

АГРОНОМИЯ

Научная статья
УДК 551.58
doi: 10.28983/asj.y2023i12pp34-39

**Изменения агроклиматических характеристик
и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур
в Саратовской области**

Елена Владимировна Завьялова¹, Ирина Игоревна Демакина¹,
Борис Викторович Фисенко², Елена Витальевна Бажина³

¹ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия, e-mail: demakina2015@yandex.ru

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия, e-mail: fb79@mail.ru

³НИУ МГСУ, г. Москва, Россия

Аннотация. Устойчивое развитие сельскохозяйственного производства в условиях глобального потепления климата во многом определяется своевременным обеспечением актуальной агрометеорологической информацией. Для обработки и интерпретации многолетних агрометеорологических данных с их географической привязкой целесообразно использовать инструментарий географических информационных систем. В статье представлен способ интерпретации агрометеорологической информации средствами геоинформационных технологий. Приведена сравнительная характеристика вероятности засух сильной и очень сильной интенсивности в отдельные отрезки вегетационного периода за 1971–2000 и 2001–2021 гг. по природным зонам Саратовской области. Исходным материалом послужили климатические данные по метеостанциям Саратовской области. Данные урожайности взяты из статистических сборников. Геопространственный анализ многолетних климатических показателей позволил представить их пространственное распределение на региональном географическом уровне (Саратовская область).

Ключевые слова: агрометеорология; геоинформационные системы; глобальное изменение климата; карта.

Для цитирования: Завьялова Е. В., Демакина И. И., Фисенко Б. В., Бажина Е. В. Изменения агроклиматических характеристик и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в Саратовской области // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 34–39. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp34-39>.

AGRONOMY

Original article

**Changes in agro-climatic characteristics and their impact
on crop yields in the Saratov region**

Elena V. Zavyalova¹, Irina I. Demakina¹, Boris V. Fisenko², Elena V. Bazhina³

¹Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region», Saratov, Russia, e-mail: demakina2015@yandex.ru

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia, e-mail: demakina2015@yandex.ru

³Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

Abstract. The sustainable development of agricultural production in the conditions of global climate warming is largely determined by the timely provision of up-to-date agrometeorological information. To process and interpret long-term agrometeorological data with their geographical reference, it is advisable to use the tools of geographical information systems. The article presents a method of interpretation of agrometeorological information by means of geoinformation technologies. A comparative characteristic of the probability of droughts of strong and very strong intensity in separate periods of the growing season for 1971–2000 and 2001–2021 for the natural zones of the Saratov region was given. The initial material was the climatic data on the weather stations of the Saratov region. The yield data were taken from statistical collections. Geospatial analysis of long-term climatic indicators allowed us to present their spatial distribution at the regional level.

Keywords: agrometeorology; geoinformation systems; global climate change; map.

For citation: Zavyalova E. V., Demakina I. I., Fisenko B. V., Bazhina E. V. Changes in agro-climatic characteristics and their impact on crop yields in the Saratov region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(12): 34–39. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp34-39>.





Введение. Агрометеорологические характеристики определяют свойства климата и обеспечивают возможности сельскохозяйственного производства. Они характеризуются продолжительностью периода со среднесуточной температурой выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, суммой активных температур, соотношением тепла и влаги (гидротермический коэффициент), количеством осадков в зимний период.

Саратовская область расположена в степной природной зоне, характеризующейся резко континентальным климатом. Это тип климата умеренных широт, характерный для внутренних районов материков, изолированных от мирового океана и находящихся под воздействием областей высокого давления. Изучаемый регион располагает большими тепловыми ресурсами. Сумма активных температур воздуха выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ изменяется от $2400\text{ }^{\circ}\text{C}$ на севере и северо-западе до $3100\text{ }^{\circ}\text{C}$ на юго-востоке области, что позволяет возделывать большой набор сельскохозяйственных культур.

В период глобального изменения климата, наблюдаемого с 2001 г., произошли изменения в температурном режиме и количестве выпадающих осадков в разные сезоны. В связи с этим сдвинулись даты перехода через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, сроки начала весенне-полевых работ, сроки сева сельскохозяйственных культур [5, 10]. Влияние погодных факторов на критические фазы развития растений по-разному формирует связь между листовым покрытием культур и их урожайностью.

Проявления глобального потепления климата, отмечаемые в Поволжье, оказали влияние на смещение агрометеорологических характеристик в географии области. Эти данные можно использовать при прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур на предстоящие годы.

Поиск ответа на сложные проблемы, связанные с оценкой последствий принимаемых геоаналитических решений, анализом и прогнозом функционирования АПК в современных условиях, совпал с периодом глобального изменения климата и природно-климатических условий производства сельскохозяйственной продукции и необходимостью определения научно обоснованных путей адаптации сельского хозяйства к ним [8, 9].

Цель данных исследований состоит в проведении сравнительного анализа многолетних агрометеорологических характеристик за два климатических периода 1971–2000 гг. и 2001–2021 гг. и определении влияния их изменений на урожайность сельскохозяйственных культур.

Методика исследований. Материалом для исследований послужила база данных климатических показателей метеостанций Саратовской области. Данные по урожайности и валовым сборам зерна были взяты из статистических сборников.

Исследуемый период был разбит на два подпериода. В качестве «стандартного 30-летия», рекомендуемого ВМО для характеристики современного климата, был взят период с 1971 по 2000 г., с которым сравнивали период с 2001 по 2021 г., характеризующийся нарастанием тепла, изменением условий зимнего периода, смещением дат перехода через $+5$ и $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, колебанием запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы [2, 10].

В работе использовали статистический и геоаналитический методы как современный подход в области получения агрегированных массивов данных с помощью технологических возможностей Big Data, с последующим исследованием и статистическим анализом этих данных.

Результаты исследований. Для геопространственного анализа определяли такие агрометеорологические параметры, как среднемноголетняя годовая температура, сумма активных температур, распределение количества осадков (мм), гидротермический коэффициент по данным 20 метеорологических станций (М-2). Они являются показательными для выявления глобального изменения климата и во многом определяющими агрометеорологические условия, влияющие на получение сельскохозяйственной продукции.

Анализ карты-схемы распределения среднегодовой температуры воздуха в 1971–2000 и 2001–2021 гг. по территории Саратовской области позволяет констатировать, как тенденцию ее увеличения в диапазоне $1,0\text{--}1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, так и смещение географических границ расположения изолиний. Особенно четко данная тенденция проявляется в Левобережье Саратовской области, ее восточных и юго-восточных муниципальных районах (рис. 1, 2).

Если за 1971–2000 гг. среднегодовая температура на территории области изменялась от 4 до $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, то за 2001–2021 гг. она составила $6\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Переход средней температуры воздуха через 5 и $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ весной сдвинулся на 5 и 3 дня (соответственно) в сторону более ранних сроков. Переход через $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ осенью – на 6 дней в сторону более поздних. Это свидетельствует об увеличении вегетационного периода.

Среднегодовое количество осадков, выпадающих на территории области, имеет тенденцию уменьшения в среднем по области на 20 мм (рис. 3, 4). Если за 1971–2000 гг. количество осадков варьировало от 540 до 340 мм , то в 2001–2021 гг. – от 520 до 320 мм .

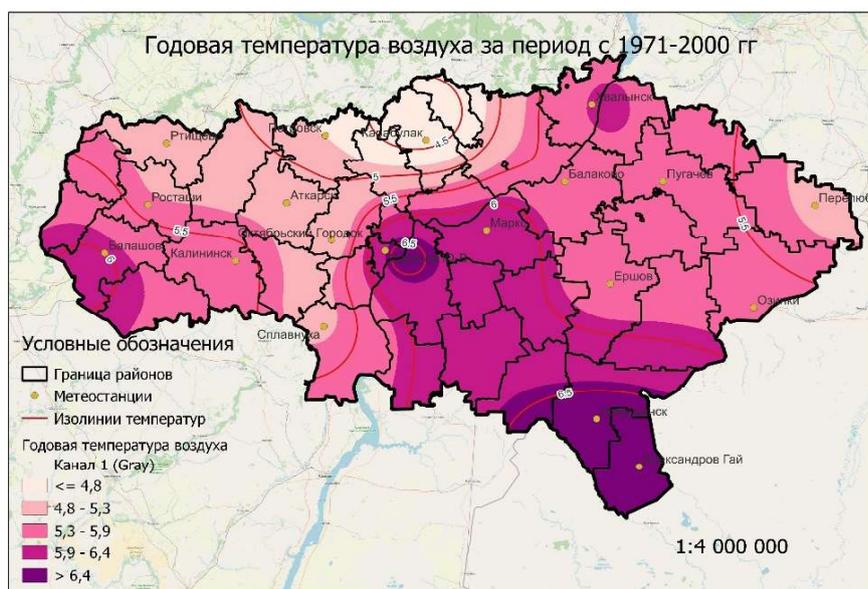


Рис. 1. Карта-схема среднегодовой температуры воздуха в Саратовской области за 1971–2000 гг.

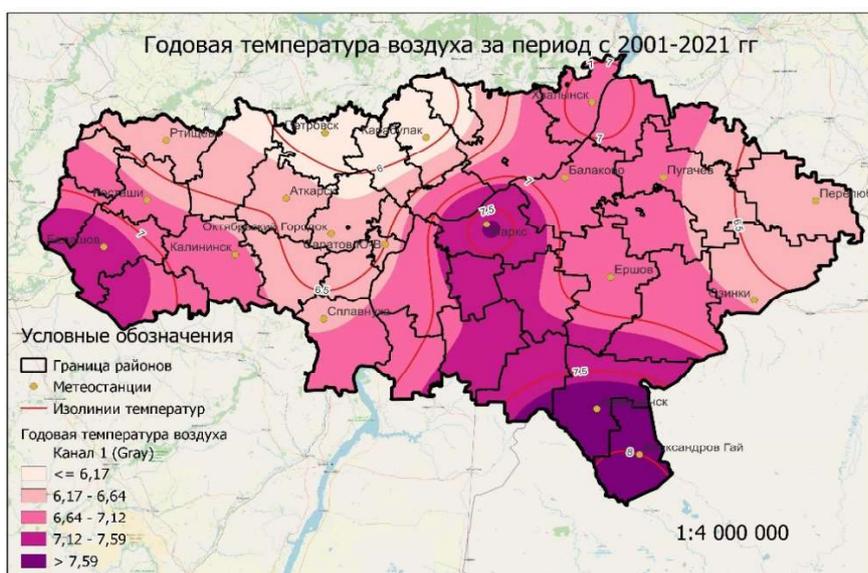


Рис. 2. Карта-схема среднегодовой температуры воздуха в Саратовской области за 2001–2021 гг.

Наименьшее количество осадков наблюдается в юго-восточных районах – 320 мм (уменьшилось по сравнению с 1971–2000 гг. на 20 мм); наибольшее – в северных и северо-западных районах – 520 мм (также уменьшилось на 20 мм). В Саратове среднегодовое количество осадков, наоборот, выросло на 20 мм.

Влияние температурного режима на продуктивность и качество зерновых культур неоспоримо, поэтому при оценке тепловых ресурсов принимаются во внимание биологическая потребность растений в тепле и сумма активных температур. Температура влияет на все жизненные функции растений. Понижение температуры воздуха приводит к обогащению растений растворимыми углеводами, более мощному развитию вегетативной массы и лучшему использованию минеральных элементов.

На рис. 5 видно, что суммы активных температур (выше 10 °C) на территории Саратовской области за 2001–2021 гг. превышают суммы температур за предыдущий период. Область с наибольшими значениями активных температур располагается в Левобережье.

По климатическим условиям Поволжье относится к числу регионов с максимальной степенью риска возникновения и развития засух, существенно снижающих его сельскохозяйственный потенциал. Наиболее распространенным в агроклиматологии показателем засух является гидротермический коэффициент увлажнения Г.Т. Селянинова (ГТК), который характеризует отношение прихода влаги за счет осадков к ее расходу благодаря возможному испарению, выраженному суммой активных температур (+10 °C). Анализ изменения величины гидротермического коэффициента за исследуемые периоды показал, что прослеживается его уменьшение на 0,1 на большей территории Саратовской области, особенно в зоне сухой степи и полупустыни.

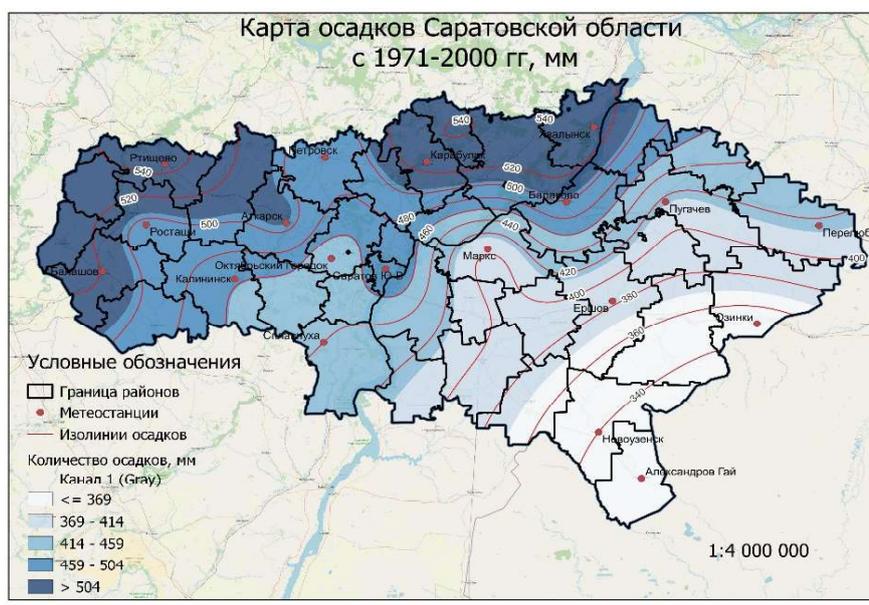


Рис. 3. Карта-схема изменения среднегодового количества осадков в Саратовской области за 1971–2000 гг.

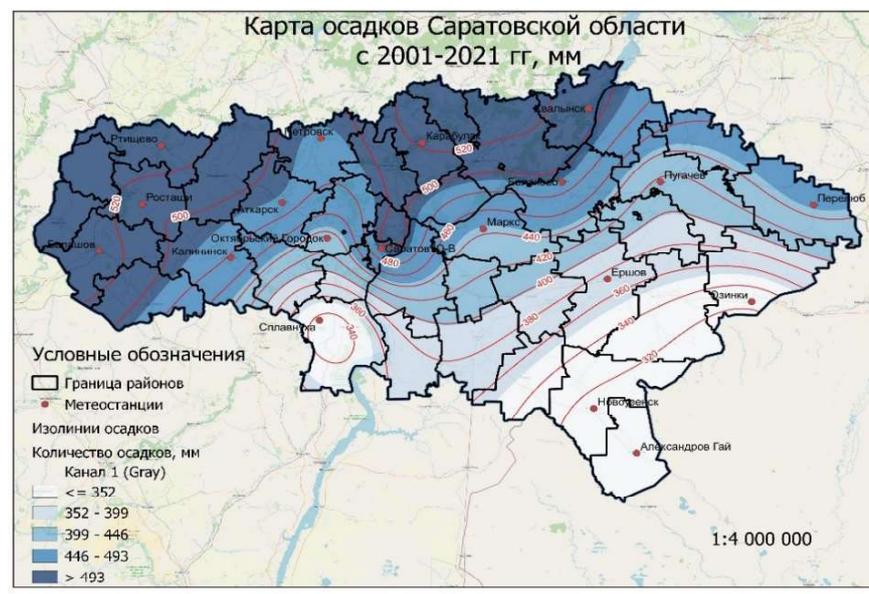


Рис. 4. Карта-схема изменения среднегодового количества осадков в Саратовской области за 2001–2021 гг.

Сумма активных температур, $t > 10^{\circ}$

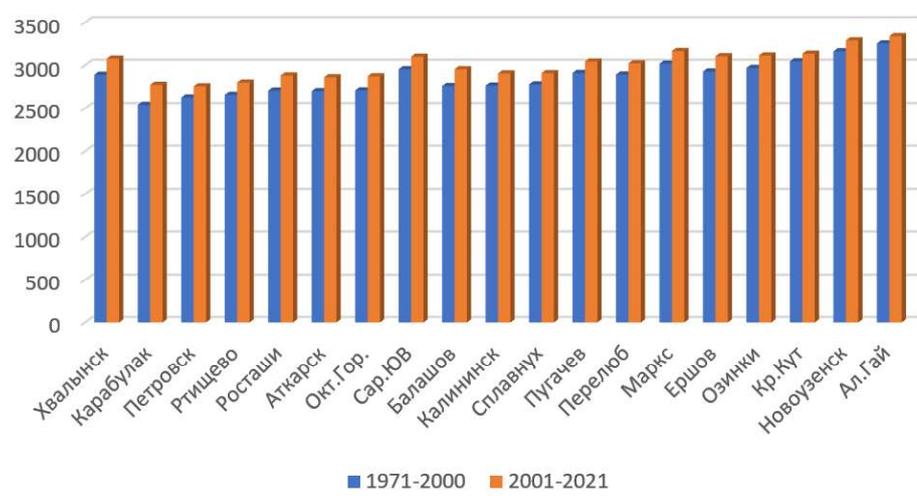


Рис. 5. Сумма активных температур на территории Саратовской области за 1971–2000 и 2001–2021 гг.





Карты-схемы урожайности яровой пшеницы показывают ее рост в 2001–2014 гг. по сравнению с 1971–2000 гг. в правобережных районах на 1–5 ц/га (рис. 6, 7). В левобережных районах она практически не изменилась. Можно сделать вывод, что произошла адаптация культуры отечественной селекции к новым складывающимся климатическим условиям.



Рис. 6. Карта-схема урожайности яровой пшеницы в Саратовской области за 1971–2000 гг.



Рис. 7. Карта-схема урожайности яровой пшеницы в Саратовской области за 2001–2014 гг.

Заключение. Если за 1971–2000 гг. среднегодовая температура на территории области изменялась от 4 до 7 °С, то за 2001–2021 гг. она составила 6–8 °С.

Среднегодовое количество осадков, выпадающих на территории области, имеет тенденцию уменьшения в среднем (по области) на 20 мм. В 1971–2000 гг. количество осадков варьировало от 540 до 340 мм, то в 2001–2021 гг. – от 520 до 320 мм.

Суммы активных температур (выше 10 °С) за 2001–2021 гг. превышают суммы температур за предыдущий период. Это говорит об интенсивном нарастании тепла и увеличении вегетационного периода.

Анализ изменения величины гидротермического коэффициента за исследуемые периоды показал, что прослеживается его уменьшение на 0,1 на большей территории Саратовской области, особенно в зоне сухой степи и полупустыни.

Урожайность яровых культур в правобережных районах увеличилась на 1–5 ц/га. В левобережных районах она практически не изменилась. Это свидетельствует о том, что произошла адаптация культуры отечественной селекции к новым складывающимся климатическим условиям.

Применение ГИС-технологий в агрометеорологическом анализе дает полную и информативную картину, складывающихся климатических условий, позволяет делать выводы и прогнозы в области АПК. Геопространственный анализ многолетних климатических показателей позволил представить их пространственное распределение на региональном географическом уровне (Саратовская область). Также помог выявить тенденции роста среднегодовой температуры и сумм активных температур, уменьшения среднегодовых сумм осадков за последний 20-летний период по сравнению со «стандартным» тридцатилетием. В таких условиях изменения климата наблюдался рост урожайности яровой пшеницы в правобережных районах Саратовской области.

Применение методов геоаналитики агрометеорологических данных в условиях глобального изменения климата должно являться неотъемлемой частью принятия стратегических управленческих решений регионального уровня в сфере обеспечения продовольственной безопасности государства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вильфанд Р. М., Страшная А. И., Береза О. В. О динамике агроклиматических показателей условий сева, зимовки и формирования урожая основных зерновых культур // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2016. Т. 60. С. 45–78.
2. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1008 с.
3. Горянина Т. А. Влияние климатических условий на урожайность озимого тритикале в условиях глобального потепления климата // Аграрный научный журнал. 2015. № 8. С. 12–16.
4. Демакина И. И., Левицкая Н. Г., Азаров К. А. Влияние изменения агроклиматических показателей на урожайность зерновых культур в Саратовской области // Приоритетные направления развития современной науки молодых ученых аграриев: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». С. Солоное Займище, 2016. С. 253–256.
5. Завьялова Е. В., Демакина И. И. Риски сильных атмосферных засух на территории Саратовской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 8–12.
6. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г. Изменчивость температурного режима в Саратове на фоне глобального потепления // География в Саратовском университете. Современные исследования: сб. науч. тр. Саратов, 2014. С. 188–193.
7. Левицкая Н. Г., Медведев И. Ф., Демакина И. И. Продуктивность естественных биоценозов в условиях меняющегося климата Саратовской области // Сб. докл. 2-й Всерос. науч.-практ. интернет-конференции молодых ученых и специалистов с международным участием. Саратов, 2018. С. 208–210.
8. Левицкая Н. Г., Демакина И. И. Агрометеорологические особенности засухи 2018 года и ее влияние на урожайность зерновых культур в Саратовской области // Аграрный вестник Юго-Востока. 2019. № 2(22). С. 19–21.
9. Левицкая Н. Г., Демакина И. И. Современные изменения климата Саратовской области и стратегия адаптации к ним селекции и агротехнологий // Успехи современного естествознания. 2019. № 10. С. 7–12.
10. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Научно-технологические, 2022. 124 с.

REFERENCES

1. Vilfand R. M., Strashnaya A. I., Bereza O. V. On the dynamics of agro-climatic indicators of sowing conditions, wintering and the formation of the harvest of the main grain crops. Proceedings of the Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation. 2016;360:45–78. (In Russ.).
2. The second assessment report of Roshydromet on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. M.: Rosgidromet; 2014. 1008 p. (In Russ.).
3. Goryanina T. A. Influence of climatic conditions on the yield of winter triticale in the context of global warming. *Agrarian scientific journal*. 2015;(8): 12–16. (In Russ.).
4. Demakina I. I., Levitskaya N. G., Azarov K. A. Influence of changes in agro-climatic indicators on the yield of grain crops in the Saratov region. Priority directions for the development of modern science of young agricultural scientists, materials of the V-th international scientific and practical conference of young scientists dedicated to the 25th anniversary of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture. S. Solonoe Zaimishche; 2016. P. 253–256. (In Russ.).
5. Zavyalova E. V., Demakina I. I. Risks of severe atmospheric droughts in the Saratov region. *Agrarian scientific journal*. 2022;(7): 8–12. (In Russ.).
6. Ivanova G. F., Levitskaya N. G. Temperature variability in Saratov against the backdrop of global warming. In the collection: Geography at Saratov University. Modern research. Collection of scientific papers. Saratov; 2014. P. 188–193. (In Russ.).
7. Levitskaya N. G., Medvedev I. F., Demakina I. I. Productivity of natural biocenoses in the changing climate of the Saratov region. Collection of reports of the 2nd All-Russian scientific and practical Internet conference of young scientists and specialists with international participation. Saratov; 2018. P. 208–210. (In Russ.).
8. Levitskaya N. G., Demakina I. I. Agrometeorological features of the drought in 2018 and its impact on the yield of grain crops in the Saratov region. *Agrarian Bulletin of the South-East*. 2019;2(22):19–21. (In Russ.).
9. Levitskaya N. G., Demakina I. I. Modern climate changes in the Saratov region and the strategy of selection and agricultural technologies adaptation to them. *Successes of modern natural science*. 2019;(10):7–12. (In Russ.).
10. Third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. General summary. St. Petersburg: Science-intensive technologies; 2022. 124 p. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 16.03.2023; одобрена после рецензирования 24.04.2023; принята к публикации 11.05.2023.
The article was 16.03.2023; approved after 24.04.2023; accepted for publication 11.05.2023.

