

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631, 551.582, 551.583

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_2_23

EDN: DEAOIM

Оценка влияния основных агроклиматических показателей на урожайность зерновых культур в XXI веке (по данным Ульяновской области)**Разида Бариевна Шарипова^{1✉}, Олег Геннадьевич Зотов²**¹ Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Ульяновск, Россия² Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова, Ульяновск, Россия¹ rezedasharipova63@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты комплексного исследования региональной изменчивости климата и ее влияния на урожайность зерновых в современных условиях глобального потепления. Изучена динамика основных агроклиматических показателей территории Ульяновской области с 2000 по 2021 г. Для обработки и анализа исходных данных использовались методы сравнения, анализа и обобщения. Изменения агроклиматических показателей изучаемого региона оценивались с помощью проверенных статистических методов, корреляционного и трендового анализов. Достоверность результатов оценивалась с помощью F-теста Фишера и T-критерия Стьюдента. Параметры синусоидального, корреляционного, трендового и дискриминантного анализа определяли с помощью методов аппроксимации и анализа с использованием функций разложения ряда Фурье и путем изучения многолетней вариации функций преобразования кривых «период – длина». Выявлено, что среднегодовая температура в XXI в. повысилась на 1,4 °С, суммарная активная температура – на 207,7 °С, количество осадков – на 94,6 мм. В то же время отмечено увеличение количества атмосферных засух, которые неизбежно привели к уменьшению значений ГТК. В целом локальные изменения климата не оказывают негативного воздействия на показатели урожайности сельскохозяйственных культур, так как эти значения являются положительными – 14,6 ц/га при высокой степени достоверности. Рассмотрены и обобщены климатические показатели теплого сезона. Определены даты, в которые среднесуточная температура характеризуется устойчивым переходом через значения 0, +5 и +10 °С, выверена периодичность теплого сезона. Полученные результаты наглядно отображают динамику урожайности зерновых культур с высокой степенью достоверности.

Ключевые слова: вегетационный период, климат, тенденция, осадки, температура воздуха, урожайность

Для цитирования: Шарипова Р.Б., Зотов О.Г. Оценка влияния основных агроклиматических показателей на урожайность зерновых культур в XXI веке (по данным Ульяновской области) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 23–33. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_23–33.

4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Assessment of the impact of core agro-climatic indicators on grain crop yields in the XXI century (case study of Ulyanovsk Oblast)**Razida B. Sharipova^{1✉}, Oleg G. Zotov²**¹ Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture, Ulyanovsk, Russia² Ulyanovsk State University of Education, Ulyanovsk, Russia¹ rezedasharipova63@mail.ru✉

Abstract. The authors present an overall study on the regional climate variability and its impact on grain yields in modern conditions of anthropogenic global warming. The dynamics of the main agro-climatic indicators of the territory of Ulyanovsk Oblast from 1990 to 2021 has been studied. Methods of comparison, analysis and generalization were used for analyzing the initial data. Changes in the agro-climatic indicators of the studied region were assessed using proven statistical methods, correlation and trend analysis. The reliability of the results was assessed using Fisher exact test and Student's T-test. The parameters of sinusoidal, correlation, trend and discriminant analysis were determined with approximation and analysis methods using Fourier series expansion

functions and by studying the long-term variation of the “period – length” curve transformation functions. It was revealed that the average annual temperature in the XXI century increased by 1.4 °C, the total active temperature – by 207.7 °C, the amount of precipitation – by 94.6 mm. At the same time, an increase in the number of atmospheric droughts was noted, which inevitably led to a decrease in the values of the hydrothermal coefficient. In general, local climate changes do not have a negative impact on crop yields, since these values remain positive, i.e. 14.6 c/ha with a high degree of reliability. The presented study analyzes and summarizes the climatic indicators of the warm season. The dates on which the average daily temperature is characterized by a steady transition through the values of 0, +5 and +10 °C have been determined, the frequency of the warm season has been verified. The results obtained clearly show the dynamics of grain yields with high reliability.

Key words: growth season, climate, trend, precipitation, air temperature, frost, yield

For citation: Sharipova R.B., Zotov O.G. Assessment of the impact of core agroclimatic indicators on grain crop yields in the XXI century (case study of Ulyanovsk Oblast). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):23-33. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_23-33.

Введение

Данные публикуемых многочисленных исследований свидетельствуют о глобальных изменениях мирового климата, выражающихся в сокращении периодичности возникновения экстремальных погодных явлений и климатических аномалий, оказывающих негативное воздействие на хозяйственную деятельность человека [1, 4, 5, 9, 15, 18].

Число сторонников неотвратимости глобального потепления и последующей перестройки мирового хозяйства постоянно растет. Однако некоторые исследователи, основываясь на теории «циклов Миланковича», утверждают, что настоящее потепление вскоре сменится длительным похолоданием и, следовательно, общепринятая концепция перестройки мирового хозяйства является ошибочной [1, 10, 11, 14, 20]. В связи с вышесказанным следует отметить, что среди всей группы отраслей народного хозяйства сельское хозяйство наиболее восприимчиво к изменению климата и требует реализации неотложных мер для адаптации к динамично изменяющимся условиям.

Использование метеорологической информации при составлении графиков изменения метеорологических условий на конкретной территории и определении их последующего влияния на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур позволяет научно обосновать направления и перспективы развития растениеводства в целом, оценить перспективы выращивания нетрадиционных культур в регионе.

Анализ динамики агроклиматических показателей позволяет определить оптимальный набор сельскохозяйственных культур, спрогнозировать количество и качество получаемой продукции, провести комплексную оценку сельскохозяйственного потенциала определенной территории [5, 7, 16].

Цель работы – комплексный анализ динамики основных климатических показателей Ульяновской области и оценка их влияния на урожайность зерновых культур за период с 2000 по 2021 г.

В круг задач входил анализ динамики показателей среднегодовой температуры воздуха, суммы активных температур, годовой суммы атмосферных осадков (в том числе за период вегетации), гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК), выявление трендов изменения безморозного периода в Ульяновской области и их последующего воздействия на урожайность зерновых культур.

Методика эксперимента

Характеристика основных климатических показателей основана на сведениях, опубликованных в метеорологических ежегодниках за 1990–2021 гг. [8]. Использовали статистические данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ульяновской области (Ульяновскстат), результаты исследований развития АПК России в целом и Ульяновской области в частности, материалы министерства агропромышленного

комплекса и развития сельских территорий Ульяновской области [12, 13], а также данные стандартных наблюдений, которые велись специалистами агрометеорологического поста Тимирязевский Ульяновского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, расположенного на территории Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства с 1993 по 2023 г.

Обработку и анализ исходных данных проводили с помощью методов сравнения, анализа и синтеза.

Оценку изменений показателей климата региона выполняли с использованием таких традиционных статистических методов, как корреляционный анализ, анализ тенденций (трендов) и др. Достоверность результатов оценивалась с помощью критериев Фишера и Стьюдента [19].

Для определения параметров оптимальной аппроксимации и синусоиды, выбора методов корреляции и дискриминантного анализа, а также для выявления тренда использовалось дискретное преобразование Фурье многолетней вариации функций преобразования кривых «период – длина».

Результаты и их обсуждение

Ульяновская область образована 19 января 1943 г. и как субъект Российской Федерации входит в состав Приволжского федерального округа.

Территориально Ульяновская область располагается в восточной части Восточно-Европейской равнины и занимает площадь 37,2 тыс. км². Около 75% территории относится к всхолмленному Предволжью, 25% представляет собой равнинную заволжскую часть, естественной границей между которыми является Куйбышевское водохранилище.

Протяженность территории в меридиональном направлении – около 252 км, в широтном – около 291 км. Самый северный населенный пункт области – с. Бекетовка Старомайнского района, самый южный – с. Илюшкино Павловского района, самый западный – с. Первомайское Инзенского района, самый восточный – с. Вороний Куст Новомалыклинского района. Согласно официальным данным географический центр региона – непримечательная точка между селами Спешневка и Стоговка Кузоватовского района. Территория области значительно удалена от морских акваторий. До ближайшего Азовского моря – около 1000 км, а до Баренцева моря – около 1400 км.

Географическое положение определило природно-климатические особенности региона. Основной тип климата – умеренно-континентальный. Область пересекают три природные зоны: европейская тайга с севера и северо-запада, зона степей с юга и юго-востока и зона лесостепи, занимающая около 80% территории.

Такое физико-географическое положение позволяет сделать заключение о довольно благоприятных природно-климатических условиях для ведения сельского хозяйства и выращивания основных сельскохозяйственных культур [2, 3].

Динамика основных факторов климата на территории Ульяновской области

Сельское хозяйство в целом и отрасль растениеводства в частности имеют ярко выраженный сезонный характер и зональную специализацию, обусловленные особенностями климата территории возделывания сельскохозяйственных культур, вследствие чего многие культурные растения дают урожай только в период активной вегетации [10, 14].

Анализ динамики основных агроклиматических показателей за двадцатидвухлетний период позволяет прогнозировать наступление благоприятных условий для возделывания сельскохозяйственных культур и дать трендовую оценку динамики их урожайности.

Динамика среднегодовой температуры воздуха. Изменения климата в последние десятилетия обуславливают повышение значений температурного режима, структурные перестройки в распределении осадков, что приводит к увеличению частоты возникновения всех типов засух, росту их силы и продолжительности в регионе (рис. 1).

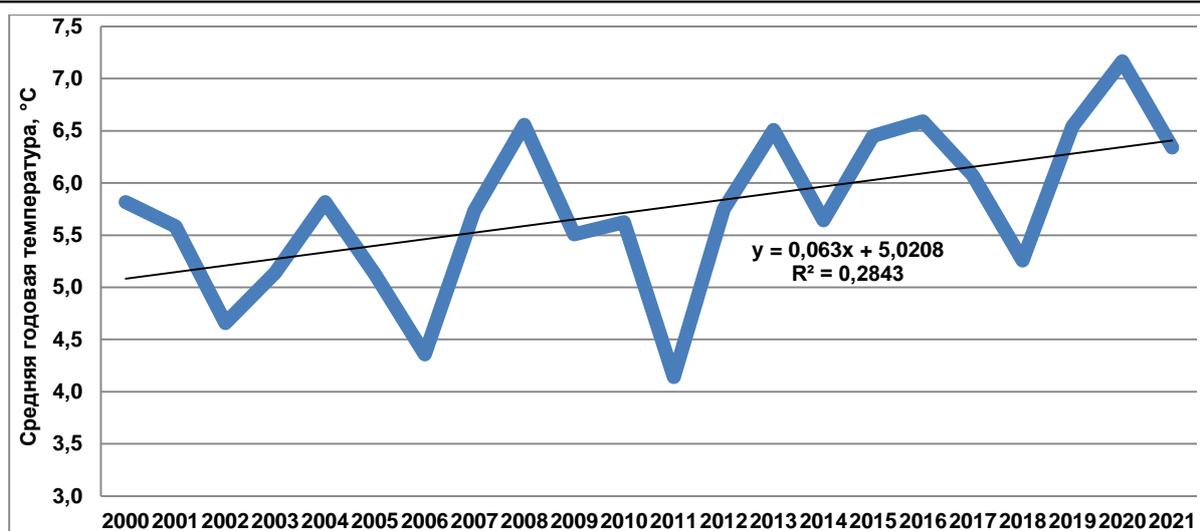


Рис. 1. Динамика средней годовой температуры за 2000–2021 гг. в Ульяновской области

Источник: составлено авторами по данным [8].

Анализ данных рисунка 1 позволяет сделать вывод о повышении в XXI в. среднегодовой температуры воздуха на 1,4 °С при достаточно высокой достоверности ($R^2 = 0,2843$), следствием чего является увеличение частоты засушливых периодов: засухи наблюдались четырнадцать раз, при этом характер засух изменялся год от года (табл. 1).

Таблица 1. Агроклиматические характеристики территории исследования и показатели урожайности зерновых культур

Годы	Сумма осадков за апрель – август	ГТК	Характер засухи	Сумма активных температур, °С	Урожайность зерновых культур, т/га
2000	266	1,4		2386	17,2
2001	178	0,7	Летне-осенняя	2501	17,8
2002	162	0,5	Летняя	2385	16,0
2003	243	1,3		2414	16,9
2004	316	1,5		2557	18,3
2005	254	1,0	Весенняя	2574	17,8
2006	272	1,1		2516	17,3
2007	258	1,2		2668	18,9
2008	183	1,1	Весенняя	2483	17,6
2009	198	0,8	Летне-осенняя	2593	18,0
2010	77	0,3	Устойчивая	3066	21,0
2011	254	0,9		2619	19,1
2012	346	1,0	Весенняя	2722	20,4
2013	268	0,9		2677	20,2
2014	180	0,6	Осенняя	2586	18,9
2015	244	0,7	Весенне-осенняя	2683	19,9
2016	211	0,6	Летняя	2699	20,7
2017	376	1,5		2395	17,8
2018	193	0,4	Весенне-осенняя	2663	19,6
2019	234	0,9	Летняя, осенняя	2457	19,1
2020	338	1,3	Осенняя	2621	18,0
2021	172	0,5	Устойчивая	2785	21,6
Среднее	237	0,9		2582	29,6
Коэффициент корреляции	0,19397	0,4981		0,8352	

Источник: составлено авторами по данным [8].

Доля весенних засух составляет 13,6% в общем объеме за весь период наблюдений (2005, 2008, 2012 гг.).

Летние засухи отмечены в 2002 и 2016 гг., их доля составляла 9%.

Летне-осенние и весенне-осенние засухи зафиксированы в 2001, 2009, 2019 гг. (13,6%) и 2015, 2018 гг. (9%).

Осенние засухи пришлись на 2014 и 2020 гг., а в 2010 и 2021 гг. наблюдались устойчивые засухи.

Наиболее пагубное влияние этих периодов на сельскохозяйственные культуры отмечали в годы весенне-летних и устойчивых засух.

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод, что общая периодичность наступления засух в Ульяновской области составляет 2–3 года, а устойчивых засух – около 10 лет (табл. 1).

Динамика среднегодовой суммы осадков. Годовая сумма осадков является важным показателем, так как включает в себя не только количество осадков за вегетационный период, но и запас воды в снеге или количество выпавших осадков между периодами активной вегетации. Показатели обеспеченности влагой сельскохозяйственных культур – базовый фактор, определяющий величину урожая (рис. 2).

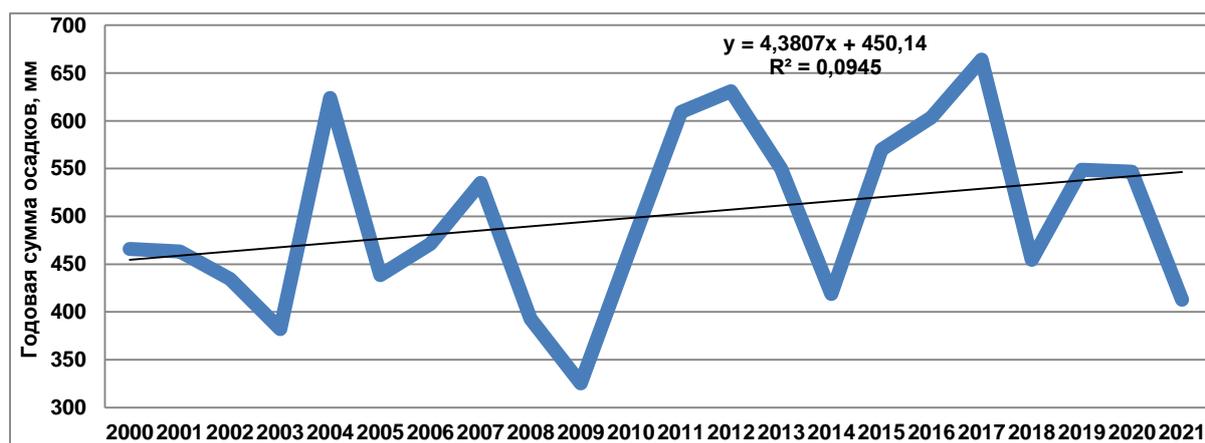


Рис. 2. Динамика годовой суммы атмосферных осадков в Ульяновской области за 2000–2021 гг.

Источник: составлено авторами по данным [8, 12].

Среднегодовое количество осадков в регионе за исследуемые годы составило 490 мм. Максимально значение (664 мм) отмечено в 2017 г., минимальное (324 мм) – в 2009 г. В основном 48,3% выпавших за год осадков (237 мм) приходилось на теплый период, однако показатель 2010 г. резко отличался, так как составлял всего 126 мм (рис. 2, табл. 1). Таким образом, по определенным показателям коэффициента наклона линейного тренда (КНЛТ) среднегодовое количество осадков увеличивалось на 94,6 мм за 22 года.

Динамика суммы активных температур. Как отмечалось ранее, сумма активных температур – базовый показатель периода активной вегетации, определяющий совокупную потребность растений в тепле, а для сельскохозяйственной оценки степени увлажнения и засушливости вегетационного периода широкое применение получил индекс ГТК Селянинова [14, 18, 21].

Анализ временного ряда суммы активных температур показал положительную тенденцию (рис. 3).

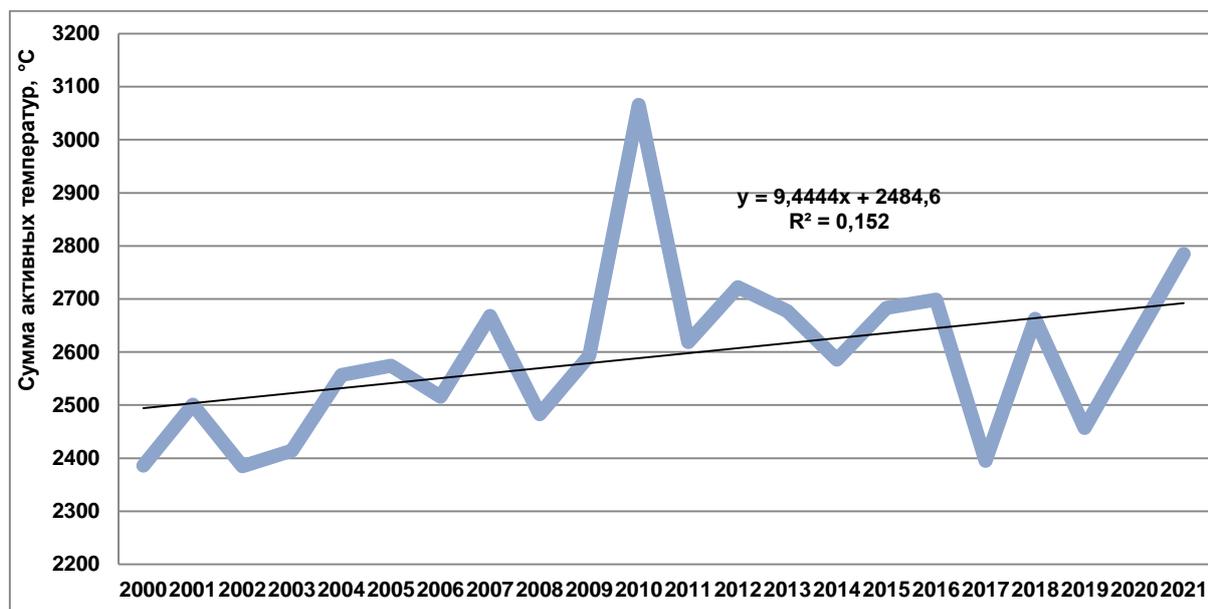


Рис. 3. Динамика суммы активных температур Ульяновской области за 2000–2021 гг.

Источник: составлено авторами по данным [8, 12].

За исследуемый временной отрезок вышеуказанный показатель увеличился на 207,7 °С, что говорит об увеличении общей продолжительности как вегетационного периода, так и периода активной вегетации с температурой более +10 °С. Наблюдается тесная корреляционная связь (0,8352) между урожайностью и суммой активных температур (табл. 1).

Данные обстоятельства позволяют сделать вывод о прогнозируемом увеличении продуктивности теплолюбивых культур, а также необходимом селекционировании традиционных культур к негативным факторам высокой температуры.

Динамика распределения значений ГТК. Характер увлажнения территории наиболее полно проявляется в зависимости от особенностей засухи в ходе вегетационного периода, который оценивается в том числе и с помощью гидротермического коэффициента Селянинова.

Гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) характеризует уровень влагообеспеченности или влагодефицитности территории. Увлажнение считается оптимальным, если ГТК = 1–1,5, избыточным при ГТК > 1,6, недостаточным при ГТК < 1 и слабым, если ГТК < 0,5 [16]. Значение гидротермического коэффициента за вегетацию не является критерием хорошего или плохого развития посевов, в большей степени важна равномерность распределения осадков по периодам вегетации, особенно в критические периоды развития сельскохозяйственных культур.

Оценка изменений гидротермического коэффициента свидетельствует о нарастании температуры более быстрыми темпами, чем уровень количества выпавших атмосферных осадков и, как следствие, об увеличении числа засушливых периодов в регионе на 0,33 единицы за последние 22 года. Коэффициент корреляции связи урожайности с ГТК – 0,49818 (табл. 1, рис. 4).

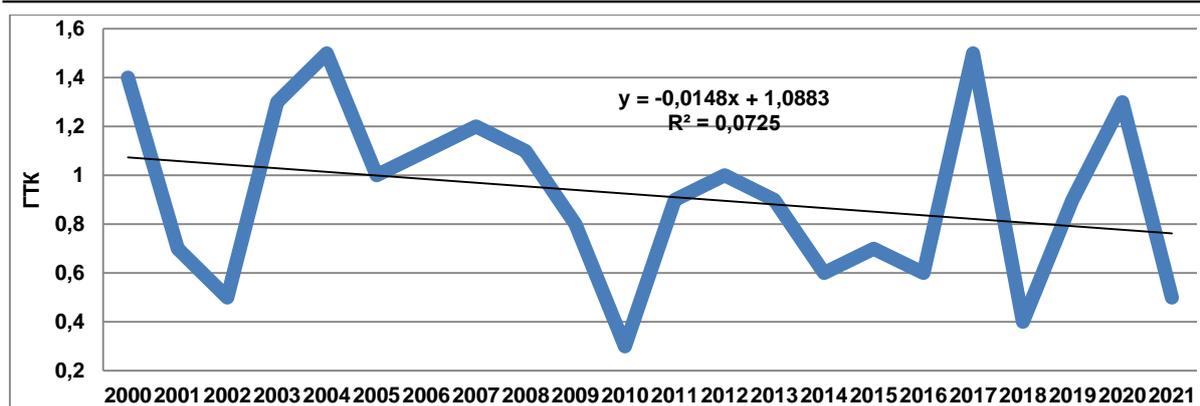


Рис. 4. Динамика распределения гидротермического коэффициента за 2000–2021 гг.

Источник: составлено авторами по данным [8,12].

Продолжительность вегетационного периода и заморозков. По данным многочисленных исследований, последние десятилетия характеризуются увеличением продолжительности вегетационного периода [6, 7]. При этом следует отметить, что несмотря на увеличение продолжительности периода вегетации, сокращается продолжительность периодов без заморозков (до 15 дней). В связи с данным обстоятельством возможны негативные последствия для сельскохозяйственных культур из-за воздействия низких температур приземного слоя.

На территории региона весенние заморозки, как правило, начинаются в мае, а заканчиваются в июне (табл. 2). Согласно метеорологическим данным за указанный период дата последнего заморозка варьирует – с 5 по 16 мая, но в западных и северо-западных районах области вероятность заморозков сохраняется до середины июня. Весенние заморозки опасны для зерновых культур и могут быть причиной снижения урожайности на 20–25%.

Таблица 2. Даты наступления последних весенних и первых осенних заморозков и их продолжительность в Ульяновской области

Даты заморозков по сезонам и их продолжительность		Метеорологические станции						
		Инза	Сурское	Ульяновск	Димитровград	Сенгилей	Канадей	Среднее по области
Дата последнего заморозка весной	средняя	16.05	12.05	05.05	08.05	05.05	13.05	10.05
	ранняя	07.04 1995	07.04 1995	06.04 1991	03.04 2001	05.04 1995	01.06 2018	03.04 2001
	поздняя	16.06 2018	12.06 2018	30.05 2002	02.06 2018	25.05 2019	01.06 2018	16.06 2018
Дата первого заморозка осенью	средняя	21.09	25.09	28.09	28.09	04.10	27.09	27.09
	ранняя	25.08 2015	01.09 1997	04.09 1994	04.09 1994	08.09 2010	03.09 2015	25.08 2015
	поздняя	12.10 2016	15.10 2011	15.10 2011	17.10 2011	30.10 1991	30.10 1991	30.10 1991
Продолжительность безморозного периода, дней	средняя	128	135	146	143	153	137	140
	ранняя	94 1997	106 1997	118 1991	113 1993	121 2002	103 2018	94 2018
	поздняя	163 1995	177 1994	183 1990	185 2016	186 2016	184 1991	186 2016

Источник: составлено авторами по данным [8, 12].

Следует отметить весьма различное временное и пространственное распределение осенних заморозков на территории области. Происхождение заморозков, их интенсивность, повторяемость и продолжительность объясняются многими причинами. В их число в первую очередь входят атмосферные процессы, затем – особенности рельефа и микрорельефа, соотношение растительного и почвенного покровов, влияние водных акваторий. Так, вблизи Куйбышевского водохранилища заморозки регистрировали с 28 сентября по 2 октября, на северо-западе региона – в 1-й декаде сентября, в отдельные годы заморозки отмечали и в конце августа – начале сентября.

Длительность безморозного периода сильно варьирует. Средние значения колеблются в пределах 128–153 дней. Максимальное значение зарегистрировано в г. Сенгилей (186 дней), минимальное – в г. Инза (94 дня).

Анализ данных многолетних наблюдений показывает, что весенние и осенние заморозки смещаются на более поздние даты.

Влияние агроклиматических ресурсов на урожайность зерновых культур.

Урожайностью в растениеводстве принято считать количество продукции растениеводства на единицу высеваемой площади. Заморозки оказывают определенное влияние на физиологические процессы и урожайность зерновых культур (особенно опасны поздние весенние). Наши исследования показали, что корреляционная связь между урожайностью и весенними или осенними заморозками незначительна, так как составляет 0,193–0,252.

Это объясняется тем, что весенние заморозки приходятся на период посевных работ и всходов яровых зерновых культур, которые выдерживают температуры до $-9...-10$ °С [18]. Однако такое значительное понижение очень редко отмечают в Ульяновской области, в основном заморозки не превышают $-1...-4$ °С и не представляют угрозы для растений (рис. 5).

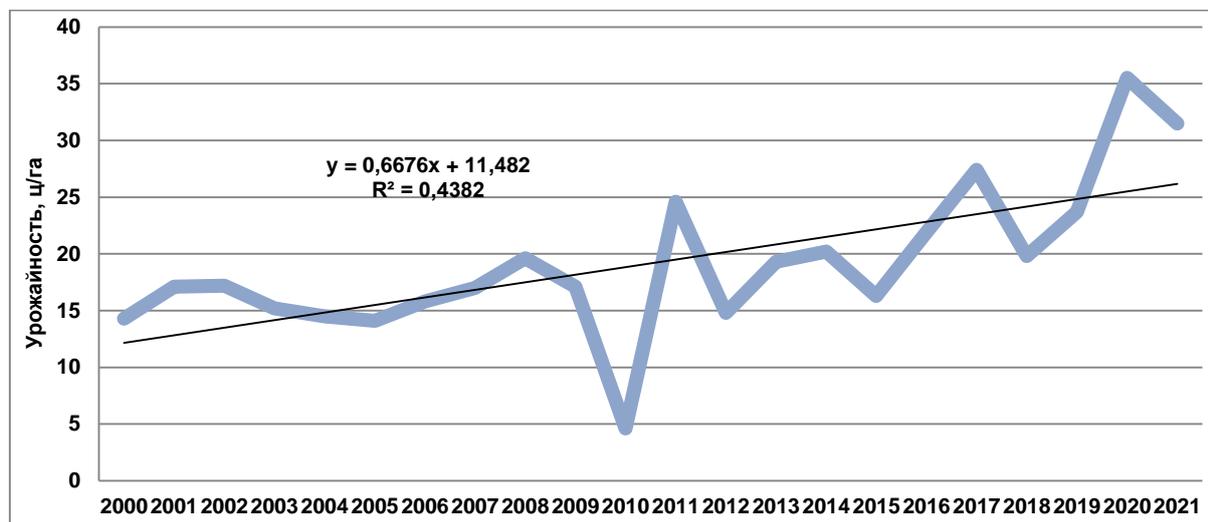


Рис. 5. Изменение средней урожайности зерновых культур в Ульяновской области за 2000–2021 г.

Источник: составлено авторами по данным [8, 12, 13].

Динамика урожайности зерновых культур (рис. 5) за период с 2000 по 2021 г. положительная – 14,6 ц/га за двадцать два года наблюдений при высокой степени достоверности – 0,4382. В целом, согласно представленным данным, устойчиво стабильные урожаи регистрировали с 2000 по 2009 г.

Заключение

Результаты анализа агроклиматических показателей наглядно демонстрируют общую тенденцию ускорения климатических ритмов в XXI в.

В Ульяновской области наблюдается интенсивное изменение климата:

- средняя годовая температура воздуха повысилась на 1,4 °С;

- сумма активных температур выросла на 207,7°С;

- количество атмосферных осадков увеличилось на 94,6 мм;

- участились атмосферные засухи, которые привели к изменению значений ГТК в сторону уменьшения на 0,33 единицы.

В общем можно отметить, что за анализируемый период изменения климата в Ульяновской области были благоприятными для получения стабильных урожаев, что подтверждается положительным значением тренда урожайности зерновых культур – 14,6 ц/га при достаточно высокой достоверности.

Повышение температуры воздуха достаточно для полного обеспечения теплом не только зерновых культур, но и более теплолюбивых раннеспелых гибридов кукурузы на зерно, зернового сорго, сорго-суданковых гибридов.

Создание и внедрение сортов растений, устойчивых к изменениям климата, например к засухам или высоким температурам, является ключевым элементом стратегий адаптации современного сельского хозяйства.

Список источников

1. Володин Е.М. Вероятные изменения климата в XXI веке на территории России по данным модели климата INM-CM5-0 // Метеорология и гидрология. 2022. № 5. С. 5–13. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-5-5-13.

2. Гладкий Ю.Н., Чистобаев А.И. Регионоведение: учебник для студентов вузов. Москва: Гардарики, 2000. 382 с.

3. Дедков А.П., Корчагин В.В., Дистанов У.Г. и др. Природные условия Ульяновской области. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1978. 328 с.

4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год [Электронный ресурс] // Гидрометцентр России. О погоде – из первых рук. URL: <https://meteoinfo.ru/> (дата обращения: 12.12.2023).

5. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год [Электронный ресурс] // Гидрометцентр России. URL: http://downloads.igce.ru/reports/Doklad_o_klimate_RF_2022_s_podpisiyu_compressed_with_cover.pdf (дата обращения: 12.12.2023).

6. Кононенко О.В. Климатическая обусловленность радиационных и скрытых заморозков // Материалы научной сессии по итогам 2012 года Агрофизического института (Санкт-Петербург, 02–03 апреля 2013 г.). Санкт-Петербург: Изд-во ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», 2013. С. 105–110.

7. Лысенко С.А., Логинов В.Ф., Зайко П.О. Влияние изменений климата на биопродуктивность наземных экосистем в белорусско-украинском Полесье // Метеорология и гидрология. 2022. № 1. С. 59–71. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-1-59-71.

8. Метеорологические ежегодники с 2000 по 2021 гг. Метеорологические наблюдения – Ульяновская область [Электронный ресурс] // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Официальный сайт. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/> (дата обращения: 12.12.2023).

9. Мохов И.И., Семенов В.А. Погодно-климатические аномалии в российских регионах и их связь с глобальными изменениями климата // *Метеорология и гидрология*, 2016. № 2 С. 16–28.
10. Мустафина А.Б. Основные особенности влияния погодных условий на урожайность зерновых культур в Республике Татарстан // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*. 2019. № 2(372). С. 144–153.
11. Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310260009> (дата обращения: 12.12.2023).
12. Официальная статистика [Электронный ресурс] // Официальный сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ульяновской области (Ульяновскстат). URL: <https://73.rosstat.gov.ru/statistic> (дата обращения: 14.09.2023).
13. Официальная статистика Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальный сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 14.09.2023).
14. Павлова В.Н., Варчева С.Е. Оценки степени уязвимости территории и климатического риска крупных неурожая зерновых культур в зерносеющих регионах России // *Метеорология и гидрология*. 2017. № 8. С. 39–49.
15. Переведенцев Ю.П., Важнова Н.А., Наумов Э.П. и др. Современные тенденции изменения климата в Приволжском федеральном округе // *Георесурсы*. 2012, № 6(48). С. 19–24.
16. Романовская А.А. Оценка приоритетности территориальных единиц России с целью адаптации к климатическим угрозам // *Метеорология и гидрология*. 2022. № 2. С. 53–61. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-2-53-61.
17. Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Особенности дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через +5 и 0 °С осенью на Европейской территории России и юго-западной части Западной Сибири // *Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации*. 2013. Вып. 350. С. 228–241.
18. Сиротенко О.Д. Методы оценки изменений климата для сельского хозяйства и землепользования: методическое пособие. Москва: Росгидромет, 2007. 78 с.
19. Уланова Е.С., Забелин В.Н. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. 206 с.
20. Хлебникова Е.И., Рудакова Ю.Л., Салль И.А. и др. Изменение показателей экстремальности термического режима в XXI в.: ансамблевые оценки для территории России // *Метеорология и гидрология*. 2019. № 3. С. 11–23.
21. Чуян О.Г., Глазунов Г.П., Караулова Л.Н. и др. Оценка роли климатических, почвенных и агротехнических факторов в формировании ресурсов продуктивности агроландшафтов Центрального Черноземья // *Метеорология и гидрология*. 2022. № 6. С. 79–87. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-6-79-87.

References

1. Volodin E.M. Possible climate change in Russia in the 21st century based on the INM-CM5-0 climate model. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2022;5:5-13. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-5-5-13. (In Russ.).
2. Gladkiy Yu.N., Chistobaev A.I. Regional studies: textbook for university students. Moscow: Gardariki Publishers; 2000. 382 p. (In Russ.).
3. Dedkov A.P., Korchagin V.V., Distanov U.G. et al. Natural conditions of Ulyanovsk Oblast. Kazan: Kazan State University Publishers; 1978. 328 p. (In Russ.).
4. Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2019. Hydrometeorological Center of Russia. First-hand Information on the weather. URL: <https://meteoinfo.ru/>. (In Russ.).
5. Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2022. Hydrometeorological Center of Russia. URL: http://downloads.igce.ru/reports/Doklad_o_klimate_RF_2022_s_podpisiyu_compressed_with_cover.pdf. (In Russ.).
6. Kononenko O.V. Climatic conditionality of radiation and hidden frosts. Proceedings of the Research Session on the Results of 2012 of the Agrophysical Institute (St. Petersburg, April 02-03, 2013). St. Petersburg: Agrophysical Research Institute Publishers; 2013:105-110. (In Russ.).
7. Lysenko S.A., Loginov V.F., Zaiko P.O. Climate change impacts on bioproductivity of terrestrial ecosystems in the Belarusian-Ukrainian Polesie region. *Russian Meteorology and Hydrology (Meteorologiya i gidrologiya)*. 2022;47(1):41-49. DOI: 10.3103/S1068373922010058. (In Russ.).
8. Meteorological Yearbooks from 2000 to 2021. Meteorological observations of Ulyanovsk Oblast. Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet). Official website. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/>. (In Russ.).

9. Mokhov I.I., Semenov V.A. Weather and climatic anomalies in Russian regions related to global climate change. *Russian Meteorology and Hydrology (Meteorologiya i gidrologiya)*. 2016;41(2):84-92. DOI: 10.3103/S1068373916020023. (In Russ.).
10. Mustafina A.B. The main features of the influence of weather conditions on the productivity of grain crops in the Republic of Tatarstan. *Hydrometeorological Research and Forecasting*. 2019;2(372):144-153. (In Russ.).
11. On approval of Climate Doctrine of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 812 dated 26.10.2023. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310260009>. (In Russ.).
12. Official statistics. Official website of the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for Ulyanovsk Oblast (Ulyanovskstat). URL: <https://73.rosstat.gov.ru/statistic>. (In Russ.).
13. Official Statistics of the Russian Federation. Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>. (In Russ.).
14. Pavlova V.N., Varcheva S.E. Estimating the level of territory vulnerability and climate-related risk of significant grain crop failure in grain-producing regions of Russia. *Russian Meteorology and Hydrology (Meteorologiya i gidrologiya)*. 2017;42(8):510-517. DOI: 10.3103/S1068373917080040. (In Russ.).
15. Perevedentsev Yu.P., Vazhnova N.A., Naumov E.P. et al. Modern trends in climate changing in the Volga Federal District (Russia). *Georesources*. 2012;6(48):19-24. (In Russ.).
16. Romanovskaya A.A. Assessment of the priority of territorial units of Russia in order to adapt to climate threats. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2022;2:53-61. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-2-53-61. (In Russ.).
17. Sadokov V.P., Kozeltseva V.F., Kuznetsova N.N. Features of the dates of the steady transition of the average daily air temperature through +5 and 0 °C in autumn in the European territory of Russia and the south-western part of Western Siberia. Proceedings of the Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation. 2013;350:228-241. (In Russ.).
18. Sirotenko O.D. Methods of assessing climate change for agriculture and land use: methodological guide. Moscow: Roshydromet Publishers; 2007. 78 p. (In Russ.).
19. Ulanova E.S., Zabelin V.N. Methods of correlation and regression analysis in agrometeorology. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1990. 206 p. (In Russ.).
20. Khlebnikova E.I., Rudakova Y.L., Sall I.A. et al. Changes in indicators of temperature extremes in the XXI century: ensemble projections for the territory of Russia. *Russian Meteorology and Hydrology (Meteorologiya i gidrologiya)*. 2019;44(3):159-168. (In Russ.).
21. Chuyan O.G., Glazunov G.P., Karaulova L.N. et al. Assessing the role of climatic, soil and agrotechnical factors in the formation of landscape productivity resources in the Central Chernozem region. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2022;6:79-87. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-6-79-87. (In Russ.).

Информация об авторах

Р.Б. Шарипова – кандидат географических наук, ст. научный сотрудник отдела земледелия, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцова – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, rezedasharipova63@mail.ru.

О.Г. Зотов – кандидат биологических наук, доцент кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова», zotoff23@mail.ru.

Information about the authors

R.B. Sharipova, Candidate of Geographical Sciences, Senior Research Associate, Department of Farming Agriculture, Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute named after N.S. Nemtsev – Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, rezedasharipova63@mail.ru.

O.G. Zotov, Candidate of Biological Sciences, Docent, the Dept. of Geography and Ecology, Ulyanovsk State University of Education, zotoff23@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 26.04.2024; принята к публикации 30.04.2024.

The article was submitted 20.03.2024; approved after reviewing 26.04.2024; accepted for publication 30.04.2024.

© Шарипова Р.Б., Зотов О.Г., 2024