

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 633.11:551.5

doi: 10.31774/2712-9357-2025-15-3-276-294

Влияние климата и погодных условий на динамику урожайности озимой пшеницы в условиях Курской области

Галина Михайловна Дериглазова

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Российская Федерация,
g_deriglazova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2401-3028>

Аннотация. **Цель:** определить лимитирующие погодные факторы, влияющие на урожайность озимой пшеницы в климатических условиях Курской области по временным периодам. **Материалы и методы.** Динамика урожайности озимой пшеницы в климатических условиях Курской области и сопряженных с ней данных по погодным условиям в регионе изучалась по архивным и статистическим данным конца XIX – начала XX в. (1899–1907 гг., 1913 г.) и с середины XX в. до нашего времени в течение 77 лет (с 1947 по 2023 г.). **Результаты.** Выявлено, что урожайность озимой пшеницы в Курской области с 1899 по 1907 г. изменялась от 7,2 до 16,3 ц/га. Колоссальное повышение урожайности озимой пшеницы с 6,3 до 62,7 ц/га наблюдалось в 1947–2023 гг. В 1947–1993 гг. урожайность озимой пшеницы каждые десять лет повышалась на 5,0 ц/га, а в 1994–2023 гг. – на 14 ц/га. Типичные погодные условия для возделывания озимой пшеницы в Курской области складываются в 45–42,6 % лет, благоприятные – в 23,3–33,0 %, а неблагоприятные – в 22,0–33,3 %. **Выводы.** Повышение среднемесячной температуры воздуха в феврале и марте положительно сказывалось на урожайности озимой пшеницы во все рассматриваемые периоды. Для получения высокого урожая необходимо, чтобы температура воздуха в мае была не более 13 °С, в июне – 18 °С, в июле – 20 °С и в августе около 20 °С, а количество осадков в мае было выше среднегодовой нормы. Увеличение среднегодовой температуры воздуха на 1 °С приводит к повышению урожайности на 6,9 ц/га с вероятностью 51 %. С суммой активных температур более 10 °С урожайность озимой пшеницы имеет тенденцию к повышению.

Ключевые слова: озимая пшеница, погодные условия, урожайность, температура воздуха, сумма осадков, ГТК

Сведения о научно-исследовательской работе, по результатам которой публикуется статья: работа выполнена и финансировалась в рамках Государственного задания Курского федерального аграрного научного центра по теме FGZU-2024-0001.

Для цитирования: Дериглазова Г. М. Влияние климата и погодных условий на динамику урожайности озимой пшеницы в условиях Курской области // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 3. С. 276–294. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-3-276-294>.

GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

The influence of climate and weather conditions on the dynamics of winter wheat yield in the Kursk region

Galina M. Deriglazova

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russian Federation,
g_deriglazova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2401-3028>



Abstract. Purpose: to determine the limiting weather factors affecting the winter wheat yield under the climatic conditions of the Kursk region by time periods. **Materials and methods.** The dynamics of the winter wheat yield under the climatic conditions of the Kursk region and the associated data on weather conditions in the region were studied using archival and statistical data from the late XIXth – early XXth centuries (1899–1907, 1913) and from the mid-XXth century to the present day for 77 years (from 1947 to 2023). **Results.** It was revealed that the winter wheat yield in the Kursk region varied from 7.2 to 16.3 c/ha from 1899 to 1907. A colossal increase in the winter wheat yield from 6.3 to 62.7 c/ha was observed in 1947–2023. In 1947–1993, the winter wheat yield increased by 5.0 c/ha every ten years, and by 14 c/ha in 1994–2023. Typical weather conditions for winter wheat cultivation in the Kursk region occur in 45–42.6 % of years, favorable in 23.3–33.0 %, and unfavorable in 22.0–33.3 %. **Conclusions.** An increase in the average monthly air temperature in February and March had a positive effect on the winter wheat yield in all the periods under consideration. To obtain a high yield, the air temperature in May must not exceed 13 °C, in June – 18 °C, in July – 20 °C, and in August about 20 °C, and the amount of precipitation in May must be higher than the long-term average annual. An increase in the average annual air temperature by 1 °C leads to an increase in yield by 6.9 c/ha with a probability of 51 %. With the sum of accumulated effective temperatures over 10 °C, the winter wheat yield tends to increase.

Keywords: winter wheat, weather conditions, yield, air temperature, precipitation total, hydrothermic index (HTI)

Information about the research work, on the results of which the article is published: the work has been carried out and financed within the framework of the State Assignment of the Kursk Federal Agrarian Scientific Center on the theme FGZU-2024-0001.

For citation: Deriglazova G. M. The influence of climate and weather conditions on the dynamics of winter wheat yield in the Kursk region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2025;15(3):276–294. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-3-276-294>.

Введение. Озимая пшеница является одной из наиболее распространенных культур для возделывания в Курской области. Площадь ее посевов в 2010 г. составила 429,7 тыс. га, или 32 %, а в 2023 г. – 313,6 тыс. га, или 18,6 % от общей посевной площади сельскохозяйственных культур в регионе. Высокая востребованность культуры обусловлена широким использованием в промышленности при производстве муки и хлебобулочных изделий. Она хороший предшественник и может произрастать на различных типах почв. При возделывании озимой пшеницы не требуется сложных технологий, и поэтому она является экономически выгодной культурой [1, 2].

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от множества факторов как природного, так и антропогенного, технологического и экономического воздействия. Наиболее непредсказуемыми являются погодные условия, которые зависят не только от климата, но и от территориаль-

ных особенностей [3, 4]. Потери урожайности культуры от неблагоприятных погодных условий составляют 15–20 %, а иногда и намного выше [5].

Исследованием влияния климата и погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур, в частности озимой пшеницы, занимаются ученые не только в нашей стране, но и во всем мире [6, 7]. Местоположение опытного поля является ключевым моментом при решении этого вопроса.

Так, в результате исследований, проведенных в Тамбовском НИИСХ, обнаружена слабая корреляционная связь между урожайностью озимой пшеницы и суммой осадков в августе и сентябре, а также от гидротермического коэффициента в августе [2].

Е. С. Бойко, В. П. Василько установили, что для получения высокого урожая озимой пшеницы в Краснодарском крае благоприятны условия, когда температура воздуха при посеве около 12–15 °С, а количество осадков в октябре и ноябре более 70 мм. В осенне-зимний период сумма осадков должна быть не менее 300 мм, а за апрель – июнь – не менее 250 мм при ГТК = 1,7 [5]. В засушливых условиях Поволжья урожайность озимой пшеницы имеет обратную связь с температурой воздуха в период кущения – колошения [8].

Таким образом, исследования, направленные на изучение влияния погодных условий на урожайность озимой пшеницы в конкретных климатических условиях, приобретают особую актуальность и научную значимость.

Цель работы: определить лимитирующие погодные факторы урожайности озимой пшеницы в климатических условиях Курской области по временным периодам: до начала технологического прогресса, при технологическом прогрессе, но до начала глобального потепления и в период глобального потепления в начале XX и XXI вв.

Материалы и методы. Динамика урожайности озимой пшеницы в климатических условиях Курской области и сопряженных с ней данных по

погодным условиям в регионе изучалась по архивным и статистическим данным конца XIX – начала XX вв. (1899–1907 гг., 1913 г.) и с середины XX в. до нашего времени в течение 77 лет (с 1947 по 2023 г.)^{1, 2}. Семидесятилетние данные были разбиты на два периода: до и во время глобального потепления.

Оценка климатических условий проводилась по среднемесячной температуре воздуха за каждый месяц и по сезонам, сумме осадков по месяцам и по сезонам, среднегодовой температуре воздуха, сумме активных температур за период вегетации, количеству осадков за год, сумме осадков при температуре воздуха более 10 °С, гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК), индексу сухости по Будыко (ИС), коэффициенту увлажнения по Сапожниковой (КУ).

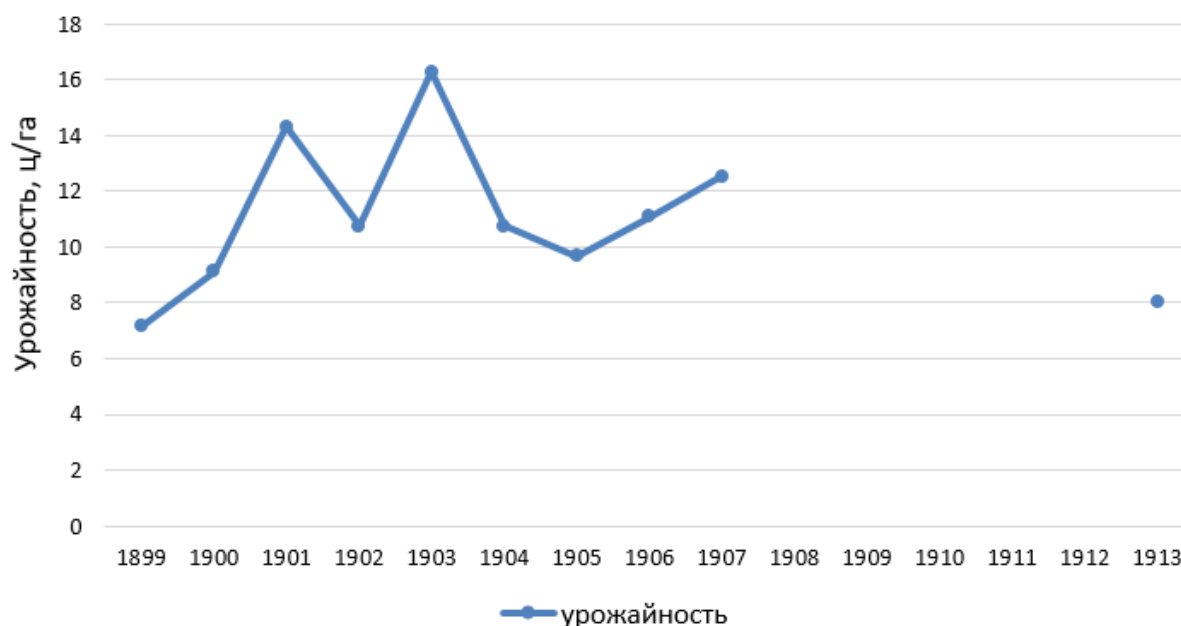
Математическая обработка полученных данных выполнялась методами описательной и вариационной статистики, а также использовался корреляционный и регрессионный анализ с применением программ Microsoft Office Excel и STATGRAP.

Результаты и обсуждение. Самые ранние сведения об урожайности озимой пшеницы в Курской области удалось обнаружить в статистических сборниках, находящихся в Государственном архиве Курской области [9, 10]. Данные об урожайности в непрерывный девятилетний период конца XIX – начала XX вв. представлены в пудах, полученных с десятины, и для сравнения единицы были переведены в более привычный вид – в ц/га.

Урожайность озимой пшеницы с 1899 по 1907 г. изменялась от 7,2 до 16,3 ц/га, интервал варьирования составил 9,1 ц/га, а средняя величина – 11,3 ц/га (рисунок 1, таблица 1). Максимальная урожайность была получена в 1903 г.

¹Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 03.02.2025).

²Gismeteo [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gismeteo.ru/diary> (дата обращения: 06.03.2025).



**Рисунок 1 – Урожайность озимой пшеницы
в Курской области в 1899–1913 гг.**

Figure 1 – Winter wheat yield in the Kursk region in 1899–1913

**Таблица 1 – Описательная статистика временных периодов
урожайности озимой пшеницы в Курской области**

**Table 1 – Descriptive statistics of time periods of winter wheat
yield in the Kursk region**

Период	Min	Max	Δx	$\bar{X}$	Абсолютно средний прирост
1899–1907	7,2	16,3	9,1	11,3	0,6
1947–1949	3,7	9,6	5,9	6,5	–0,9
1950–1959	5,5	16,2	10,7	10,1	0,9
1960–1969	7,4	25,5	18,1	15,0	1,6
1970–1979	17,2	31,0	13,8	24,5	–0,8
1980–1989	16,0	33,1	17,1	23,7	1,7
1990–1999	16,6	29,9	13,3	23,0	–1,1
2000–2009	16,8	36,6	19,8	26,2	1,7
2010–2019	21,7	53,3	31,6	38,6	2,8
2020–2023	43,8	62,7	18,9	56,3	1,4

Такой большой для того времени интервал варьирования урожайности озимой пшеницы был, видимо, обусловлен влиянием погодных условий, как отмечается и в сборнике. Данных о применении в то время органических удобрений не было найдено, а внесение минеральных удобрений под посевы культуры начали применять только с 1920 г.

В этот период сеяли озимую пшеницу не во всей губернии. В двух се-

верных уездах, таких, как Дмитриевский и Фатежский, она возделывалась в очень малых количествах: там все еще предпочтительней была рожь.

Земских агрономов Курской области тогда заботил вопрос перехода от трехпольного севооборота к четырехпольному, так как в губернии начали возделывать новые культуры: бурак и траву. Семена бурака раздавали безвозмездно, чтобы крестьяне убедились в его пользе для хозяйства [10].

Кроме вышеприведенных данных, было обнаружено, что урожайность озимой пшеницы в 1913 г. составляла 8,0 ц/га. 1913 г. – последний год мирного развития. В следующем году началась Первая мировая война, потом были Февральская и Октябрьская революции и Гражданская война. Экономика 1922–1928 гг. была нацелена на восстановление жизни после войны. С 1913 по 1941 г. в сборниках находим разрозненные данные об урожайности культур, да и сравнение их было бы некорректным из-за значительных политических и экономических преобразований в стране.

Следующий рассматриваемый непрерывный временной период начался в 1947 г. и продолжается по настоящее время. Урожайность озимой пшеницы в Курской области варьировала от 3,7 до 62,7 ц/га (рисунок 2).

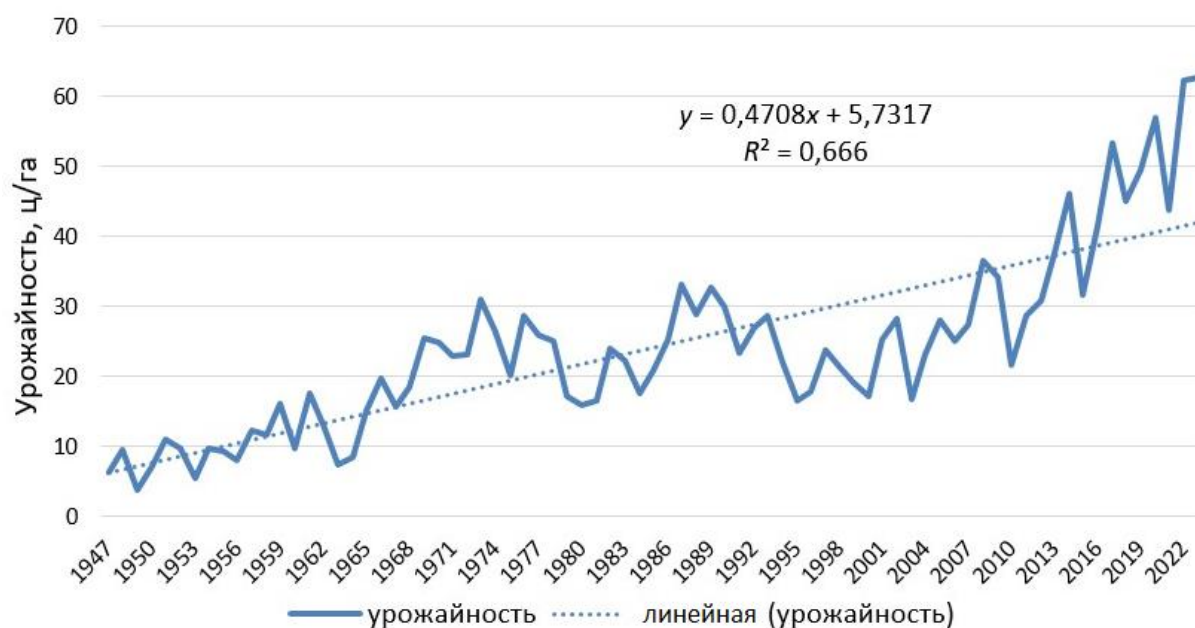
За 77 лет продуктивность культуры колоссально возросла: с 6,3 ц/га в 1947 г. до 62,7 ц/га в 2023 г., т. е. на 56,4 ц/га, или в 10 раз.

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить некоторую тенденцию увеличения как минимальных, так и максимальных значений урожайности по исследуемым периодам.

Размах вариации был нестабилен по годам и значительно изменялся. Наибольший показатель наблюдался в период 2010–2019 гг. и составил 31,6 ц/га. Причиной этому послужил резкий спад урожайности в 2010 г. из-за неблагоприятных погодных условий.

Средняя урожайность по рассматриваемым периодам имеет положительную временную динамику, кроме тяжелого послевоенного времени, когда наблюдался значительный спад всех рассматриваемых показате-

телей. Значительное повышение урожайности озимой пшеницы, практически на 10 ц/га, наблюдалось в период 1970–1979 и в 2010–2019 гг.: более чем на 10 ц/га. Возможно, это связано с тем, что в 1970–1979 гг. начали интенсивно применять как минеральные, так и органические удобрения, а 2010–2019 гг. – время внедрения новых высокоурожайных сортов культуры.



**Рисунок 2 – Урожайность озимой пшеницы
в Курской области в 1947–2023 гг.**

Figure 2 – Winter wheat yield in the Kursk region in 1947–2023

Абсолютно средний прирост урожайности показывает разность показателя на начало и конец периода, разделенную на количество лет периода. В условиях Курской области абсолютный средний прирост указывает на разнонаправленность изменения урожайности в результате неустойчивого климата. Такие же данные были получены и О. Д. Сиротенко и В. Н. Павловым [11].

Построение линии тренда временного ряда урожайности озимой пшеницы осложняется обстоятельством смены политического строя страны и ее экономическим кризисом, которые совпадают с периодом изменения климата. Так, при построении линии тренда урожайности озимой пше-

ницы в Курской области наблюдается резкий спад показателя в 1994–1995 гг. (рисунок 2). В это время значительно сократилось внесение удобрений под все культуры. В частности, под зерновые культуры в 1995 г. было внесено всего 7 кг/га минеральных удобрений, а органических – 1,9 т/га. Это резко контрастирует с показателями 1990 г.: 113 кг/га и 4,8 т/га соответственно. Аналогичным образом кардинально сократилось и количество почв, подвергшихся известкованию, что негативно сказалось на росте и продуктивности озимой пшеницы.

Анализируя динамику среднемесячной, среднегодовой температуры воздуха по временам года в Курской области по временным периодам, можно отметить, что значительное повышение среднегодовой температуры на 0,6 °С начинается в 1990–1999 гг. по сравнению с предыдущим десятилетием. Далее она возрастала на 0,8 °С и 0,7 °С за десятилетие. Таким образом, за 30 лет с 1990 по 2020 г. среднегодовая температура воздуха в Курске возросла на 2,1 °С, или в среднем на 0,7 °С за десятилетие, что значительно выше показателей по России (0,45 °С) (таблица 2).

Таблица 2 – Изменения среднемесячной, среднегодовой температуры воздуха и суммы осадков по временам года в Курской области

Table 2 – Changes in average monthly and annual air temperature and precipitation total by season in the Kursk region

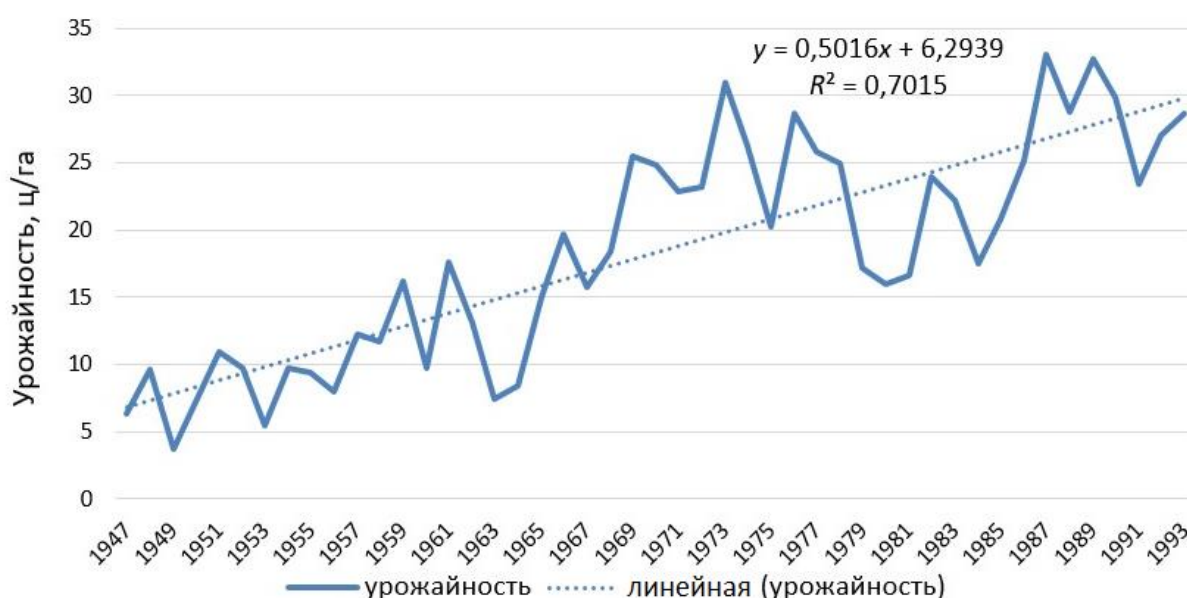
Период	Время года				Среднегодовая
	Зима	Весна	Лето	Осень	
1	2	3	4	5	6
Температура воздуха, °С					
1899–1907	–7,0	–5,4	18,0	5,4	5,5
1947–1949	–7,0	6,1	19,0	5,3	5,9
1950–1959	–7,7	5,2	18,4	5,5	5,4
1960–1969	–8,0	5,6	18,1	6,3	5,5
1970–1979	–7,2	6,6	17,7	5,6	5,7
1980–1989	–6,8	6,1	17,9	5,5	5,7
1990–1999	–5,6	6,8	18,3	5,6	6,3
2000–2009	–5,1	7,5	19,0	7,1	7,1
2010–2019	–5,1	8,4	20,4	7,4	7,8
2020–2023	–3,5	7,7	20,5	8,1	8,2

Продолжение таблицы 2

Table continued 2

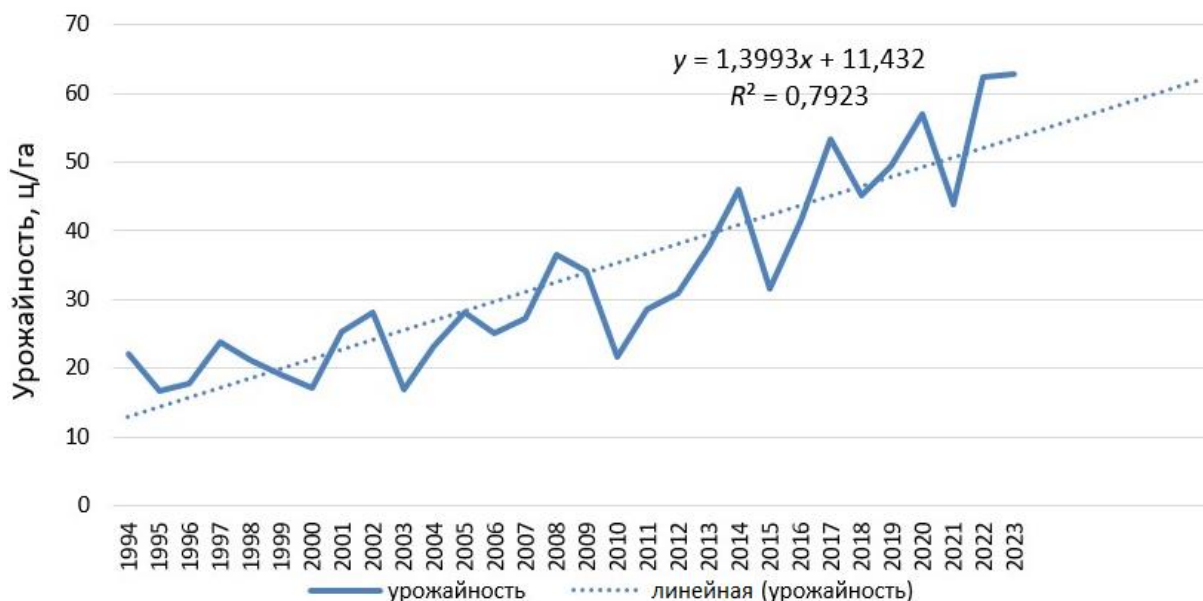
1	2	3	4	5	6
Сумма осадков, мм					
Период	Время года				За год
	Зима	Весна	Лето	Осень	
1899–1907	133	154	177	145	609
1947–1949	131	97	250	129	607
1950–1959	130	160	218	148	656
1960–1969	132	126	181	120	559
1970–1979	129	128	193	169	619
1980–1989	144	132	239	150	665
1990–1999	120	146	194	193	653
2000–2009	132	149	195	174	650
2010–2019	157	133	185	139	614
2020–2023	173	167	198	192	730

Количество осадков по временам года и за год в Курской области было нестабильным и характеризовалось высокой амплитудой колебаний. Поэтому для построения более достоверной линии тренда урожайность озимой пшеницы была разбита на два временных периода: 1947–1993 гг. и 1994–2023 гг. Данное решение было оправданно, потому что коэффициент детерминации возрос с 0,67 до 0,70 и 0,79 (рисунки 2–4).



**Рисунок 3 – Урожайность озимой пшеницы
в Курской области в 1947–1993 гг.**

Figure 3 – Winter wheat yield in the Kursk region in 1947–1993



**Рисунок 4 – Урожайность озимой пшеницы
в Курской области в 1994–2023 гг.**

Figure 4 – Winter wheat yield in the Kursk region in 1994–2023

Исходя из регрессионных уравнений линий тренда, можно сделать вывод, что в 1947–1993 гг. урожайность озимой пшеницы за десять лет возрастала на 5,0 ц/га. В следующий период она уже повышалась более существенно – на 14 ц/га за десятилетие, т. е. скорость роста увеличилась почти в 3 раза.

Построение линии тренда динамики урожайности позволяет увидеть ее увеличение при улучшении технологии возделывания озимой пшеницы и применении новых сортов. Отклонение на $-10...+10$ % от среднего по линии тренда свидетельствует о влиянии погодных условий.

Таким образом, было установлено, что в период 1899–1907 гг. средняя урожайность, не выходящая за отклонение на $-10...+10$ % от среднего по линии тренда, была в 45,0 % случаев. Благоприятные годы, когда урожайность увеличилась на (+10 %), и неблагоприятные годы (–10 %) возникали в 33,0 и 22,0 % лет соответственно.

В период 1947–1993 гг. средняя урожайность была зафиксирована в 42,6 % случаев (20 лет). Благоприятные годы, когда урожайность увеличи-

лась на (+10 %), составили 31,9 % (15 лет), а неблагоприятные годы (–10 %) – 25,5 % (12 лет).

В период 1994–2023 гг. средняя урожайность была получена в 43,4 % случаев (13 лет), благоприятная – в 23,3 % (7 лет) и неблагоприятная в 33,3 % (10 лет).

Таким образом, можно сделать вывод, что количество благоприятных лет, которые являются оптимальными для получения максимального урожая, уменьшается со временем, а количество неблагоприятных лет увеличивается.

В общей сложности можно сказать, что типичные погодные условия для возделывания озимой пшеницы в Курской области складываются в 45–42,6 %, благоприятные – в 23,3–33,0 %, а неблагоприятные – в 22,0–33,3 %.

Чтобы определить влияние лимитирующих погодных факторов на урожайность озимой пшеницы в климатических условиях Курской области по временным периодам, был осуществлен корреляционный анализ комплексного ряда непрерывных данных. Значимые коэффициенты корреляции урожайности озимой пшеницы и погодных условий в Курской области по периодам показали, что в период 1899–1907 гг. урожайность культуры имела зависимость от большего числа погодных параметров, чем в другие периоды (таблица 3).

Как показывают исследования, сбалансированное внесение органических и минеральных удобрений может несколько сглаживать негативное влияние погодных условий на урожайность культур. Растения при этом получают оптимальное количество питательных веществ, что способствует их лучшему развитию и росту [2, 4]. Поэтому уменьшение количества значимых коэффициентов корреляции урожайности с конкретными погодными показателями в период 1947–1993 гг., возможно, было связано с данным фактом.

Таблица 3 – Значимые коэффициенты корреляции Пирсона урожайности озимой пшеницы и погодных условий в Курской области по периодам

Table 3 – Significant Pearson correlation coefficients of winter wheat yield and weather conditions in the Kursk region by periods

Погодные условия		Период		
		1899–1907 гг.	1947–1993 гг.	1994–2023 гг.
Среднесуточная температура воздуха по месяцам	Февраль	0,41	0,35	0,36
	Март	0,51	0,42	0,38
	Апрель	0,51	–	–
	Июнь	0,56	–	0,30
	Октябрь	–0,30	–	0,38
Среднегодовая температура воздуха		0,38	0,30	0,64
Сумма осадков по месяцам	Май	0,46	–	0,36
	Сентябрь	–0,49	0,37	–
	Ноябрь	0,55	–	–
	Декабрь	0,34	–	0,43
Осадки за год		–	–	–
Осадки более 10 °С		–	–	–
САТ		0,36	–	0,35
ГТК		–	–	–
ИС		0,38	–	–
КУ		–	–	–

Распределяя года по типичным, благоприятным и неблагоприятным погодным условиям, проанализируем данные среднемесячной температуры воздуха по месяцам (рисунок 5).

Выяснено, что повышение среднемесячной температуры воздуха в феврале и марте положительно сказывалось на урожайности озимой пшеницы во все рассматриваемые периоды.

Рассматривая температуру воздуха в летний период, можно заметить, что в первом временном периоде при ее увеличении наблюдается повышение урожайности, во втором периоде значения уже становятся равными, а в настоящее время дальнейшее увеличение температуры воздуха больше влияет не с положительной стороны, а, наоборот, – негативно. Так, для получения высокого урожая необходимо, чтобы температура воздуха в мае была не более 13 °С, в июне уже 18 °С, в июле – не более 20 °С и в августе около 20 °С. Но данная зависимость будет справедлива только

в сочетании с необходимой нормой осадков в данные периоды, так как показатели неразрывно взаимосвязаны между собой и влияют на рост и развитие растений.

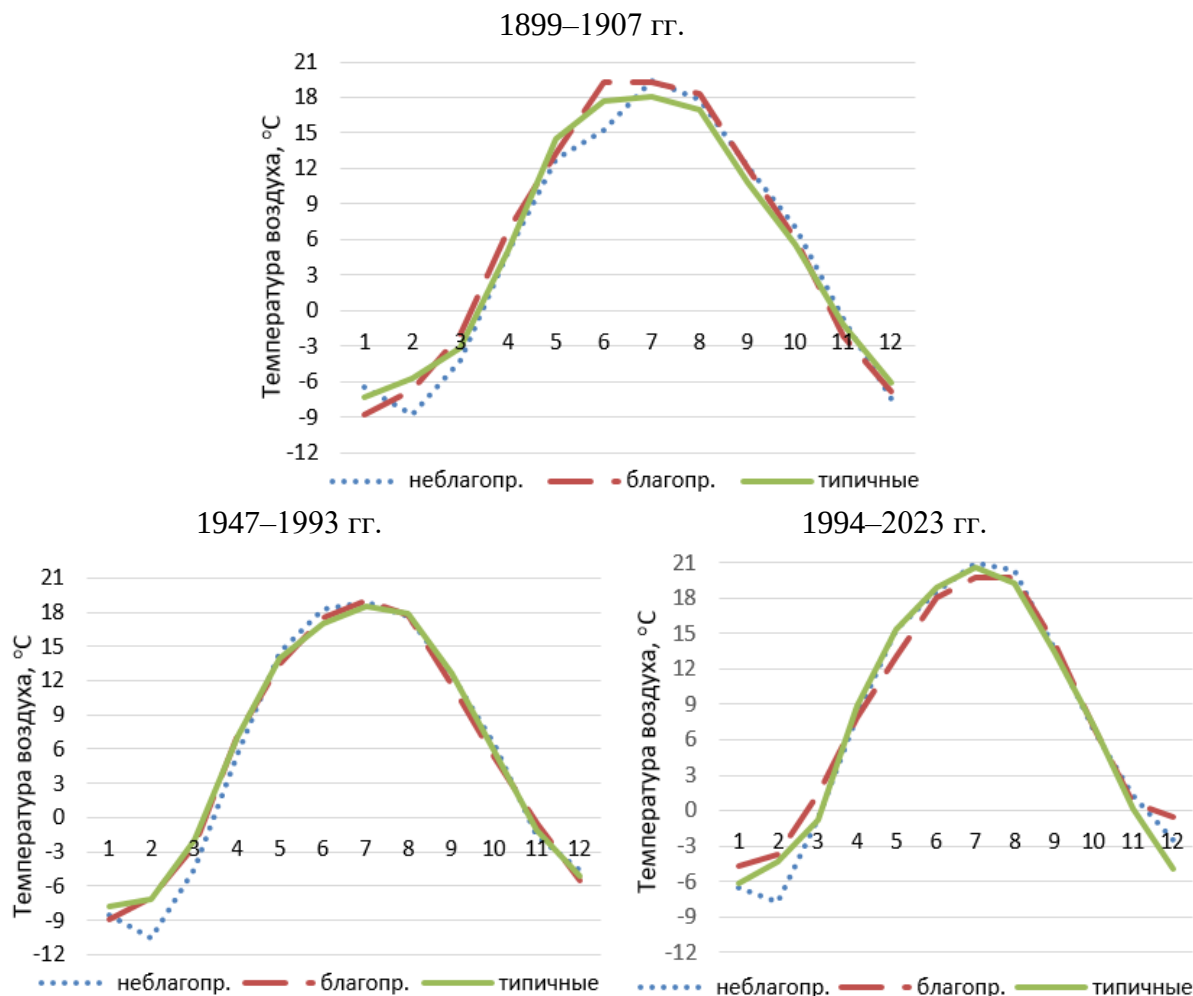


Рисунок 5 – Динамика среднемесячной температуры воздуха по месяцам в годы с типичными, благоприятными и неблагоприятными погодными условиями
Figure 5 – Dynamics of average monthly air temperature by month in years with typical, favorable and unfavorable weather conditions

Обращаясь к графикам распределения лет по отношению к увеличению урожайности от суммы осадков по месяцам по рассматриваемым периодам, можно подумать, что они хаотичны, и не увидеть зависимости с первого взгляда (рисунок 6).

Сопоставив эти графики с коэффициентами корреляции Пирсона, можно выявить среднюю прямую зависимость урожайности озимой пшени-

цы от суммы осадков в мае ($r = 0,46; 0,36; \alpha = 0,05$). При увеличении количества осадков выше среднегодовой нормы урожайность повышалась.

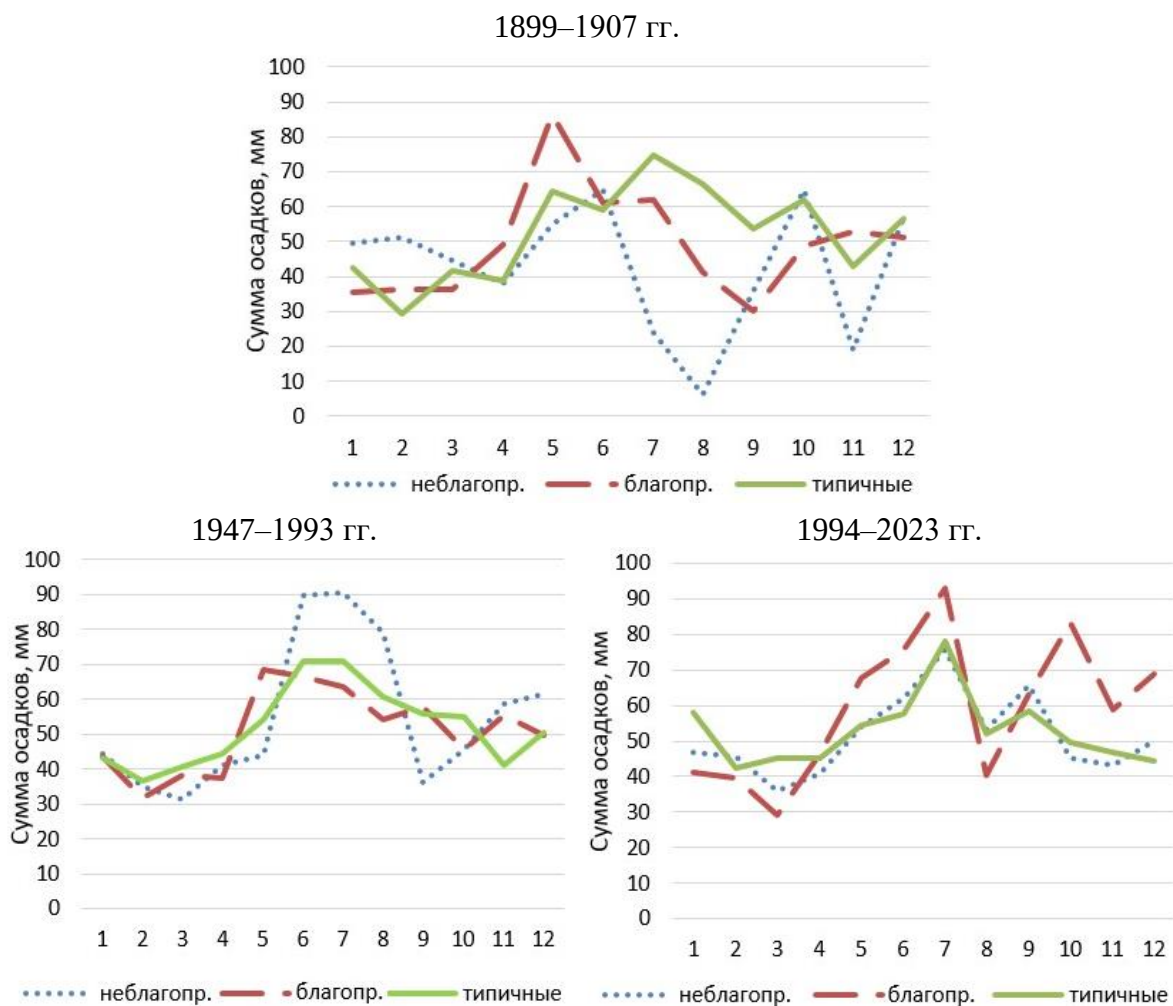


Рисунок 6 – Динамика суммы осадков по месяцам в годы с типичными, благоприятными и неблагоприятными погодными условиями

Figure 6 – Dynamics of total precipitation by month in years with typical, favorable and unfavorable weather conditions

Из графиков видно, что резкое увеличение суммы осадков в июне и удержание такого количества в июле и августе второго рассматриваемого периода приводило к негативным последствиям. В то же время в третьем периоде постепенное увеличение суммы осадков в июне и июле и спад в августе являлись благоприятными условиями в получении высоких урожаев. Но значимых коэффициентов корреляции в данных случаях не было выявлено.

Увеличение суммы осадков в сентябре сыграло как положительную, так и отрицательную роль в формировании урожайности культуры. В начале XIX в. наблюдалась отрицательная связь между показателями. Возможно, это связано с тем, что некоторое снижение осадков давало больше времени для проведения посевной, поскольку использовался ручной труд. С середины и до конца века эта связь стала уже средней положительной ($r = 0,37$; $\alpha = 0,05$), так как посевные работы проводились быстрее и дождь после посева способствовал быстрому прорастанию семян. В настоящее время эта связь стала слабее, хотя на графике видна четкая зависимость.

Урожайность озимой пшеницы находится в прямой связи со среднегодовой температурой воздуха, которая варьирует от умеренной до сильной ($r = 0,30$ – $0,64$; $\alpha = 0,05$) в зависимости от конкретного периода. Построив график взаимосвязи этих показателей, добавим линию тренда и определим регрессионное уравнение, отражающее эту зависимость (рисунок 7).

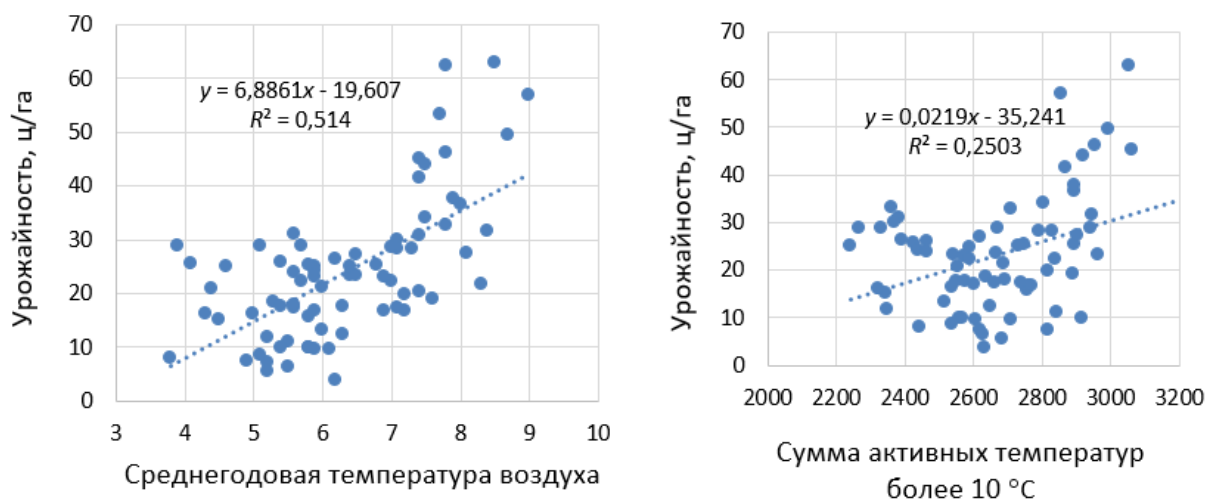


Рисунок 7 – Зависимость урожайности озимой пшеницы от среднегодовой температуры воздуха и суммы активных температур

Figure 7 – Dependence of winter wheat yield on average annual air temperature and the sum of accumulated effective temperatures

Уравнение регрессии показывает, что увеличение среднегодовой температуры воздуха на 1 °C приводит к повышению урожайности озимой пшеницы на 6,9 ц/га с вероятностью в 51 %.

С суммой активных температур более 10 °С урожайность озимой пшеницы имела среднюю связь в двух периодах. Построив линию тренда этой взаимосвязи, выясняем, что коэффициент детерминации слишком низкий, и поэтому данная связь имеет тенденцию лишь к повышению.

Также урожайность имела среднюю зависимость и с индексом сухости в начале XIX в. ($r = 0,38$; $\alpha = 0,05$).

С остальными показателями, как осадки за год, осадки более 10 °С и с такими комплексными показателями, как ГТК и коэффициент увлажнения, взаимосвязи у урожайности выявлено не было.

Выводы. В результате исследований выяснено, что урожайность озимой пшеницы в Курской области с 1899 по 1907 г. изменялась от 7,2 до 16,3 ц/га. Колоссальное повышение урожайности озимой пшеницы с 6,3 до 62,7 ц/га (на 56,4 ц/га, или в 10 раз) наблюдалось в 1947–2023 гг.

Установлено, что в 1947–1993 гг. урожайность озимой пшеницы за десять лет возрастала на 5,0 ц/га, а в 1994–2023 гг. она уже повышалась на 14 ц/га за десятилетие.

Типичные для возделывания озимой пшеницы в Курской области погодные условия складываются в 45–42,6 %, благоприятные – в 23,3–33,0 %, а неблагоприятные – в 22,0–33,3 % случаев. Количество благоприятных лет, которые являются оптимальными для получения максимального урожая уменьшается, а количество неблагоприятных лет увеличивается.

Выяснено, что повышение среднемесячной температуры воздуха в феврале и марте положительно сказывается на урожайности озимой пшеницы во все рассматриваемые периоды.

Для получения высокого урожая необходимо, чтобы температура воздуха в мае была не более 13 °С, в июне – 18 °С, в июле – не более 20 °С и в августе около 20 °С, а количество осадков в мае было выше среднемноголетней нормы. Постепенное увеличение суммы осадков в июне и июле и

спад в августе являлись благоприятными условиями для получения высоких урожаев.

Увеличение суммы осадков в сентябре сыграло как положительную, так и отрицательную роль в формировании урожайности культуры. В начале XIX в. наблюдалась сильная отрицательная связь между показателями. С середины и до конца века эта связь стала уже средней положительной ($r = 0,37$; $\alpha = 0,05$), так как посевные работы проводились быстрее, и дождь после посева способствовал быстрому прорастанию семян. В настоящее время эта связь стала слабее.

Увеличение среднегодовой температуры воздуха на 1 °С приводит к повышению урожайности озимой пшеницы на 6,9 ц/га с вероятностью в 51 %. С суммой активных температур более 10 °С урожайность озимой пшеницы имеет тенденцию к повышению. Также урожайность имела среднюю зависимость, индекс сухости в начале XIX в. ($r = 0,38$; $\alpha = 0,05$).

Список источников

1. Дудкина Т. А. Влияние различных севооборотов, доз минеральных удобрений и погодных условий на урожай и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 1(29). С. 30–40. DOI: 10.33952/2542-0720-2022-1-29-30-40. EDN: FPEPYS.
2. Погода и урожайность пшеницы озимой / Л. Н. Вислобокова, Г. Н. Пугачев, И. В. Латышов, И. П. Хаустович // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012. № 2. С. 44–48. EDN: PEOMKT.
3. Айдиев А. Ю., Боева Н. Н., Дериглазова Г. М. Эффективность доз минеральных удобрений под озимую пшеницу в зависимости от погоды // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 11. С. 36–38. EDN: ISDBMR.
4. Карабутов А. П., Уваров Г. И., Найдёнов А. А. Особенности агротехники озимой пшеницы в меняющихся погодных условиях // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 43–45. EDN: PCYGRF.
5. Бойко Е. С., Василько В. П. Урожайность озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края, в зависимости от цикличности погодных условий // Научный журнал КубГАУ. 2020. № 163. С. 40–52. DOI: 10.21515/1990-4665-163-003. EDN: EDKUZZ.
6. A framework for improved predictions of the climate impacts on potential yields of UK winter wheat and its applicability to other UK crops / G. Hayman, J. W. Redhead, M. Brown, E. Pinnington, F. Gerard, M. Brown, W. Fincham, E. L. Robinson, Ch. Huntingford, R. F. Pywell // Climate Services. 2024. Vol. 34. Article number: 100479. DOI: 10.1016/j.cliser.2024.100479.
7. Climate data integration into wheat performance evaluation reveals large inter-varietal

responses / J. Raymond, S. Penfield, A. Lovett, I. Mackay, H. Philpott, C. J. Ch. Simpson, S. Dorling // *Environmental Research: Food Systems*. 2025. Vol. 2. Article number: 015002. DOI: 10.1088/2976-601X/ad90e4.

8. Горянин О. И. Влияние климата и погодных условий на урожайность зерновых культур в засушливых условиях Поволжья // *Земледелие*. 2024. № 4. С. 19–24. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-4-19-24. EDN: BQDWPB.

9. Текущая сельскохозяйственная статистика Курского губернского земства. Кн. 2. Курск: Тип. Кур. губ. земства, 1905. 114 с.

10. Текущая сельскохозяйственная статистика Курского губернского земства. Кн. 1. Курск: Тип. Кур. губ. земства, 1905. 106 с.

11. Сиротенко О. Д., Павлова В. Н. Оценка влияния изменения климата на сельское хозяйство методом пространственно-временных аналогов // *Метеорология и гидрология*. 2003. № 8. С. 89–99. EDN: OGCLYE.

References

1. Dudkina T.A., 2022. *Vliyanie razlichnykh sevooborotov, doz mineral'nykh udobreniy i pogodnykh usloviy na urozhay i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy v Tsentral'nom Chernozem'e* [Influence of different crop rotations, rates of mineral fertilizers and weather conditions on the yield and quality of winter wheat grain in the Central Black Earth Region]. *Tavricheskiy Vestnik Agrarnoi Nauki* [Taurida Herald of the Agrarian Sciences], no. 1(29), pp. 30-40, DOI: 10.33952/2542-0720-2022-1-29-30-40, EDN: FPEPYS. (In Russian).

2. Vislobokova L.N., Pugachev G.N., Latyshov I.V., Khaustovich I.P., 2012. *Pogoda i urozhaynost' pshenitsy ozimoy* [Weather and winter wheat productivity]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulet. of Michurinsk State Agrarian University], no. 2, pp. 44-48, EDN: PEOMKT. (In Russian).

3. Aidiev A.Yu., Boeva N.N., Deriglazova G.M., 2006. *Effektivnost' doz mineral'nykh udobreniy pod ozimuyu pshenitsu v zavisimosti ot pogody* [Efficiency of mineral fertilizer doses for winter wheat depending on the weather]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex], no. 11, pp. 36-38, EDN: ISDBMR. (In Russian).

4. Karabutov A.P., Uvarov G.I., Naidenov A.A., 2012. *Osobennosti agrotekhniki ozimoy pshenitsy v menyayushchikhsya pogodnykh usloviyakh* [Features of winter wheat agricultural technology in changing weather conditions]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex], no. 9, pp. 43-45, EDN: PCYGRF. (In Russian).

5. Boyko E.S., Vasilko V.P., 2020. *Urozhaynost' ozimoy pshenitsy v tsentral'noy zone Krasnodarskogo Kraya, v zavisimosti ot tsiklichnosti pogodnykh usloviy* [The yield of winter wheat in the central area of the krasnodar edge, depending on the cyclical nature of weather conditions]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of KubSAU], no. 163, pp. 40-52, DOI: 10.21515/1990-4665-163-003, EDN: EDKUZZ. (In Russian).

6. Hayman G., Redhead J.W., Brown M., Pinnington E., Gerard F., Brown M., Fincham W., Robinson E.L., Huntingford Ch., Pywell R.F., 2024. A framework for improved predictions of the climate impacts on potential yields of UK winter wheat and its applicability to other UK crops. *Climate Services*, vol. 34, article number: 100479, DOI: 10.1016/j.climser.2024.100479.

7. Raymond J., Penfield S., Lovett A., Mackay I., Philpott H., Simpson C.J.Ch., Dorling S., 2025. Climate data integration into wheat performance evaluation reveals large inter-varietal responses. *Environmental Research: Food Systems*, vol. 2, article number: 015002, DOI: 10.1088/2976-601X/ad90e4.

8. Goryanin O.I., 2024. *Vliyanie klimata i pogodnykh usloviy na urozhaynost' zernovykh*

kul'tur v zasushlivykh usloviyakh Povolzh'ya [The influence of climate and weather conditions on the yield of grain crops in arid conditions of the Volga region]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 4, pp. 19-24, DOI: 10.24412/0044-3913-2024-4-19-24, EDN: BQDWPB. (In Russian).

9. *Tekushchaya sel'skokhozyaystvennaya statistika Kurskogo gubernskogo zemstva* [Current Agricultural Statistics of the Kursk Provincial Zemstvo]. Book 2. Kursk, Type, Kursk Provincial Municipality Publ., 1905, 114 p. (In Russian).

10. *Tekushchaya sel'skokhozyaystvennaya statistika Kurskogo gubernskogo zemstva* [Current Agricultural Statistics of the Kursk Provincial Zemstvo]. Book 1. Kursk, Type, Kursk Provincial Municipality Publ., 1905, 106 p. (In Russian).

11. Sirotenko O.D., Pavlova V.N., 2003. *Ocenka vliyaniya izmeneniya klimata na sel'skoe khozyajstvo metodom prostranstvenno-vremennykh analogov* [Assessment of climate change impact on agriculture using the method of spatio-temporal analogues]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], no. 8, pp. 89-99, EDN: OGCLYE. (In Russian).

Информация об авторе

Г. М. Дериглазова — ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания полевых культур, доктор сельскохозяйственных наук, Курский федеральный аграрный научный центр (305021, Курская область, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 70Б), g_deriglazova@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2401-3028.

Information about the author

G. M. Deriglazova – Leading Researcher at the Laboratory of Cultivation Technology of Field Crops, Doctor of Agricultural Sciences, Federal Agricultural Kursk Research Center (305021, Kursk region, Kursk, st. Karl Marx, 70B), g_deriglazova@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2401-3028.

Автор несет ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.
The author is responsible for violation of scientific publication ethics.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 09.04.2025; одобрена после рецензирования 17.07.2025; принята к публикации 24.09.2025.
The article was submitted 09.04.2025; approved after reviewing 17.07.2025; accepted for publication 24.09.2025.