

Риски сильных атмосферных засух на территории Саратовской области

Елена Владимировна Завьялова, Ирина Игоревна Демакина
ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия
e-mail: lenok_1987.87@bk.ru

Аннотация. Приведена сравнительная характеристика вероятности засух сильной и очень сильной интенсивности в отдельные отрезки вегетационного периода за 1971–2000 и 2001–2020 гг. по природным зонам Саратовской области. Исходным материалом послужили климатические данные метеостанций Саратовской области. Данные по урожайности взяты из статистических сборников. Установлено, что повторяемость сильных засух с $GTC \leq 0,5$ в 2001–2020 гг. увеличилась по сравнению с 1971–2000 гг. в период вегетации зерновых (май – июль) на 13 % в полупустынных районах. В период осенней вегетации озимых (август – сентябрь) риски таких засух увеличились на всей территории области на 15–26 %. За теплый период (май – сентябрь) повторяемость сильных засух заметно выросла в сухостепных и полупустынных районах (на 16 и 23 % соответственно). Риски очень сильных засух с $GTC < 0,4$ за период вегетации зерновых культур (май – июль) увеличились на 14 % в полупустынных районах. В период осенней вегетации озимых (август – сентябрь) риски таких засух увеличились на всей территории области на 9–24 %. В общем, за теплый период (май – сентябрь) повторяемость очень сильных засух увеличилась в лесостепных и полупустынных районах (на 5 и 10 % соответственно). Представлена метеорологическая характеристика наиболее жестоких засух последнего полувека и дана оценка рисков недобора урожая зерна для озимой и яровой пшеницы в целом по области. Показана целесообразность заблаговременного принятия необходимых мер по сокращению ущерба.

Ключевые слова: интенсивность засухи; повторяемость; вероятность; гидротермический коэффициент; урожайность; валовой сбор зерна.

Для цитирования: Завьялова Е. В., Демакина И. И. Риски сильных атмосферных засух на территории Саратовской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 8–12. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp8-12>.

AGRONOMY

Original article

Risks of strong atmospheric drought in the territory of Saratov region under conditions of modern climate change

Elena V. Zavyalova, Irina I. Demakina

Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region», Saratov, Russia
e-mail: lenok_1987.87@bk.ru

Abstract. This article provides a comparative characteristic of the probability of severe and very strong droughts in certain segments of the growing season for 1971–2000 and 2001–2020 on natural zones of the Saratov region. The initial material was climatic data from meteorological stations in the Saratov region. Yield data were taken from statistical compilations. The study found that the frequency of severe droughts with $GTC \leq 0,5$ in 2001–2020 increased in comparison with 1971–2000 during the growing season of cereals (May–July) by 13% in semi-desert areas. During the autumn growing season of winter crops (August–September), the risks of such droughts increased throughout the region by 15–26%. In general, during the warm period (May–September), the frequency of severe droughts increased markedly in dry-steppe and semi-desert regions (by 16 and 23%, respectively). The risks of very severe droughts with $GTC < 0,4$ during the growing season of grain crops (May–July) increased by 14% in semi-arid regions. During the autumn growing season of winter crops (August–September), the risks of such droughts increased throughout the region by 9–24%. In general, during the warm period (May–September), the frequency of very severe droughts increased in the forest-steppe and semi-desert regions (by 5 and 10%, respectively). Also, the article provides meteorological characteristics of the most severe droughts of the last half century and an assessment of the risks of a grain yield shortfall for winter and spring wheat in the region as a whole. The expediency of taking the necessary measures to reduce damage in advance is shown.

Keywords: drought intensity; recurrence; probability; hydrothermal coefficient; yield; gross grain harvest.

For citation: Zavyalova E. V., Demakina I. I. Risks of strong atmospheric drought in the territory of Saratov region under conditions of modern climate change. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(7): 8–12. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp8-12>.

Введение. Основной особенностью современного изменения климата является глобальное потепление конца XX в. – начала XXI в. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), средняя температура воздуха на Земле с конца XIX в. повысилась на 0,8 °С. Наиболее интенсивный подъем температуры наблюдался с начала 80-х годов XX века.

Потепление сопровождалось увеличением годового количества осадков и частым выпадением экстремальных осадков. В таких районах, как Западная Сибирь это увеличивает заболоченность, подтопления, вызывает развитие эрозионных и других процессов, усложняющих хозяйственную деятельность, в Поволжье способствует увеличению числа сильных атмосферных засух и развитию процессов эрозии в случае выпадения интенсивных ливней [1].

По климатическим условиям Поволжье относится к числу регионов с максимальной степенью риска возникновения и развития засух, существенно снижающих его сельскохозяйственный потенциал. Изучению засух в Поволжье как опасного природного явления посвящено большое количество работ [2–6]. В них представлены результаты научных разработок по типизации засух, их повторяемости в различных природных зонах региона, оценке их интенсивности и влияния на урожайность сельскохозяйственных культур. В большинстве работ в качестве показателя ин-





тенсивности атмосферных засух использован гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), а критерии этого показателя для условий Саратовской области были уточнены путем сравнения ГТК с величиной снижения урожая. ГТК = 0,6–0,7 является показателем средней засухи со снижением урожая около 20–30 %, ГТК = 0,4–0,5 указывает на засуху сильной интенсивности, вызывающую снижение урожая на 31–50 % и ГТК ≤ 0,3 является показателем очень сильной засухи со снижением урожая более 50 %.

Также засухи классифицируют по времени наступления: ранние весенние, весенне-летние, поздние летние, осенние и устойчивые (охватывают 2–3 сезона). Наибольшее снижение урожайности в Поволжье наблюдалось в годы устойчивых засух [6].

В условиях современного изменения климата проблема мониторинга засух, изучение их пространственно-временной изменчивости и интенсивности для разработки мероприятий по снижению их негативного влияния на устойчивость развития сельскохозяйственного производства региона имеют весьма актуальное значение.

Цель данной работы – оценка рисков сильных и очень сильных засух и их динамики за различные периоды вегетации сельскохозяйственных культур по природным зонам Саратовской области в условиях изменения климата за последние 50 лет (с 1971 по 2020 г.).

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

Исследуемый период 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 сравнивался период с 2001 по 2020 г., характеризующийся преобладанием сильных засушливых явлений.

В работе использовались вероятностный и статистический методы, а также метод построения линейных трендов. Интенсивность засух оценивали по гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК) в соответствии с указанными выше критериями.

Результаты исследований. Анализ повторяемости сильных засух с ГТК ≤ 0,5 за весь 50-летний исследуемый период с 1971 по 2020 г. показал, что наиболее значительные риски сильных засух в течение всего вегетационного периода наблюдались в полупустынных и сухостепных районах области (66 и 38 % соответственно). В черноземных районах вероятность таких засух составляет 22 %, а в лесостепных она не превышает 14 %. Максимальная повторяемость сильных засух по всем природным зонам области отмечалась в мае, июле и августе (табл. 1).

Для грамотного и практичного ведения сельского хозяйства, а также принятия оптимальных решений по адаптации к меняющимся агроклиматическим условиям важно знать не только вероятность и риски засух в количественном выражении за какой-то период, но и их динамику. Поэтому в статье проводится сравнение вероятности сильных засух за два вышеуказанных периода. Результаты расчетов рисков засух за период вегетации зерновых культур (май – июль) и период осенней вегетации озимых (август – сентябрь) за 2001–2020 гг. по сравнению с 1971–2000 гг. свидетельствуют о том, что в мае – июле они увеличились на 13 % в полупустынных районах. В лесостепных и сухостепных районах практически не изменились, а в черноземностепных районах уменьшились на 5 % (табл. 2).

В период осенней вегетации озимых (август – сентябрь) риски таких засух в 2001–2020 гг. увеличились по сравнению с 1971–2000 гг. на всей территории области: в лесостепных районах на 16 %, в черноземностепных и полупустынных на 15 %, а в сухостепных районах на 26 %. Наиболее значительные изменения рисков сильных засух наблюдались в августе – сентябре (см. табл. 2). За теплый период (май – сентябрь) повторяемость засух практически не изменилась в лесостепных и черноземных районах (увеличилась на 2 и 4 % соответственно) и заметно выросла в сухостепных и полупустынных районах (на 16 и 23 % соответственно), см. табл. 2. Результаты расчетов по 20 метеостанциям за теплый период (май – сентябрь) также представлены на рисунке.

Так как наибольшие потери урожая (более 50 %) наблюдаются при очень сильных засухах с ГТК < 0,4 целесообразно рассмотреть динамику их изменения за период 2001–2020 гг. в сравнении со «стандартным тридцатилетием» 1971–2000 гг. По данным табл. 3, за период вегетации зерновых культур (май – июль) риски очень сильных засух увеличились на 14 % в полупустынных районах. В лесостепных, черноземностепных и сухостепных районах практически не изменились.

В период осенней вегетации озимых (август – сентябрь) риски таких засух в 2001–2020 гг. увеличились по сравнению с 1971–2000 гг. на всей территории области: в лесостепных районах – на 9 %, в черноземностепных – на 11 %, в сухостепных – на 15 %, а в полупустынных – на 24 % (табл. 3).

Таблица 1

Вероятность сильных засух с ГТК ≤ 0,5 по природным зонам Саратовской области за 1971–2020 гг., %

Период	Лесостепь	Засушливая черноземная степь	Сухая степь	Полупустыня
Апрель	17	22	30	31
Май	41	40	56	67
Июнь	26	34	43	61
Июль	29	41	57	76
Август	41	51	66	82
Сентябрь	34	37	43	62
Май – июль	21	27	49	69
Август – сентябрь	25	32	53	66
Май – сентябрь	14	22	38	66

Вероятность сильных засух с $ГТК \leq 0,5$ по природным зонам Саратовской области за 1971–2000 и 2001–2020 гг., %

Период	Лесостепь	Засушливая черноземная степь	Сухая степь	Полупустыня
1971–2000 гг.				
Апрель	19	26	41	40
Май	42	43	60	62
Июнь	24	34	37	50
Июль	24	37	53	71
Август	33	42	61	77
Сентябрь	30	34	36	54
Май-июль	20	29	47	65
Август-сентябрь	18	28	42	60
Май-сентябрь	13	20	32	57
2001–2020 гг.				
Апрель	13	15	13	18
Май	38	35	51	75
Июнь	29	33	50	78
Июль	36	46	61	85
Август	54	63	81	90
Сентябрь	40	58	53	75
Май-июль	23	24	51	78
Август-сентябрь	34	43	68	75
Май-сентябрь	15	24	48	80

Изменение вероятности сильных засух с $ГТК \leq 0,5$ за период 2001–2020 гг. по сравнению с 1971–2000 гг., %

За последние 50 лет на территории Саратовской области можно выделить 4 наиболее жестокие засухи (1972, 1981, 1998 и 2010 гг.), которые отличались наибольшей площадью распространения, продолжительностью и интенсивностью.

Таблица 3

Вероятность очень сильных засух с $ГТК < 0,4$ по природным зонам Саратовской области за 1971–2000 и 2001–2020 гг., %

Период	Лесостепь	Засушливая черноземная степь	Сухая степь	Полупустыня
1971–2000 гг.				
Апрель	12	16	30	20
Май	29	30	44	40
Июнь	13	17	25	30
Июль	12	18	36	48
Август	19	29	37	50
Сентябрь	18	20	24	39
Май-июль	4	8	22	36
Август – сентябрь	7	8	24	44
Май – сентябрь	1	5	16	33
2001–2020 гг.				
Апрель	3	4	9	10
Май	16	18	28	33
Июнь	20	21	34	53
Июль	26	33	50	65
Август	44	48	64	83
Сентябрь	24	29	36	48
Май – июль	6	7	20	50
Август – сентябрь	16	19	39	68
Май – сентябрь	6	6	15	43

Таблица 4

Коэффициенты линейного тренда ГТК в различные отрезки вегетационного периода за 1971–2020 гг.

Район	Май – июнь	Май – июль	Июль – август	Август – сентябрь	Май – сентябрь
Правобережье	-0,004	-0,023	-0,062	-0,035	-0,018
Левобережье	-0,025	-0,027	-0,040	-0,021	-0,019





В 1972 г. средняя температура воздуха за основной период вегетации зерновых (май – июль) превысила климатическую норму на 2,0–3,1 °С. Количество осадков за этот период в среднем по области составило 56 мм (45 % нормы). Гидротермический коэффициент в среднем по области за май – июль равнялся 0,3. Урожайность зерновых культур составила 5,6 ц/га.

В 1981 г. положительная аномалия температуры в среднем за май – июль составила 1,5–3,0 °С, сумма осадков в среднем по области – 75 мм (60 % нормы). Гидротермический коэффициент – 0,4. Средняя по области урожайность составила 6,3 ц/га.

Очень сильная засуха была зафиксирована в 1998 г. Средняя температура за май – июль превышала норму на 2,5–3,9 °С. В среднем по области за май– июль выпало 50 мм осадков (40 % нормы). В большинстве районов области за 81 день не выпало ни одного дождя. Гидротермический коэффициент за май – июль составил 0,2. В сложившихся условиях наблюдалась полная гибель яровых культур на значительных площадях, особенно в левобережных районах области. Средняя по области урожайность составила 3,9 ц/га.

2010 г. характеризовался экстремально высоким температурным режимом, который установился в начале июня и сохранялся до конца сентября. Средняя температура за май – июль превысила норму на 4,1–6,4 °С, в Саратове на 4,6 °С. Настолько высокая положительная аномалия температуры воздуха в основной период вегетации зерновых наблюдалась в первый раз за весь исследуемый период. Сумма осадков за май – июль в среднем по области составила 40 мм (26 % нормы). Гидротермический коэффициент оказался равным 0,2, что соответствует засухе очень сильной интенсивности. Средняя урожайность зерновых культур по Саратовской области составила 4,6 ц/га. Условия для сева озимых культур были крайне неблагоприятными, так как в августе и первой половине сентября дожди практически отсутствовали [6].

Заключение. За исследуемый 50-летний период (с 1971 по 2020 гг.) наиболее значительные риски сильных засух в течение вегетационного периода наблюдались в полупустынных и сухостепных районах области (66 и 38 % соответственно). За 2001–2020 гг. по отношению к стандартному 30-летию 1971–2000 гг. на территории Саратовской области повторяемость сильных засух увеличилась в период вегетации зерновых (май – июль) на 13 % в полупустынных районах. В период осенней вегетации озимых (август – сентябрь) риски таких засух в 2001–2020 гг. увеличились по сравнению с 1971–2000 гг. на всей территории области на 15–26 %. В общем, за теплый период (май – сентябрь) повторяемость сильных засух заметно выросла в сухостепных и полупустынных районах (на 16 и 23 % соответственно) и практически не изменилась в лесостепных и черноземных.

За период вегетации зерновых культур (май – июль) риски очень сильных засух с ГТК < 0,4 за 2001–2020 гг. по сравнению с 1970–2000 гг. увеличились на 14 % в полупустынных районах. В период осенней вегетации озимых (август – сентябрь) риски очень сильных засух в 2001–2020 гг. увеличились по сравнению с 1971–2000 гг. на всей территории области на 9–24 %. За теплый период (май – сентябрь) повторяемость очень сильных засух практически не изменилась в черноземных и сухостепных районах и увеличилась в лесостепных и полупустынных районах (на 5 и 10 % соответственно).

Анализ линейных трендов за 1971–2020 гг. показал, что во все отрезки вегетационного периода они отрицательны на всей территории области, что свидетельствует об общей тенденции уменьшения величины ГТК и роста засушливости вегетационного периода.

С учетом выявленных тенденций изменения гидротермического режима территории Саратовской области одной из главных мер приспособления сельского хозяйства к изменениям климата является адаптивная селекция озимых и яровых культур, правильный подбор их сортового состава и оптимальное размещение в различных природных зонах региона. Технологии возделывания зерновых культур обязательно должны включать в себя влагосберегающие способы обработки почвы, а также восстановление и развитие орошения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1008 с.
2. 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. 360. С. 45–78.
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. Соленое займище, 2016. С. 253–256.
5. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Демакина И. И. Пространственно-временные особенности формирования засух в условиях меняющегося климата Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2016. Т. 16. Вып. 4. С. 201–205.
6. Левицкая Н. Г., Шаталова О. В., Иванова Г. Ф. Засухи в Поволжье и их влияние на производство зерна // Аграрный вестник Юго-Востока. 2010. № 3-4. С. 71–74.
7. Рочева Э. В. Возможные предвестники засух в сельскохозяйственных районах России // Метеорология и гидрология. 2012. № 9. С. 5–18.
8. Распределение приповерхностной температуры на территории России и соседних стран при заданном уровне глобального потепления / С. М. Семенов [и др.] // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2013. Т. 25. С. 29–41.

9. Зонирование агроэкологического потенциала территории для оценки сельскохозяйственных угодий Саратовской области / В. А. Тарбаев [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 4. С. 37–43.

10. Черенкова Е. А., Семенова И. Г., Кононова Н. К., Титкова Т. Б. Засухи и динамика синоптических процессов на юге Восточно-Европейской равнины в начале XXI века // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21. № 2. С. 5–15.

REFERENCES

1. 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.).

2. Vilfand R. M., Strashnaya A. I., Bereza O. V. On the dynamics of agro-climatic indicators of conditions for sowing, 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.).

3. Goryanina T. A. Influence of climatic conditions on the productivity of winter triticale in the conditions 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 productivity of grain crops in the Saratov region. Priority directions for the development of modern science of young agricultural scientists, materials of the V Intern. scientific-practical. conf. young scientists dedicated to 25th anniversary of the FSBSI “Caspian Research Institute of Arid Agriculture”. S. Salt loan; 2016. P. 253–256. (In Russ.).

5. Ivanova G. F., Levitskaya N. G., Demakina I. I. Spatio-temporal features of the formation of droughts in the changing climate of the Saratov region. *News of the Saratov University. New series. Earth Science Series*. 2016;16(4):201–205. (In Russ.).

6. Levitskaya N. G., Shatalova O. V., Ivanova G. F. Droughts in the Volga region and their impact on grain production. *Agrarian Bulletin of the South-East*. 2010;(3-4): 71–74. (In Russ.).

7. Rocheva E. V. Possible harbingers of droughts in agricultural regions of Russia. *Meteorology and hydrology*. 2012;(9):5–18. (In Russ.).

8. Distribution of near-surface temperature on the territory of Russia and neighboring countries at a given level of global warming / S. M. Semenov et al. *Problems of ecological monitoring and modeling of ecosystems*. 2013;(25):29–41. (In Russ.).

9. Zoning of the agro-ecological potential of the territory for the assessment of agricultural land in the Saratov region / V. A. Tarbaev et al. *Agrarian scientific journal*. 2020;(4):37–43. (In Russ.).

10. Cherenkova E. A., Semenova I. G., Kononova N. K., Titkova T. B. Droughts and dynamics of synoptic processes in the south of the East European Plain at the beginning of the 21st century. *Arid ecosystems*. 2015;21(2):5–15. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 28.09.2021; одобрена после рецензирования 13.10.2021; принята к публикации 29.11.2021.

The article was submitted 28.09.2021; approved after reviewing 13.10.2021; accepted for publication 29.11.2021.

