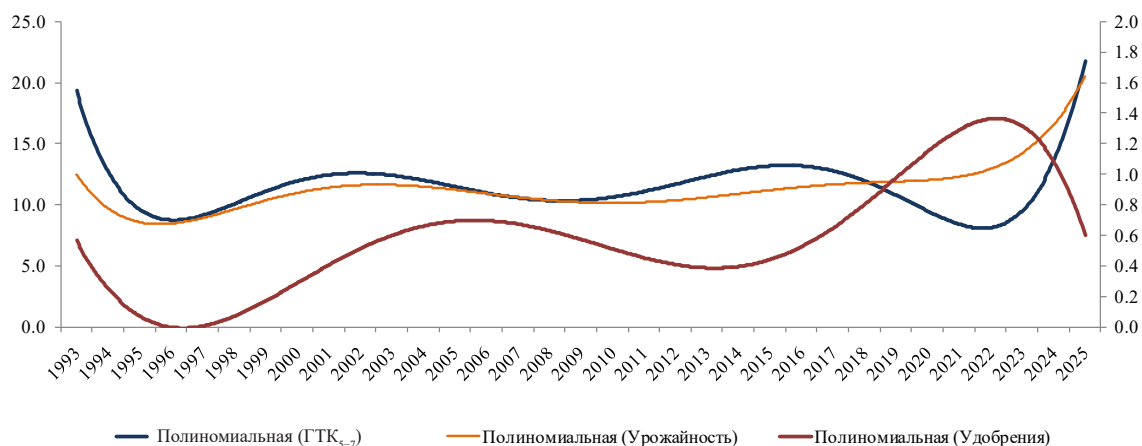


Рис. 3. Влияние ГТК и удобрений на урожайность зерновых культур в Челябинской области
Источник: построен авторами по данным [13; 14]

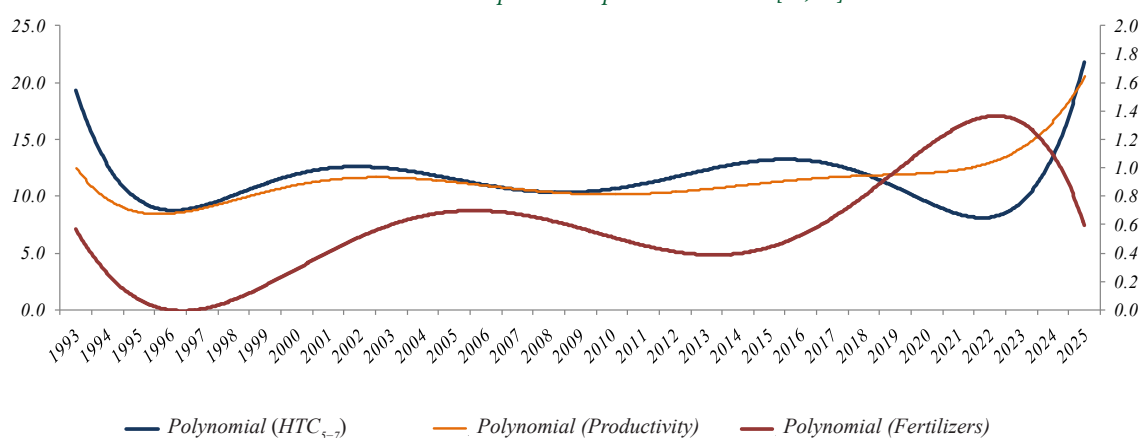


Fig. 3. The effect of hydrothermal coefficient and fertilizers on grain crop yields in the Chelyabinsk region
Source: constructed by the authors based on data [13; 14]

Несмотря на снижение ГТК, линейные тренды урожайности зерновых культур во всех анализируемых регионах в период с 1993 по 2025 год указывают на ее рост. Коэффициенты линейных трендов показывают, на сколько центнеров с одного гектара изменяется урожайность за один год. В большинстве областей коэффициент равен 0,3, в Омской области – 0,2, в Оренбургской и Челябинской – 0,1. ГТК снижается во всех регионах, кроме Омской и Челябинской областей, в которых коэффициент положительный и равняется 0,001. Наибольший темп снижения в Тюменской области – 0,007, следом идет Курганская область – 0,006, в Новосибирской, Свердловской областях и Алтайском крае темп снижения ГТК – 0,005, в Оренбургской – 0,004. Самые низкие темпы роста урожайности в Оренбургской, Челябинской и Омской областях ($K = 0,1$), что коррелирует с наиболее низкими ГТК (0,6–1,0) и дозами удобрений (2,0–3,6 кг д. в. / га) (таблица 2).

Тренды показывают, что во всех регионах, кроме Оренбургской и Челябинской областей, рост урожайности зерновых культур отстает от увеличения внесения удобрений, что ведет к снижению их экономической эффективности [15]. Как выше было отмечено, отставание во многом связано со снижением ГТК.

При рассмотрении показателей урожайности зерновых культур за более длительный период, в котором данные представлены по пятилеткам, в большинстве регионов Урала и Западной Сибири наиболее высокие значения урожайности приходятся на 1976–1980 и 2021–2025 годы. Следует заметить, что в Оренбургской, Курганской, Челябинской, Омской, Костанайской и Северо-Казахстанской областях урожайность в 1976–1980 годы была сопоставима с урожайностью в 2021–2025 годы (таблица 3). Это обстоятельство свидетельствует о том, что, несмотря на применение во втором периоде новых сортов, средств защиты растений, удобрений, техники, влагосберегающих технологий, тенденция снижения ГТК не позволяет в полной мере реализовать накопленный потенциал инноваций и практического опыта. Следует заметить, что рост урожайности зерновых культур сдерживается также отказом от глубокой обработки почвы и уменьшением площади посевов кормовых культур – хороших предшественников для зерновых. Повышение урожайности в сравнении с 1993 годом объясняется низким уровнем урожайности в девяностые годы в связи с падением ресурсного обеспечения.

Таблица 2

Уравнения линейных трендов изменения урожайности зерновых культур, ГТК и внесения удобрений в регионах Урала и Западной Сибири в 1993–2024 годы

Регион	Урожайность	ГТК ₅₋₇	Удобрения
Оренбургская область	$y = 7,3 + 0,1x$	$y = 0,7 - 0,004x$	$y = 0,95 + 0,22x$
Челябинская область	$y = 8,9 + 0,1x$	$y = 0,9 + 0,001x$	$y = 2,10 + 0,12x$
Курганская область	$y = 8,9 + 0,3x$	$y = 1,1 - 0,006x$	$y = -1,15 + 0,79x$
Омская область	$y = 11,2 + 0,2x$	$y = 1,0 + 0,001x$	$y = -3,55 + 0,54x$
Алтайский край	$y = 7,2 + 0,3x$	$y = 1,2 - 0,005x$	$y = -8,11 + 1,02x$
Новосибирская область	$y = 9,9 + 0,3x$	$y = 1,2 - 0,005x$	$y = -9,23 + 1,25x$
Свердловская область	$y = 11,6 + 0,3x$	$y = 1,2 - 0,005x$	$y = 22,75 + 0,51x$
Тюменская область	$y = 15,3 + 0,3x$	$y = 1,4 - 0,007x$	$y = 11,92 + 0,90x$

Источники: рассчитано авторами по данным [13; 14].

Table 2

Equations of linear trends in the yield of grain crops, hydrothermal coefficient and fertilizers in the regions of the Urals and Western Siberia in 1993–2025

Region	Productivity	Hydrothermal coefficient ₅₋₇	Fertilizers
Orenburg region	$y = 7.3 + 0.1x$	$y = 0.7 - 0.004x$	$y = 0.95 + 0.22x$
Chelyabinsk region	$y = 8.9 + 0.1x$	$y = 0.9 + 0.001x$	$y = 2.10 + 0.12x$
Kurgan region	$y = 8.9 + 0.3x$	$y = 1.1 - 0.006x$	$y = -1.15 + 0.79x$
Omsk region	$y = 11.2 + 0.2x$	$y = 1.0 + 0.001x$	$y = -3.55 + 0.54x$
Altai Krai	$y = 7.2 + 0.3x$	$y = 1.2 - 0.005x$	$y = -8.11 + 1.02x$
Novosibirsk region	$y = 9.9 + 0.3x$	$y = 1.2 - 0.005x$	$y = -9.23 + 1.25x$
Sverdlovsk region	$y = 11.6 + 0.3x$	$y = 1.2 - 0.005x$	$y = 22.75 + 0.51x$
Tyumen region	$y = 15.3 + 0.3x$	$y = 1.4 - 0.007x$	$y = 11.92 + 0.90x$

Source: calculated by the authors based on the data [13; 14].

Таблица 3

Урожайность зерновых и зернобобовых культур в регионах Урала, Западной Сибири и Северного Казахстана, ц/га

Регион	1976–1980 годы	2021–2025 годы
Оренбургская область	13,1	13,7
Курганская область	17,3	17,4
Челябинская область	14,5	15,1
Свердловская область	18,9	22,7
Тюменская область	15,4	23,2
Алтайский край	11,6	17,5
Новосибирская область	12,1	20,1
Омская область	15,0	16,1
Костанайская область	12,1	12,1
Северо-Казахстанская область	16,7	12,3

Источник: рассчитано авторами по данным [14].

Table 3

Grain and leguminous crop yields in the regions of the Urals, Western Siberia and Northern Kazakhstan, kg/ha

Region	1976–1980	2021–2025
Orenburg region	13.1	13.7
Kurgan region	17.3	17.4
Chelyabinsk region	14.5	15.1
Sverdlovsk region	18.9	22.7
Tyumen region	15.4	23.2
Altai Krai	11.6	17.5
Novosibirsk region	12.1	20.1
Omsk region	15.0	16.1
Kostanay region	12.1	12.1
North Kazakhstan region	16.7	12.3

Source: calculated by the authors based on the data [14].

Таблица 4

Коэффициенты трендов изменения урожайности зерновых и зернобобовых культур в регионах Урала и Западной Сибири в период с 2007 по 2025 гг.

Регион	Пшеница яровая	Пшеница озимая	Ячмень	Овес	Рожь	Зерновые и зернобобовые	В том числе горох
Оренбургская область	1,5	2,3	1,2	1,4	1	1,8	1,6
Курганская область	1,6	3,8	1,6	1,8	1,6	1,6	1,9
Свердловская область	2,1	1,8	1,7	1,6	1,8	1,9	1,9
Тюменская область	1,5	1,9	1,1	1,1	1,4	1,3	1,6
Челябинская область	1,9	2,3	1,6	1,6	1,5	1,8	1,9
Алтайский край	2,3	2,3	2,1	1,5	1,6	1,9	1,9
Новосибирская область	1,7	2,4	1,8	1,4	1,6	1,8	1,8
Омская область	1,5	2,5	1,4	1,3	1,5	1,4	1,6

Источник: рассчитано авторами по данным [14].

Table 4

The coefficient of trend in the yield of grain and leguminous crops in the regions of the Urals and Western Siberia in the period from 2007 to 2025

Region	Spring wheat	Winter wheat	Barley	Oats	Rye	Cereals and legumes	Including peas
Orenburg region	1.5	2.3	1.2	1.4	1.0	1.8	1.6
Kurgan region	1.6	3.8	1.6	1.8	1.6	1.6	1.9
Chelyabinsk region	2.1	1.8	1.7	1.6	1.8	1.9	1.9
Sverdlovsk region	1.5	1.9	1.1	1.1	1.4	1.3	1.6
Tyumen region	1.9	2.3	1.6	1.6	1.5	1.8	1.9
Altai Krai	2.3	2.3	2.1	1.5	1.6	1.9	1.9
Novosibirsk region	1.7	2.4	1.8	1.4	1.6	1.8	1.8
Omsk region	1.5	2.5	1.4	1.3	1.5	1.4	1.6

Source: calculated by the authors based on the data [14].

В таблице 4 представлен коэффициент тренда (КТ) изменения урожайности культур в регионах Урала и Западной Сибири в период с 2007 по 2025 год, который рассчитан как отношение урожайности культуры по уравнению тренда в 2025 году к урожайности в 2007 году. КТ указывает на ее рост по всем регионам и культурам. В то же время темп роста в регионах и по культурам различается. По яровой пшенице наибольший темп роста в Свердловской области (КТ = 2,1), наименьший – в Омской области (КТ = 1,5). Темп роста урожайности озимой пшеницы во всех регионах, кроме Свердловской области и Алтайского края, выше яровой. Наибольший рост в Курганской области КТ = 3,8, или более чем в два раза выше яровой. Данное обстоятельство свидетельствует о том, что озимая пшеница лучше адаптирована к изменяющимся климатическим условиям.

По другим зерновым (ячмень, овес, рожь) и зернобобовым культурам наблюдается отставание урожайности от яровой пшеницы. Исключением являются овес и горох в Курганской области, по которым рост урожайности (КТ = 1,8 и 1,9) выше, чем по яровой пшенице (1,6), а также горох в Новосибирской – 1,8, по яровой – 1,7 (таблица 4).

Кроме изменения количества осадков и температуры, на Урале и Западной Сибири увеличивает-

ся продолжительность вегетационного периода. По данным М. С. Петуховой с коллегами, за последние 60 лет период с устойчивой температурой выше 10 °С в Новосибирске увеличился на 3,4 дня, в Омске – на 3 дня [7]. В докладе об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год сообщалось, что в земледельческой зоне Сибири в 2024 году наблюдалось раннее возобновление вегетации (аномалии от –8 до –2 суток). В УрФО период с устойчивой температурой выше 5 °С за 10 лет увеличился на 2,9 дня, в Сибирском – на 3,1 дня [1]. По данным Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений, по Челябинской и Курганской областям вегетационный период озимой пшеницы сокращается: в 1987 году он составлял 323–327 дней [16], а в 2024 году – от 304 до 310 дней [17].

Увеличение вегетационного периода расширяет временные границы полевых работ. При проведении посева озимой пшеницы в рекомендуемые сроки с 26 до 31 августа пшеница созревает 11–15 июля следующего года [17]. На это время в среднем за 2017–2024 годы в Уральском федеральном округе приходится наиболее высокая цена пшеницы – 12 986 руб/т. В период массовой уборки, в сентябре, она опускается до 12 068 руб/т, в последующие месяцы – до 11 599–10 245 руб/т (рис. 4). Превы-

шение июльской цены по сравнению с сентябрьской – 918 руб/т. Себестоимость озимой пшеницы – 10 600 руб/т, яровой – 9370 руб/т. Прибыль по озимой пшенице, реализованной в июле, – 2930, по яровой, проданной в сентябре, – 2693 руб/т. Цифры различаются незначительно, но, учитывая более быстрый рост урожайности по озимой пшенице, разница прибыли в ее пользу будет увеличиваться. Кроме того, сроки посева и уборки озимой пшеницы не совпадают с таковыми у яровой и позволяют сократить потребность в технике и механизаторах.

При выращивании озимой пшеницы следует учитывать возможность экстремальных погодных условий, ведущих к ее гибели. Это обстоятельство не может быть мотивом для отказа от ее возделывания прежде всего потому, что яровые культуры также погибают в экстремальных условиях, например в засуху. Для предотвращения экономических потерь в случае гибели культур существует поддерживаемая государством система страхования.

Рост урожайности масличных культур во всех регионах, кроме Свердловской области, существенно выше по сравнению с ее изменением по яровой пшенице. Особенно высокие темпы роста масличных культур в регионах Западной Сибири: в Алтайском крае КТ = 5,3, в Омской – 3,5, что в 2–3 раза

выше, чем по яровой пшенице. В Курганской области урожайность масличных культур увеличивается также быстрее яровой пшеницы (КТ = 3), особенно по подсолнечнику (КТ = 4,7) (таблица 5). Эти данные, как и по озимой пшенице, свидетельствуют о лучшей адаптации масличных к изменениям климатических условий по сравнению с зерновыми культурами.

Увеличение вегетационного периода расширяет продолжительность благоприятных температур для выращивания масличных культур. Это способствует снижению напряженности при проведении полевых работ, особенно на уборке урожая.

Масличные культуры по сравнению с зерновыми имеют более высокую маржинальность [15]. По данным сводных годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий Курганской области, в период с 2017 по 2020 год масличные по рентабельности конкурировали с пшеницей, с 2021 по 2024 годы постоянно ее превосходили (таблица 6). Поэтому расширение посевных площадей масличных культур в регионах Урала и Западной Сибири обусловлены не только их лучшим соответствием природно-климатическим условиям, но и более высокой маржинальностью в границах платежеспособного спроса и возможностей экспорта.

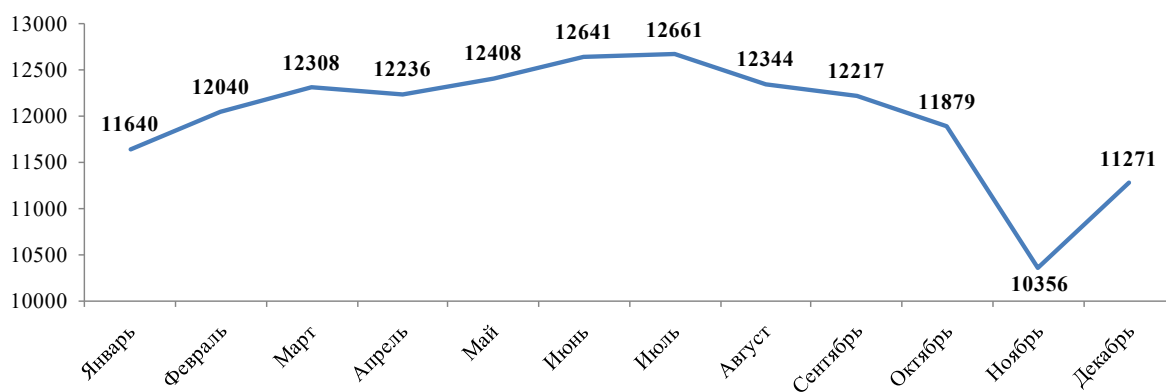


Рис. 4. Средние цены на пшеницу в Уральском федеральном округе за 2017–2024 годы, руб/т
Источник: построен авторами по данным [14]

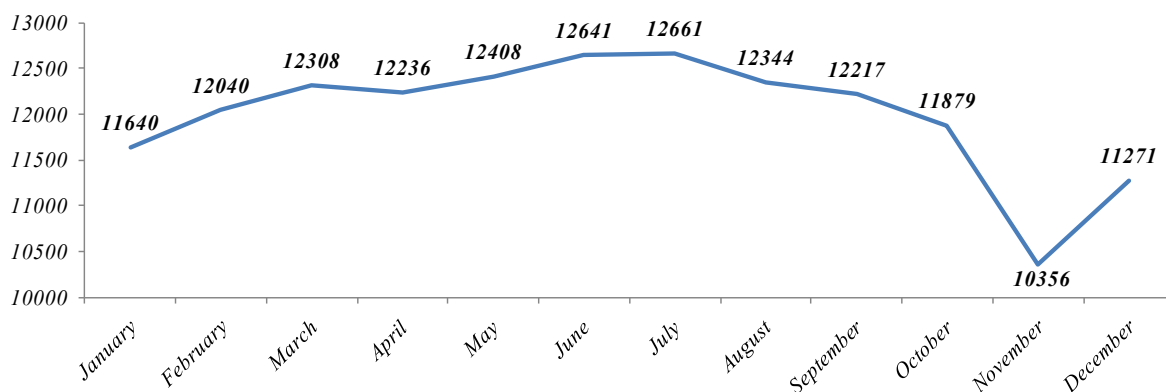


Fig. 4. Average wheat prices in the Ural Federal District for 2017–2024, rub/t
Sources: constructed by the authors based on data [14]

Таблица 5
Коэффициенты трендов изменения урожайности яровой пшеницы и масличных культур
в регионах Урала и Западной Сибири в период с 2007 по 2025 годы

Регион	Пшеница яровая	Масличные	В том числе:			
			Подсолнечник	Лен с 2011 г.	Рапс с 2011 г.	Соя
Оренбургская область	1,4	2,4	2,5	2,1	12,8	3,5
Курганская область	1,5	3	4,7	2,7	2,9	3,8
Свердловская область	2,1	1,9	—	—	2,6	1,8
Тюменская область	1,4	2,6	—	—	3,4	3,3
Челябинская область	1,7	2,9	3,2	5,2	2,1	—
Алтайский край	1,9	5,3	4,9	1,8	4,3	2,6
Новосибирская область	1,6	—	—	1,7	4,6	3,4
Омская область	1,2	3,5	2,4	0,7	3,3	3,6

Источник: рассчитано авторами по данным [14].

Table 5
The coefficient of trend in the yield of spring wheat and grain crops
in the regions of the Urals and Western Siberia in the period from 2007 to 2025

Region	Spring wheat	Oilseeds	Including:			
			Sunflower seeds	Flax since 2011	Rapeseed since 2011	Soy
Orenburg region	1.4	2.4	2.5	2.1	12.8	3.5
Kurgan region	1.5	3.0	4.7	2.7	2.9	3.8
Sverdlovsk region	2.1	1.9	—	—	2.6	1.8
Tyumen region	1.4	2.6	—	—	3.4	3.3
Chelyabinsk region	1.7	2.9	3.2	5.2	2.1	—
Altai Krai	1.9	5.3	4.9	1.8	4.3	2.6
Novosibirsk region	1.6	—	—	1.7	4.6	3.4
Omsk region	1.2	3.5	2.4	0.7	3.3	3.6

Sources: calculated by the authors based on the data [14].

Таблица 6
Рентабельность выращивания сельскохозяйственных культур в Курганской области

Культура	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Пшеница	35,7	36,4	45,3	42,4	46,4	35,8	17,3	3,5
Рожь	81,9	35,3	53,0	76,8	38,1	24,8	22,2	42,2
Гречиха	28,6	0,2	22,1	71,2	96,3	41,7	17,4	1,6
Овёс	21,2	6,5	22,9	29,2	29,5	20,1	1,8	15,7
Ячмень	17,8	35,7	43,3	36,5	49,4	33,3	5,6	4,1
Зернобобовые	81,0	32,3	44,6	38,5	55,7	30,1	22,4	23,2
Соя	15,9	36,2	7,5	58,0	95,6	75,5	71,1	55,7
Рапс	91,7	57,0	28,6	48,1	90,2	105,3	50,3	39,5
Подсолнечник	42,4	39,6	24,6	34,7	110,7	104,9	31,0	27,1
Лен	54,1	59,5	62,7	87,8	108,5	61,2	29,2	42,2

Table 6
Profitability of growing crops in the Kurgan region

Agricultural crop	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Wheat	35.7	36.4	45.3	42.4	46.4	35.8	17.3	3.5
Rye	81.9	35.3	53.0	76.8	38.1	24.8	22.2	42.2
Buckwheat	28.6	0.2	22.1	71.2	96.3	41.7	17.4	1.6
Oats	21.2	6.5	22.9	29.2	29.5	20.1	1.8	15.7
Barley	17.8	35.7	43.3	36.5	49.4	33.3	5.6	4.1
Legumes	81.0	32.3	44.6	38.5	55.7	30.1	22.4	23.2
Soy	15.9	36.2	7.5	58.0	95.6	75.5	71.1	55.7
Rapeseed	91.7	57.0	28.6	48.1	90.2	105.3	50.3	39.5
Sunflower seeds	42.4	39.6	24.6	34.7	110.7	104.9	31.0	27.1
Flax	54.1	59.5	62.7	87.8	108.5	61.2	29.2	42.2

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На всей территории Урала, Западной Сибири и прилегающих регионах Северного Казахстана в связи с изменением климата наблюдается ухудшение природных условий для выращивания сельскохозяйственных культур. Климатические изменения отражаются прежде всего в температуре и осадках, измерение значимости которых для растениеводства ведется по формуле гидротермического коэффициента (ГТК), объединяющего оба показателя. Во всех регионах Урала и Западной Сибири в период с 1993 по 2025 год отмечается снижение ГТК, но прослеживается рост урожайности зерновых культур, что связано с увеличением применения удобрений, внедрением новых сортов, средств защиты растений. Рост не обнаруживается при рассмотрении показателей урожайности зерновых культур за более длительный период с 1976–1980 по 2021–2024 годы, в это время урожайность зерновых культур была примерно одинаковой. Вероятно, урожайность за этот период не повышалась в связи со снижением ГТК, а также отказом от глубокой обработки почвы и уменьшением посевов кормовых культур – предшественников для зерновых.

В период с 2007 по 2024 годы темп роста урожайности озимой пшеницы во всех регионах, кроме Свердловской области и Алтайского края, был выше яровой. Наибольший рост наблюдался в Курганской области. Данное обстоятельство свидетельствует о том, что озимая пшеница лучше адаптирована к изменяющимся климатическим условиям. Рост урожайности масличных культур во всех регионах, кроме Свердловской области, существенно выше по сравнению с её изменением по зерновым культурам. В Курганской области урожайность масличных культур увеличивается в два раза быстрее, чем у яровой пшеницы. Эти данные, как и по озимой пшенице, свидетельствуют о лучшей адаптации масличных к изменениям климатических условий по сравнению с зерновыми культурами. Данные показывают, что в регионах Урала и Западной Сибири в границах платежеспособного спроса и возможностей экспорта следует больше внимания уделить изучению, разработке технологий выращивания и расширению посевов озимой пшеницы и масличных культур.

Библиографический список

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2025 год. Москва: Росгидромет, 2026. 129 с.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год. Москва: Росгидромет, 2024. 104 с.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. Москва: Росгидромет, 2025. 129 с.
4. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/data.do?format=excel> (дата обращения: 11.03.2026).
5. Popova K. Climate change and water availability in agriculture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 274. Article number 012117. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012117..
6. Okolie C. C., Danso-Abbeam G., Groupson-Paul O., Ogundeji A. A. Climate-smart agriculture amidst climate change to enhance agricultural production: a bibliometric analysis. // Land. 2023. Vol. 12, No. 1. Article number 50. DOI: 10.3390/land12010050.
7. Петухова М. С., Воропай Н. Н. К вопросу влияния природно-климатических факторов на сельское хозяйство Сибирского федерального округа // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 1. С. 10–15. DOI: 10.32651/241-10.
8. Петухова М. С., Рюмкин С. В., Воропай Н. Н. [и др.] Долгосрочный прогноз развития сельских территорий Сибири в условиях изменения климата. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. 259 с.
9. Савин И. Ю. О влиянии современных изменений климата на рост урожайности зерновых культур в России // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. № 2. С. 58–62. DOI: 10.31857/S2500262723020126.
10. Самыгин Д. Ю., Барышников, Н. Г., Куликова, Т. А. Принципы стратегирования агропродовольственного сектора региона: отраслевой аспект // Экономика региона. 2024. № 20 (3). С. 802–818. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-3-13.
11. Романенко И. А., Евдокимова Е. Прогнозирование урожайности зерновых культур в Оренбургской области в условиях изменения климата // Степи Северной Евразии: материалы девятого международного симпозиума. Оренбург, 2021. С. 669–677. DOI: 10.24412/cl-36359-2021-669-677.
12. Сипиц С. О., Романенко И. А., Евдокимова Н. Е. Урожайность как ключевой параметр прогнозирования развития агропродовольственных систем в условиях изменения климата // Актуальные вопросы современной экономики. 2024. № 7. С. 14–22.
13. Летопись погоды [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/history.php?id=ru®ion=74> (дата обращения: 11.03.2026).

14. Урожайность сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533> (дата обращения: 11.03.2026).

15. Степных Н. В., Заргарян А. М., Крамшенкова С. М. Экономическая эффективность средств химизации в растениеводстве Зауралья // АПК: экономика, управление. 2025. № 1. С. 97–107. DOI: 10.33305/251-97.

16. Итоги испытания сортов сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Курганской области за 1987 год. Курган: Инспектура госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур по Курганской области, 1987. 105 с.

17. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Курганской области за 2025 год. Курган: Филиал ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» по Челябинской и Курганской областям, 2005. 28 с.

Об авторах:

Николай Васильевич Степных, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики и инновационного развития, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия; ORCID 0000-0002-0208-1583, AuthorID 443333. E-mail: i@nstepnyh.ru

Елена Викторовна Нестерова, кандидат сельскохозяйственных наук, специалист, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия; ORCID 0000-0003-0599-5054, AuthorID 698817. E-mail: l.nesterowa2009@yandex.ru

Светлана Михайловна Крамшенкова, младший научный сотрудник лаборатории экономики и инновационного развития, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия; ORCID 0009-0001-1836-9266, AuthorID 1257077. E-mail: info@kurganniish.ru

References

1. *Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2025*. Moscow: Rosgidromet, 2026. 129 p. (In Russ.)

2. *Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2023*. Moscow: Rosgidromet, 2024. 104 p. (In Russ.)

3. *Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2024*. Moscow: Rosgidromet, 2025. 129 p. (In Russ.)

4. *Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS)* [Internet] [cited 2026 Nov 13]. 2026. Available from: <https://www.fedstat.ru/indicator/data.do?format=excel>. (In Russ.)

5. Popova K. Climate change and water availability in agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 274: 012117. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012117.

6. Okolie C. C., Danso-Abbeam G., Groupson-Paul O., Ogundeyi A. A. Climate-smart agriculture amidst climate change to enhance agricultural production: a bibliometric analysis. *Land*. 2023; 12 (1): 50. DOI: 10.3390/land12010050. (In Russ.)

7. Petukhova M. S., Voropai N. N. On the influence of natural and climatic factors on agriculture of the Siberian Federal District. *Economics of Agriculture of Russia*. 2024; 1: 10–15. DOI: 10.32651/241-10. (In Russ.)

8. Petukhova M. S., Ryumkin S. V., Voropai N. N., et al. *Long-term forecast of the development of rural areas of Siberia in the context of climate change*. Novosibirsk: Publishing Center of the Novosibirsk State Agrarian University “Zolotoy Kolos”, 2025. 259 p. (In Russ.)

9. Savin I. Yu. On the impact of modern climate change on the growth of grain yields in Russia. *Russian Agricultural Science*. 2023; 2: 58–62. DOI: 10.31857/S2500262723020126. (In Russ.)

10. Samygin D. Yu., Baryshnikov N. G., Kulikova T. A. Principles of strategising in the regional agri-food sector: industry aspect. *Economy of Regions*. 2024; 20 (3): 802–818. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-3-13. (In Russ.)

11. Romanenko I. A., Evdokimova E. Forecasting yield of grain crops in Orenburg region under climate change. *Steppes of Northern Eurasia: proceedings of the 9th International symposium*. Orenburg, 2021. Pp. 669–677. DOI: 10.24412/cl-36359-2021-669-677. (In Russ.)

12. Siptitz S. O., Romanenko I. A., Evdokimova N. E. Yield productivity as a key parameter for forecasting the development of agricultural food systems under climate change. *Current Issues of the Modern Economy*. 2024; 7: 14–22. (In Russ.)

13. *Chronicle of the weather* [Internet] [cited 2026 Mar 11]. Available from: <https://www.pogodaiklimat.ru/history.php?id=ru®ion=74>. (In Russ.)

14. *Crop yields. Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS)* [Internet] [cited 2026 Mar 11]. 2026. Available from: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533>. (In Russ.)

15. Stepnykh N. V., Zargaryan A.M., Kramshenkova S. M. Economic efficiency of the use of chemicals in crop production in the Zauralye. *AIC: Economics, Management*. 2025; 1: 97–107. DOI: 10.33305/251-97. (In Russ.)

16. *The results of testing of agricultural varieties at the state transport sites of the Kurgan region in 1987*. Kurgan: Inspection of the State Commission for variety testing of agricultural crops in the Kurgan region, 1987. 105 p. (In Russ.)

17. *Varietal zoning of agricultural crops and the results of variety testing in the Kurgan region for 2025*. Kurgan: Branch of the Federal State Budgetary Institution “State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements” in the Chelyabinsk and Kurgan regions, 2005. 28 p. (In Russ.)

Authors' information:

Nikolay V. Stepnykh, candidate of economic sciences, leading researcher at the laboratory of economics and innovative development, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0000-0002-0208-1583, AuthorID 443333.

E-mail: i@nstepnyh.ru

Elena V. Nesterova, candidate of agricultural sciences, specialist, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia;

ORCID 0000-0003-0599-5054, AuthorID 698817. *E-mail: l.nesterowa2009@yandex.ru*

Svetlana M. Kramshenkova, junior researcher at the laboratory of economics and innovative development, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0009-0001-1836-9266, AuthorID 1257077. *E-mail: info@kurganniish.ru*