

Научная статья

УДК 556.164

doi: 10.28983/asj.y2023i6pp18-21

Анализ влияния изменения климата на факторы, определяющие сток талых вод в степной зоне Саратовской области

Ирина Игоревна Демакина¹, Ирина Николаевна Кораблева¹,
Елена Владимировна Завьялова¹, Борис Викторович Фисенко²

¹ ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

² ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия
e-mail: demakina2015@yandex.ru

Аннотация. Дана оценка влияния глобального изменения климата на факторы, определяющие сток талых вод в степной зоне Саратовской области. Анализ подвергались данные по стокоформирующим факторам, полученные на опытных стационарах ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» (географические координаты 51.603656, 46.032527), расположенных в степной зоне Саратовской области, по периодам наблюдений 1981–2000 гг., 2001–2014 гг. и 2015–2021 гг., определяющим многолетние гидрологические особенности формирования поверхностного стока талых вод. Показано, что увеличение суммы осадков за холодный период с 194 до 219 мм, уменьшение средней температуры воздуха за холодный период с $-7,4$ до $-6,2$ °С, увеличение числа оттепелей с 22 до 30 и уменьшение глубины промерзания почвы с 118 до 74 см привело к уменьшению стока талых вод с 13,5 мм за 1982–2000 гг. до 0 мм за 2015–2021 гг. (при норме в 10 мм). В то же время отмечается увеличение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвенного профиля к началу полевых работ на 7–10 % от нормы.

Ключевые слова: агроландшафт; водная эрозия; промерзание; почвенная влага; водосбор.

Для цитирования: Демакина И. И., Кораблева И. Н., Завьялова Е. В., Фисенко Б. В. Анализ влияния изменения климата на факторы, определяющие сток талых вод в степной зоне Саратовской области // Аграрный научный журнал. 2023. № 6. С. 18–21. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i6pp18-21>.

AGRONOMY

Original article

Analysis of the impact of climate change on the factors determining the flow of meltwater in the steppe zone of the Saratov region

Irina I. Demakina¹, Irina N. Korableva¹, Elena V. Zavyalova¹, Boris V. Fisenko²

¹FGBNU «FANC of the South-East», Saratov, Russia

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

Abstract. The article presents an assessment of the impact of global climate change on the factors determining the flow of meltwater in the steppe zone of the Saratov region. The data on runoff-forming factors obtained at the experimental hospitals of the FSBI “FANC of the South-East” (geographical coordinates 51.603656, 46.032527) located in the steppe zone of the Saratov region for the observation periods 1981-2000, 2001-2014 and 2015–2021, determining the long-term hydrological features of the formation of the surface runoff of meltwater, were analyzed. It was concluded that an increase in the amount of precipitation during the cold period from 194 to 219 mm during the studied periods, a decrease in the average air temperature during the cold period from -7.4 °C to -6.2 °C, an increase in the number of thaws from 22 to 30 and a decrease in the depth of soil freezing from 118 to 74 cm led to a decrease in meltwater runoff from 13.5 mm for the period 1982-2000 to 0 mm for the period 2015-2021 (with a norm of 10 mm). At the same time, there is an increase in the reserves of productive moisture in the meter layer of the soil profile by the beginning of field work by 7-10% of the norm.

Keywords: agrolandscape; water erosion; freezing; soil moisture; catchment area.

For citation: Demakina I. I., Korableva I. N., E. V. Zavyalova E. V., Fisenko B. V. Analysis of the impact of climate change on the factors determining the flow of meltwater in the steppe zone of the Saratov region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(6):18–21. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i6pp18-21>.





Введение. В Поволжье значительная часть сельскохозяйственных угодий расположена на склоновых землях и в различной степени подвержена воздействию эрозионных процессов [4]. Водная эрозия почвы представляет собой процесс разрушения верхнего плодородного слоя земли под воздействием естественных и антропогенных процессов [1, 5]. Одними из основных факторов, обуславливающих проявление эрозионных процессов почвенного покрова, вызванных стоком талых вод, являются температура воздуха, количество выпадающих осенью и зимой осадков, запасы воды в снеге, глубина промерзания почвы и интенсивность снеготаяния [4, 7].

Мониторинг и анализ многолетних климатических данных по метеостанциям (на примере Саратовской области) свидетельствуют о тенденции изменения климата за последние 30 лет. Это проявляется в устойчивом росте температуры воздуха, особенно значительно в холодный период года (ноябрь – март), что способствует протеканию более мягких зим, и в увеличении количества осадков осенне-зимнего периода [3].

Изменения климатических факторов, в том числе и стокоформирующих, в результате глобального потепления климата отражаются на условиях накопления и высоте снежного покрова, характере весеннего стока талых вод [6, 8]. В то же время современные закономерности данных процессов и их возможное влияние на сельскохозяйственное производство в регионе практически не изучено.

Цель исследований – установить влияние метеорологических факторов на интенсивность процессов водной эрозии и динамику запасов воды в почве перед началом полевых работ.

Методика исследований. Для установления влияния изменившихся климатических условий на склоновых агроландшафтах на сток талых вод были проанализированы многолетние данные мониторинга продуктивной влажности почвы, высоты снежного покрова и промерзания почвенного профиля.

Исследования проводили в стационарных опытах ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» в условиях степной и сухостепной зон Саратовской области (географические координаты 51.603656, 46.032527). Коэффициент увлажнения территории, рассчитанный по Н.Н. Иванову, в среднем составляет 0,47. Почва – чернозем южный малогумусный среднemocный тяжелосуглинистый со средним содержанием гумуса 4,1–4,5 %.

Запасы почвенной влаги определяли термостатно-весовым методом, с пересчетом общих запасов на запасы свободной влаги (в мм) [4]. Изъятие почвенных образцов проводили буром АМ-16, до глубины 150 см, через каждые 10 см. Высоту снежного покрова определяли путем снегомерной съемки, при помощи переносной рейки. Плотность снега устанавливали плотномером ВС-43; промерзание почвенного профиля – при помощи мерзлотомера Данилина [4].

Результаты исследований. Для оценки влияния глобального потепления на режим снегонакопления и формирование стока талых вод проводили анализ данных климатических показателей и величины стока за три периода: с 1981 по 2021 гг. Он показал их изменения, представленные в табл. 1. Так, с 2001 по 2014 г. в сравнении с 1981–2000 гг. увеличились среднегодовая температура воздуха на 0,9 °С, при климатической норме в 5,3 °С, температура зимнего периода на 0,3 °С, температура первой декады марта на период снеготаяния увеличилась на 1,1°. Среднегодовое количество осадков сравниваемых периодов не существенно отличается, всего на 2 мм, в том числе количество осадков холодного периода на 9 мм, уменьшилась глубина промерзания в среднем со 118 до 90 см, стало больше оттепелей.

В 2015–2021 гг. в сравнении с двумя предыдущими периодами наблюдали следующую тенденцию. Количество осадков за год увеличилось по сравнению с климатической нормой на 13 %, сумма осадков за холодный период (ноябрь – март) возросла на 38 %, а сумма осадков за осенний период уменьшилась по сравнению с 1981–2000 гг. и 2001–2014 гг. и составила 114 мм (97 % от климатической нормы) [1]. Что касается температурного режима, то среднегодовая температура увеличилась на 2,6 °С по сравнению с нормой, зимой за этот период было теплее на 4 °С.

Анализируя табл. 1, можно увидеть рост температуры воздуха 1-й декады марта, то есть на период снеготаяния на 3,7 °С, а по сравнению с климатической нормой на 5,1 °С (климатическая норма 1-й декады марта –7,3 °С). При этом промерзание почвенного профиля значительно сокращалось: со 118 см (с 1981 до 2000 г.), до 74 см (с 2015 до 2021 г.). Число дней с оттепелями по сравнению с предыдущими периодами увеличилось до 30, что указывает на количественные изменения метеорологических характеристик. Изменение основных климатических показателей привело к изменению режимов снегонакопления и тем самым, стока талых вод.

Изменение климатических показателей за периоды наблюдений

Климатические показатели	Период наблюдений		
	1981–2000 гг.	2001–2014 гг.	2015–2021 гг.
Сумма осадков за год, мм	483	485	513
Сумма осадков холодного периода, мм	194	203	219
Сумма осадков за осень, мм	130	133	114
Среднегодовая температура воздуха, °С	6,5	7,4	7,9
Средняя температура воздуха холодного периода, °С	-7,4	-7,1	-6,2
Средняя температура 1-й декады марта (на период снеготаяния)	-5,9	-4,8	-2,2
Число оттепелей	22	24	30
Максимальное промерзание почвы, см	118	90	74

По результатам снегомерной съемки перед началом снеготаяния (1-я декада марта) были получены следующие показания высоты снежного покрова и запасов воды в снеге за исследуемые периоды (табл. 2).

Таблица 2

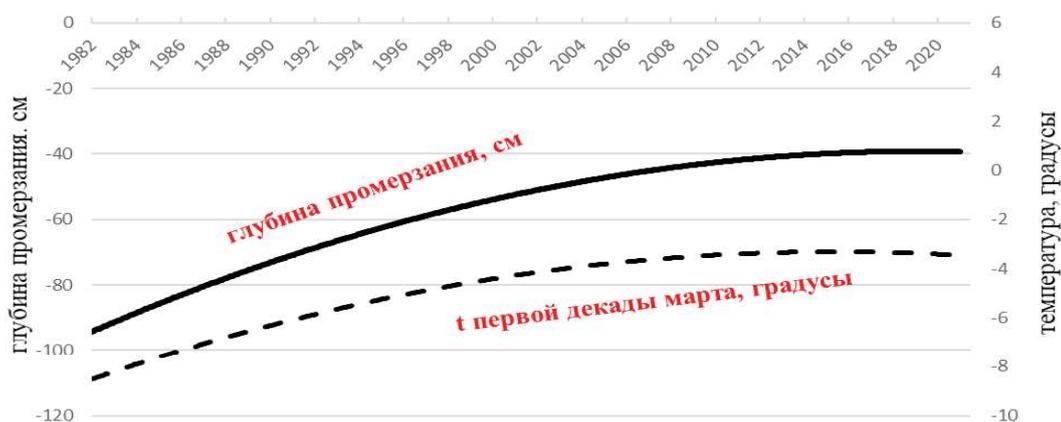
Агроклиматические факторы стока

Период наблюдений	Высота снежного покрова, см	Сумма осадков за период снеготаяния, мм	Глубина промерзания, см	Запасы влаги в метром слое почвы, мм		Сток талых вод, мм
				осень	весна	
				зябь/озимая	зябь/озимая	
Норма	19	73	83	81/118	138/169	10,0
1981–2000 гг.	31	77	66	102/126	140/156	13,5
2001–2014 гг.	36	97	55	98/127	153/170	6,7
2015–2021 гг.	24	120	23	97/136	162/171	0

Уменьшение объема стока талой воды и ее аккумуляция привели к увеличению запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу весенних полевых работ.

Установлено, что запасы продуктивной влаги зависят от агрофизических свойств почвы. Они изменяются в зависимости от фаз развития полевых культур, способов обработки и слоя почвы. При этом было выявлено, что на черноземах при недостаточном количестве осадков ресурсосберегающие технологии улучшают водный режим почвы по сравнению с традиционной технологией [2].

Если с 1981 по 2000 г. запасы воды в снеге составили 77 мм, то за период с 2001 по 2014 г. данный показатель увеличился на 20 мм. Объяснить это можно увеличением количества осадков за весь холодный период. Высота снежного покрова к началу снеготаяния за исследуемые периоды была выше климатической нормы на 63–65 %. При этом глубина промерзания почвы уменьшилась по сравнению с нормой на 30–40 %. В 2015–2021 гг. наблюдали также уменьшение глубины промерзания в период снеготаяния. Она составила 23 см, высота снежного покрова по сравнению с нормой была выше – 126 % от нормы (см. рисунок).



Динамика изменения глубины промерзания и увеличения температуры воздуха в период снеготаяния





Наблюдения за снеготаянием, проведенные с 2000 по 2014 г., показали, что сток талой воды по сравнению с 1981–2000 гг. сократился в 2,2 раза на склоновом макроландшафте. Изменилось количество лет, в которых наблюдалось формирование стока талых вод. Если из общего количества лет мониторинга до 1989 г. доля лет со стоком составляла 42 %, то после 1990 г. формирование стока отмечалось только в 28 % лет, а после 2015 г. уже не наблюдались процессы линейной эрозии.

В 2015–2021 гг. отмечалось увеличение температурного режима, изменение глубины промерзания почвенного профиля, от чего зависит впитывающая способность почвы. Отсутствие стока талых вод обусловлено высокой влагообеспеченностью почвенного профиля почвы на исследуемом стационаре.

Заключение. Анализ многолетних наблюдений указывает на то, что глобальное изменение климата влияет на факторы, определяющие сток талых вод в степной зоне Саратовской области.

Увеличение числа теплых зим за последние 40 лет (17), плавное нарастание температурного режима на 2,6 °С за весь исследуемый период, уменьшение глубины промерзания до 74 см (при норме 95 см) приводят к снижению интенсивности снеготаяния и стока талых вод до 6,7 мм за 2001–2014 гг. и до 0 мм за 2015–2021 гг.

Также наблюдается увеличение высоты снежного покрова и запасов воды в снеге при уменьшении стока талых вод и увеличении запасов продуктивной влаги, что объясняется уменьшением глубины промерзания почвы.

Отмечается рост запасов продуктивной влаги в метровом слое почвенного профиля в весенний период на 7–10 % от нормы, 162 мм на зяби и 171 мм под озимыми культурами к началу полевых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко Ю. В., Фисенко Б. В., Овчинников А. Б. Обоснование расчетных характеристик дождевого стока и эрозии в зоне южных черноземов Приволжской возвышенности // *Научная жизнь*. 2019. № 1. С. 66–73.
2. Горянин О. И., Жмангабаев Б. Ж. Водный режим чернозема обыкновенного при возделывании подсолнечника в Поволжье // *Аграрный научный журнал*. 2021. № 11. С. 22–25.
3. Губарев Д. И., Левицкая Н. Г., Деревягин С. С. Влияние изменений климата на деградацию почв в аридных зонах Поволжья // *Аридные экосистемы*. 2022. Т. 28. № 1-90. С. 20–27. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-1-11-19.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
5. Жолинский Н. М., Кораблёва И. Н., Нуждин Н. Н. Мониторинг водной эрозии почв в агроландшафтах Саратовского Правобережья // *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2018. № 3-20. С. 34–36.
6. Левицкая Н. Г., Демакина И. И. Современные изменения климата Саратовской области и стратегия адаптации к ним селекции и агротехнологии // *Успехи современного естествознания*. 2019. № 10. С. 7–12.
7. Мониторинг деградационных процессов на склоновых агроландшафтах Поволжья / Н. М. Жолинский [и др.] // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле*. 2019. Т.19. № 2. С. 79–82. DOI: 10.18500/1819-7663-2019-19-2-79-82.
8. Monitoring the state of ameliorated agricultural lands in the arid zone of Russia / V. A. Tarbaev et al. // *International Journal on Emerging Technologies*. 2020. Т. 11. № 2. С. 565–570.

REFERENCES

1. Goryanin O. I., Zhmangabaev B. J. The water regime of ordinary chernozem during sunflower cultivation in the Volga region. *Agrarian Scientific journal*. 2021;(11):22–25. (In Russ.).
2. Gubarev D. I., Levitskaya N. G., Derevyagin S. S. The influence of climate change on soil degradation in arid zones of the Volga region. *Arid ecosystems*. 2022; 28(1-90):20–27. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-1-11-19. (In Russ.).
3. Dospekhov B. A. Methodology of field experience. Moscow: Kolos; 1979. 416 p. (In Russ.).
4. Bondarenko Yu. V., Fisenko B. V., Ovchinnikov A. B. Substantiation of the calculated characteristics of rain runoff and erosion in the zone of southern chernozems of the Volga upland. *Scientific life*. 2019;(1):66–73. (In Russ.).
5. Monitoring of degradation processes on the sloping agricultural landscapes of the Volga region / N. M. Zholinsky et al. // *Izvestiya Saratov University. A new series. Series: Earth Sciences*. 2019;19(2):79–82. DOI: 10.18500/1819-7663-2019-19-2-79-82. (In Russ.).
6. Zholinsky N. M., Korableva I. N., Nuzhdin N. N. Monitoring of water erosion of soils in agricultural landscapes of the Saratov Right Bank. *Agrarian Bulletin of the South-East*. 2018;(3-20):34–36. (In Russ.).
7. Levitskaya N. G., Demakina I. I. Modern climate changes in the Saratov region, and the strategy of adaptation to them of breeding and agrotechnology. *Successes of modern natural science*. 2019;(10):7–12. (In Russ.).
8. Monitoring the state of ameliorated agricultural lands in the arid zone of Russia / V. A. Tarbaev et al. *International Journal on Emerging Technologies*. 2020;11(2):565–570.

Статья поступила в редакцию 14.10.2022; одобрена после рецензирования 01.03.2023; принята к публикации 16.03.2023.
The article was 14.10.2022; approved after reviewing 01.03.2023; accepted for publication 16.03.2023.