



ГЕОГРАФИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2024. Т. 24, вып. 2. С. 78–83

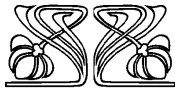
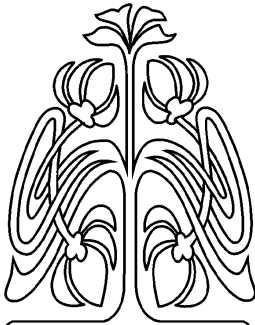
Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2024, vol. 24, iss. 2, pp. 78–83

<https://geo.sgu.ru>

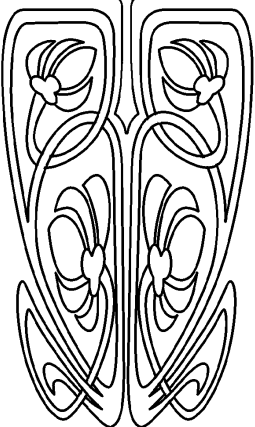
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2024-24-2-78-83>, EDN: UTYETG

Научная статья

УДК 633.551.5



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



Влияние основных показателей теплообеспеченности на сельское хозяйство Саратовской области

С. И. Пряхина, Е. И. Ормели[✉], Е. Ю. Попкова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Пряхина Софья Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры метеорологии и климатологии, psi267269@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7226-6129>

Ормели Екатерина Ивановна, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии, meteokatenok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0486-4047>

Попкова Екатерина Юрьевна, магистр 2-го года обучения кафедры метеорологии и климатологии, kafmeteo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8314-9673>

Аннотация. Проведен анализ изменений приповерхностной температуры воздуха по станциям Саратовской области в период с 2002 по 2022 г. Исследование базируется на анализе материалов многолетних гидрометеорологических наблюдений, проводимых по сети Росгидромета, что отражает достоверность полученных результатов. В статье представлено сравнение среднемесячных температур за данный период с температурными нормами. Построена карта изменения температуры. Также был проведен расчет и анализ, когда растения проходят активный период своего роста. С помощью агроклиматического районирования страны по Д. И. Шашко было установлено, к какому поясу относится Саратовская область и какие сельскохозяйственные культуры лучше всего возделывать в регионе.

Ключевые слова: теплообеспеченность, вегетация, даты устойчивого перехода, термические ресурсы

Для цитирования: Пряхина С. И., Ормели Е. И., Попкова Е. Ю. Влияние основных показателей теплообеспеченности на сельское хозяйство Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2024. Т. 24, вып. 2. С. 78–83. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2024-24-2-78-83>, EDN: UTYETG

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

The influence of the main indicators of heat supply on agriculture in the Saratov region

S. I. Pryakhina, E. I. Ormeli[✉], E. Yu. Popkova

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Sofya I. Pryakhina, psi267269@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7226-6129>

Ekaterina I. Ormeli, meteokatenok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0486-4047>

Ekaterina Yu. Popkova, kafmeteo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8314-9673>

Abstract. An analysis of changes in surface air temperature was carried out at stations in the Saratov region from 2002 to 2022. The study is based on the analysis of materials from long-term hydrometeorological observations carried out through the Roshydromet network, which reflects the reliability of the results obtained. The article presents a comparison of average monthly temperatures for a given period with temperature norms. A map of temperature changes was



constructed. The duration of the growing season for plants was calculated and analyzed. With the help of agroclimatic zoning of the country according to D. I. Shashko there was established which zone the Saratov region belongs to and which agricultural crops are best cultivated in the region.

Keywords: heat supply, vegetation, dates of sustainable transition, thermal resources

For citation: Pryakhina S. I., Ormeli E. I., Popkova E. Yu. The influence of the main indicators of heat supply on agriculture in the Saratov region. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2024, vol. 24, iss. 2, pp. 78–83 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2024-24-2-78-83>, EDN: UYUETG

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Тепловая энергия – это основа для всех метеорологических процессов, а температура воздуха является одним из главных элементов погоды и климата. Термический режим формируется под влиянием различных факторов разного масштаба. К макромасштабным факторам можно отнести атмосферную циркуляцию, радиационный режим и характер подстилающей поверхности, которая, в свою очередь, определяется широтой местности, макрорельефом, степенью континентальности. Помимо макромасштабных факторов на термический режим влияют и местные условия – мезо- и микрорельеф, характер растительности и почв, близость водоемов и др. [1].

Материалы и методики исследования

В качестве исходных приняты материалы многолетних наблюдений среднемесячных и годовых температур воздуха по метеорологическим станциям, расположенным в пределах Саратовской области, с 2002 по 2022 г.

Для достижения поставленной цели был произведен сравнительный анализ средних многолетних значений нормы в 1999–2020 гг. и средних многолетних значений температуры, полученных за период с 2002 по 2022 г. По результатам вычислений были построены график и карта пространственного распределения разностей этих температур для территории Саратовской области. Для рассмотрения изменения дат устойчивого перехода температуры воздуха через 10 °С весной и осенью были взяты данные метеостанций, расположенных в Саратовской области. В ходе исследования дат устойчивого перехода для каждой станции сделаны выборки самых ранних и самых поздних дат перехода

средней суточной температуры воздуха через заданные пределы.

Для количественной оценки было проведено сравнение фактически полученных данных со средними многолетними значениями.

Был также проведен анализ продолжительности вегетационного и теплого периода во времени.

Результаты и их обсуждение

Для оценки термических ресурсов Саратовской области использовались данные наблюдений метеорологических станций Балашов, Ртищево, Саратов, Хвалынский, Перелюб, Ершов, Александров Гай в период с 2002 по 2022 г.

Из табл. 1, в которой представлена среднемесячная температура воздуха, видно, что наиболее теплым месяцем является июль станции Александров Гай с максимальной среднемесячной температурой воздуха +24,9 °С, самым холодным – январь на станции Перелюб с минимальной среднемесячной температурой –10,5 °С.

Для подробного изучения изменения средней годовой температуры воздуха было произведено сравнение средних многолетних значений нормы 1999–2020 гг. и средних многолетних значений температуры, полученных за период с 2002 по 2022 г. (табл. 2).

По результатам были построены график (рис. 1) и карта (рис. 2) распределения разностей температур для территории Саратовской области. Отклонения для каждой станции выражены в градусах Цельсия.

Анализируя график, можно сказать, что среднее многолетнее значение годовой температуры воздуха на всех станциях выше нормы (см. рис. 1).

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха (2002–2022 гг.)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Хвалынский	–8,9	–9	–2,2	7,6	16,5	20,3	22,9	21,9	15,1	7,6	0,3	–5,8	7,1
Ртищево	–8	–8,5	–1,9	7,2	15,6	18,7	21	19,9	13,2	9,4	–0,1	–5,6	6,4
Саратов	–7,4	–7,5	–1,4	8,7	16,7	20,7	23	21,9	14,8	7,5	0,4	–5,5	7,6
Балашов	–7,6	–7,3	–4,6	7,9	15,9	19,2	21,7	21	14,2	7	0,4	–4,6	6,9
Перелюб	–10,5	–9,3	–3,5	7,4	16,2	20	22,8	21,7	14,2	6,3	–0,9	–7,6	6,4
Ершов	–9,2	–8,7	–2,8	7,8	16,3	20,2	23,1	21,7	14,8	6,8	–0,6	–7,3	6,7
Александров Гай	–7,8	–13	–1,3	7,4	17,4	21,9	24,9	24	16	7,7	0,3	–5,8	7,9



Таблица 2

Годовые средние многолетние значения нормы (1991–2020 и 2002–2022 гг.)

Станция	Норма (1991–2020)	Фактические значения (2002–2022)
Хвалынский	6,8	7,1
Ртищевое	6,0	6,4
Саратов	7,3	7,6
Балашов	6,8	6,9
Перелюб	6,0	6,4
Ершов	6,5	6,7
Александров Гай	7,7	7,9

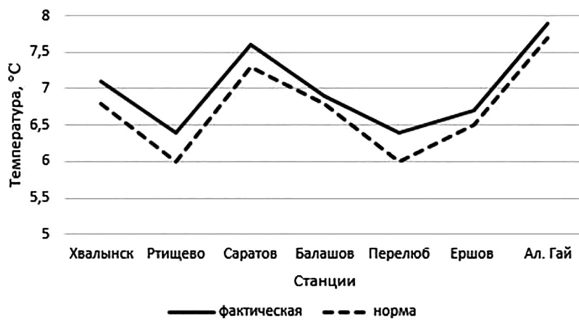


Рис. 1. Изменение средних многолетних годовых значений температуры воздуха

На фоне глобального потепления изменение климата региона проявляется в увеличении среднегодовой и среднемесячной температуры воздуха относительно многолетних данных. Анализ многолетнего режима температуры воздуха в Саратове показал, что средняя многолетняя

температура воздуха была выше климатической нормы на 0,3 °С и составила 7,6 °С.

Распределение отклонений средней годовой температуры воздуха показывает, что на территории области за последние 20 лет наблюдается рост температуры в пределах от 0,1–0,4 °С. Наибольшие значения роста средней годовой температуры воздуха наблюдаются в Ртищевском и Перелюбском районах, а минимальный рост – в Балашовском районе. Таким образом, на территории Саратовской области отмечена положительная тенденция роста температуры, которая в среднем повысилась на 0,3 °С.

Теплообеспеченность выявляет потенциальные природные ресурсы сельского хозяйства, которые обуславливают набор сельскохозяйственных культур по их требовательности к теплу и формированию их продуктивности. Влияние температуры на продуктивность растений очень велико. Оно выражается в ускорении продуктивности фотосинтеза или скорости роста растений

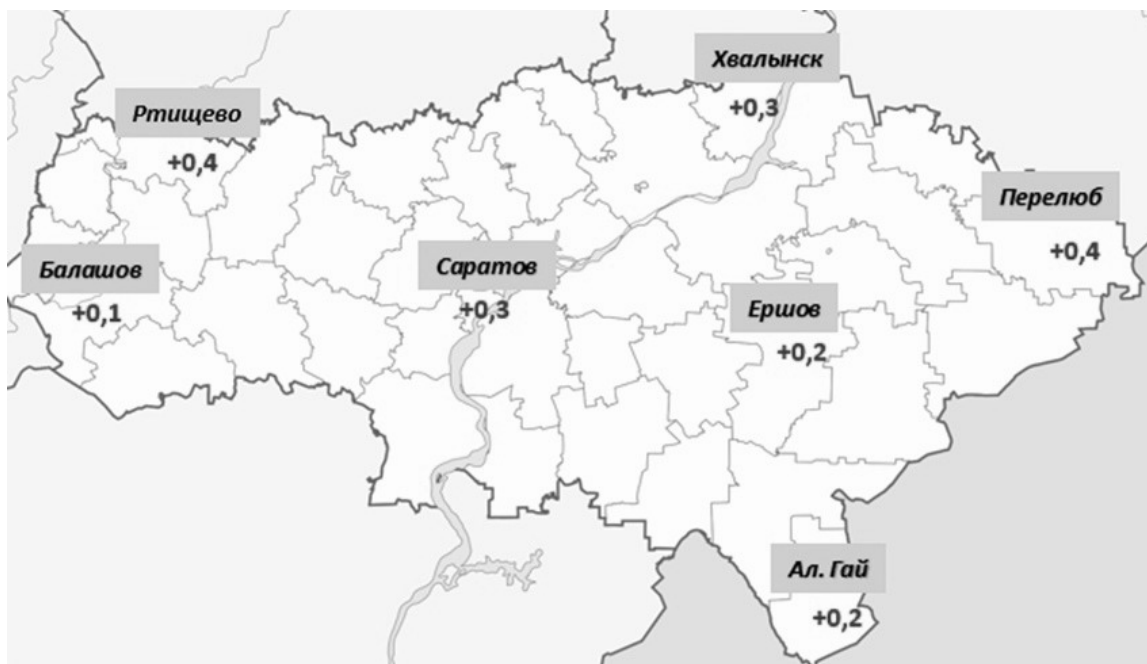


Рис. 2. Пространственное распределение отклонений среднегодовой температуры воздуха в 1991–2020 гг. от средних многолетних значений на территории Саратовской области за период с 2002 по 2022 г.



с увеличением температуры [2]. Для роста растений существуют определенные пределы – температурный минимум, оптимум и максимум. В пределах от минимума до оптимума продуктивность фотосинтеза увеличивается по мере возрастания температуры. При дальнейшем ее возрастании возникают процессы, которые ослабляют продуктивность фотосинтеза и вызывают его прекращение, когда температура достигает максимума. С возрастанием температуры связано ускорение не только биохимических, но и биофизических процессов, которые, в свою очередь, влияют на продуктивность растений [3].

Температура влияет и на интенсивность жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, что хорошо сказывается на подготовке питательных веществ для растений [4].

Устойчивые переходы температуры через различные пределы (0 °С, +5 °С, +10 °С, +15 °С) весной и осенью относятся к важным характеристикам погоды, которые указывают на особенности года. Необходимо знать особенности устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через разные пределы весной и осенью, так как они определяют наступление этих сезонов в природе и связанных с ними метеорологических и агрометеорологических явлений погоды [5].

Для определения изменения дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 10 °С весной и 10 °С осенью были ис-

пользованы данные по тем же станциям. В ходе исследования перехода для каждой станции сделаны выборки самых ранних и самых поздних дат перехода среднесуточной температуры воздуха через заданные пределы (табл. 3, 4).

Для количественной оценки был проведен сравнительный анализ фактически полученных данных со средними многолетними значениями. В результате анализа было отмечено, что наступление вегетационного периода наступило раньше на 2–4 дня.

Что касается устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха весной через +10 °С, то он наблюдался в пределах от 1 апреля до 8 мая. Самая ранняя дата перехода зафиксирована в Перелюбском и Александрово-Гайском районе (1 апреля), а в остальных районах переход фиксировался также в первой декаде апреля с разницей в 2–3 дня. Самая поздняя дата перехода была зафиксирована на всех рассматриваемых станциях в 2008 г. 8 мая, а ранее самый поздний переход был зарегистрирован в Балашовском районе 3 мая 2007 г. Самая поздняя дата перехода была зафиксирована в первой декаде мая. Примечательно, то, что как самый ранний, так и самый поздний переход на всех станциях произошёл в 2007 и 2008 гг.

Устойчивый осенний переход средней суточной температуры воздуха через 10 °С был зафиксирован в пределах от 5 сентября до 29 октября. Самая ранняя дата перехода зафиксировалась

Таблица 3

Климатические характеристики весенних дат устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 10 °С за период с 2002 по 2022 г.

Станция	Самый ранний переход		Самый поздний переход	
	Дата	Год	Дата	Год
Хвалынский	5 апреля	2008	8 мая	2007
Ртищево	4 апреля	2008	8 мая	2007
Саратов	3 апреля	2008	8 мая	2007
Балашов	3 апреля	2008	8 мая	2007
Перелюб	1 апреля	2008	8 мая	2007
Ершов	2 апреля	2008	8 мая	2007
Александров Гай	1 апреля	2008	8 мая	2007

Таблица 4

Климатические характеристики осенних дат устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 10 °С за период с 2002 по 2022 г.

Станция	Самый ранний переход		Самый поздний переход	
	Дата	Год	Дата	Год
Хвалынский	11 сентября	2007	29 октября	2019
Ртищево	10 сентября	2007	23 октября	2009
Саратов	11 сентября	2007	29 октября	2019
Балашов	10 сентября	2007	24 октября	2009
Перелюб	11 сентября	2007	16 октября	2003
Ершов	05 сентября	2017	20 октября	2020
Александров Гай	12 сентября	2007	29 октября	2019



в Ершовском районе (5 сентября), в остальных районах переход зафиксирован также в первой декаде сентября с разницей в 5–6 дней. Самая поздняя дата перехода была зафиксирована на трех рассматриваемых станциях 29 октября, в остальных районах переход произошел во второй-третьей декаде октября с разницей в 4–13 дней.

Для количественной оценки были проанализированы полученные данные со средними многолетними значениями. В итоге обнаружено, что переход через 10 °С осенью происходит позже средних многолетних дат на 1–2 дня.

Проанализировав переход средней суточной температуры воздуха через заданные интервалы, можно сказать, что за последние 20 лет стала очевидной тенденция более раннего наступления теплого периода и более позднего конца вегетации, а следовательно, увеличилась продолжительность этих периодов.

Для подтверждения или опровержения предположения был рассчитан вегетационный период во времени (табл. 5). Средняя продолжительность вегетации за данный временной интервал составила 167 дней.

В агрометеорологии суммы температур стали широко применяться как показатель, характеризующий в условных единицах количество тепла в данной местности за определенный период. Суммы температур как показатель суммарной потребности растений в тепле были введены еще Реомюром (1734 г.) [6].

Д. И. Шашко была проведена сравнительная оценка предложенных температурных показателей, которая выявила, что для агроклиматической характеристики территории по теплообеспеченности наиболее приемлемы суммы активных температур, т. е. температур выше 10 °С. С использованием этого показателя им была разработана шкала классификации климата по теплообеспеченности растений [7].

Была рассчитана сумма активных температур (табл. 6).

Для возделывания сельскохозяйственных культур необходимо, чтобы сумма активных температур имела обеспеченность 80–90%, т. е. наблюдалась 8–9 лет из 10. На территории

области такую обеспеченность имеют суммы температур 2500–3700 °С, что дает возможность ежегодно возделывать такие культуры, как озимая рожь, озимая пшеница, яровая пшеница, просо, подсолнечник, кукуруза, картофель и некоторые другие [8].

Согласно агроклиматическому районированию Д. И. Шашко, на территории, где продолжительность периода вегетации со средней суточной температурой воздуха выше 10 ° составляет более 151 дня, создаются удачные условия для возделывания поздних зерновых культур.

На основании проделанной работы можно сказать, что обеспеченность теплом территории области возрастает с северо-запада на юго-восток. Разница в суммах тепла между северо-западными и юго-восточными районами составляет 500–600 °С, что обязательно необходимо учитывать при рациональном размещении сельскохозяйственных культур разной биологической продуктивности и сроков созревания.

По агроклиматическому районированию страны методом Д. И. Шашко Саратовская область относится к умеренному тепловому поясу культур средней спелости с суммой температур выше 10 °С в пределах 2500–3700 °С (средние и поздние сорта зерновых, зернобобовых, кукурузы на зерно, соя, подсолнечник на семена, рис, сахарная свекла, бахчевые) и среднепоздней спелости с суммами активных температур за период вегетации 2800–3400 °С (экологические типы возделываемых культур те же, но более поздних сортов).

Выводы

1. На территории Саратовской области отмечена положительная тенденция роста температуры, за последние 20 лет она увеличилась в среднем на 0,3 °С.
2. Существует тенденция более раннего наступления теплого периода и более позднего конца вегетации за последние 20 лет. Средняя продолжительность вегетационного периода составила 167 дней.
3. Теплообеспеченность территории области возрастает с северо-запада на юго-восток.

Таблица 5

Продолжительность вегетационного периода

Станция	Дата перехода		Продолжительность вегетационного периода
	Весна	Осень	
Хвалынский	22 апреля	8 октября	169
Ртищево	20 апреля	1 октября	164
Саратов	19 апреля	8 октября	172
Балашов	19 апреля	3 октября	167
Перелюб	21 апреля	1 октября	163
Ершов	21 апреля	3 октября	165
Александров Гай	18 апреля	8 октября	173



Таблица 6

Сумма активных температур по станциям Саратовской области за 2002–2022 гг.

Год	Хвалынский	Ртицево	Саратов	Балашов	Перелюб	Ершов	Александров Гай
2002	2827,9	2646,7	2866,1	2736,4	2720,9	2847,8	3049,8
2003	2812	2537	2872,6	2654,8	2799,1	2784,5	3033,6
2004	2876,3	2709,1	3070,5	2826,4	3088,6	3046,3	3330,2
2005	3226,4	2865	3311,1	2974	2981,4	3226,8	3567,5
2006	2869,6	2639,4	2983	2771,6	2927,4	2940,3	3206,2
2007	2583,8	2398,3	2653,7	2491,4	2545,4	2636,3	2865,4
2008	3163,3	2866	3251,9	3033,8	3035,7	3187,1	3470,9
2009	3162,5	2936,8	3097,7	2998,7	2982,1	3033	3379,4
2010	3503,9	3247,4	3562,8	3296,5	3349	3460,8	3787,4
2011	3049,4	2842,5	3186,1	3044,66	3017,7	3128,1	3437,3
2012	3523,4	3083,2	3670	3315	3454,2	3556,7	3765,3
2013	2959,8	2644,5	2914,9	2774,8	2910,9	2962,3	3173,9
2014	2998	2636,7	3095,5	3005,2	2914,7	2669,3	3367,6
2015	3175,9	2918,2	3171,1	2964,6	3052,7	3132,7	3408,4
2016	3274,5	2957,7	3300,9	3089,5	3221,4	3259,7	3495
2017	2725,1	2452,6	2751,2	2629,9	2723,7	2534,1	3053,7
2018	3252,2	2740	3306,9	2924	2989,5	3236,9	3427,6
2019	3233,2	2516,4	3304,6	2829,4	2715	2815,7	3586,8
2020	3112,5	2784,6	3413,6	3012,2	2963,9	3125,7	3495,4
2021	3166,6	2837,7	3281,2	3055,9	3290	3409,5	3625,7
2022	3398,7	3038,7	2883,9	2851,3	2821,1	2814,8	3194,4
Среднее	3090,2	2776,1	3140,4	2918,0	2976,4	3038,4	3367,6

Разница в суммах температур между северо-западными и юго-восточными районами составляет 500–600 °С.

4. Саратовская область относится к умеренному тепловому поясу культур средней спелости с суммой температур выше 10 °С в пределах 2500–3700 °С, что благоприятно для таких культур, как средние и поздние сорта зерновых, зернобобовых, кукурузы на зерно, подсолнечник на семена, рис, соя, сахарная свекла, бахчевые, и среднепоздней спелости с требованием к суммам активных температур за период вегетации 2800–3400 °С (экологические типы возделываемых культур те же, но более поздних сортов).

Библиографический список

1. Сиротенко О. Д., Абашина Е. В. Влияние глобального потепления на агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России // Метеорология и гидрология. 1994. № 4. С. 101–112.
2. Грингоф И. Г., Клещенко А. Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии : учеб. пособие для вузов. Т. I. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. Обнинск : ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. 807 с.
3. Пряхина С. И., Ормели Е. И. Агроклиматическая характеристика сезонов года Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 4. С. 243–247. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-4-243-247>
4. Грингоф И. Г., Павлова В. Н. Основы сельскохозяйственной метеорологии : учеб. пособие для вузов. Т. 3. Основы агроклиматологии. Влияние изменений климата на экосистемы, агроферу и сельскохозяйственное производство. Обнинск : ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2013. 384 с.
5. Шульгин А. М. Агрометеорология и агроклиматология. Л. : Гидрометеиздат, 1978. 197 с.
6. Грингоф И. Г., Пасечнюк А. Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. СПб. : Гидрометеиздат, 2005. 552 с.
7. Пряхина С. И. Прогнозы, расчеты, обоснования в агрометеорологии : учеб.-метод. пособие. Саратов : ИЦ «Наука», 2014. 111 с.
8. Медведев И. Ф., Левицкая Н. Г., Любимова М. Н. Экологические аспекты устойчивости зернового производства в Саратовской области // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2016. № 5. С. 37–40. EDN: IUZKHT

Поступила в редакцию 20.11.2023; одобрена после рецензирования 15.01.2024; принята к публикации 09.02.2024
The article was submitted 20.11.2023; approved after reviewing 15.01.2024; accepted for publication 09.02.2024