

Современные климатические и гидрологические изменения в Белгородской области и их последствия

А. Г. Георгиади , С. В. Долгов, Е. А. Кашутина,
Н. И. Коронкевич, С. И. Шапоренко, С. В. Ясинский

*Институт географии РАН, Российская Федерация
(119017, Москва, Старомонетный переулок, 29, строение 4)*

Аннотация. Цель – оценка современных изменений температуры воздуха и осадков, других элементов водного баланса, их экологических и хозяйственных последствий для различных секторов экономики, главным образом для сельского хозяйства.

Материалы и методы: многолетние данные гидрометеорологических наблюдений, географо-гидрологические и статистические методы.

Результаты и обсуждение. Показано, что при незначительном изменении количества осадков в Белгородской области наблюдается заметное повышение температуры воздуха во все сезоны, наибольшее – в холодный период. Эти изменения приводят к трансформации гидрологических процессов. Поверхностный сток во время половодья и годовой сток сокращаются. Доля подземного стока увеличивается. Все это влияет на величину и внутригодовое распределение водных ресурсов, их качество, интенсивность эрозионных процессов и водообеспеченность сельскохозяйственных культур, сказывается на состоянии экологического каркаса региона.

Выводы. Происходящие климатические и гидрологические изменения требуют осуществления комплекса водоохраных, водосберегающих мероприятий. Отмечена перспективность использования природоподобных технологий в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: температура воздуха, атмосферные осадки, речной сток, почвенная влага, экологические и хозяйственные последствия, водосберегающие мероприятия, природоподобные технологии.

Источник финансирования: проект Приоритет-2030, № 20180180.

Для цитирования: Георгиади А. Г., Долгов С. В., Кашутина Е. А., Коронкевич Н. И., Шапоренко С. И., Ясинский С. В. Современные климатические и гидрологические изменения в Белгородской области и их последствия // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2023, № 4, с. 84-89. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/4/84-89>

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенное воздействие и происходящие климатические изменения последних десятилетий значительно повлияли на процессы формирования элементов водного баланса. В основной агропромышленной зоне страны, включая Белгородскую область, с ее ограниченными водными ресурсами, велик риск дефицита качественной воды, особенно в маловодные годы. При этом региональные последствия произошедших с 1970–1980-х годов климатических и хозяйственных трансформаций изучены недостаточно [5]. Решение этой задачи представляет значительный интерес для принятия

оптимальных управленческих решений, разработки мер по улучшению экологического состояния водных объектов и их водосборов на основе применения комплекса мероприятий, в том числе внедрения эффективных агротехнологий.

Цель исследования – оценить современные климатические и гидрологические изменения в Белгородской области и рассмотреть их последствия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве исходной информации использовались данные многолетних гидрологических (с 1928 года) и метеорологических (с 1890 года) наблюдений



Росгидромета, исследований Института географии РАН в Белгородской и соседних областях. Основные методы исследования – географо-гидрологический, статистическая обработка рядов наблюдений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения температуры воздуха и атмосферных осадков. В последние десятилетия в Белгородской области происходит статистически значимый рост **температуры воздуха во все сезоны**. По данным метеостанции Богородицкое-Фенино устой-

чивый рост температуры воздуха в холодный период года наблюдается с 1981 года, в теплый период – с 1998 года, а за год в целом – с 1989 года (рис. 1). Среднегодовая температура воздуха за период 1981-2022 годов на 1,3 °С выше таковой за период 1890-1980 годов. Наибольшее увеличение температуры (на 2,4–2,9 °С) отмечается в январе, в гораздо меньшей степени (на 0,5–0,8 °С) – летом в июле. При этом рост температуры как холодного, так и теплого сезонов в последние годы ускорился.

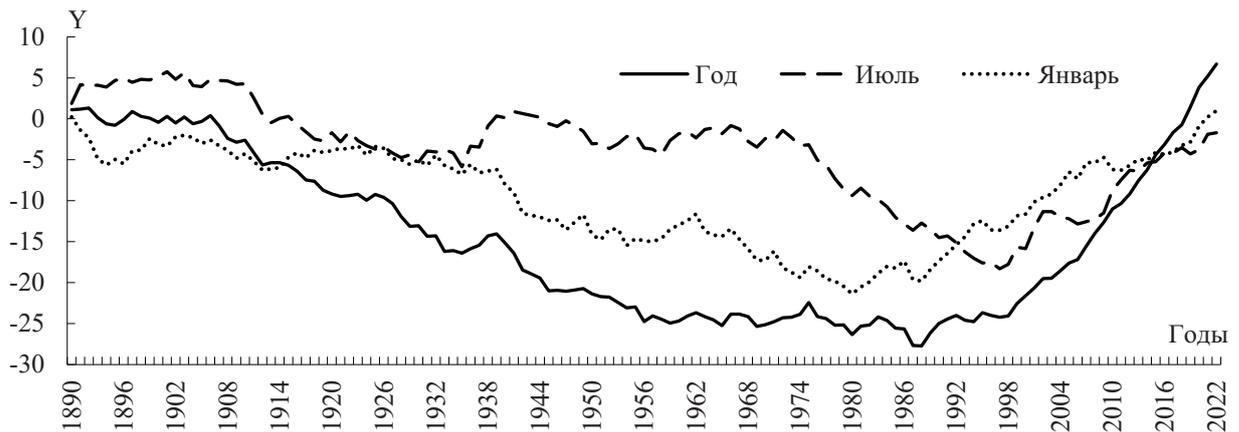


Рис. 1. Разностные интегральные кривые температуры воздуха на метеостанции Богородицкое-Фенино [Fig. 1. Cumulative deviations curve of air temperature at the Bogoroditskoe-Fenino meteorological station]

Значимые тренды **сумм атмосферных осадков** как за отдельные сезоны, так и за год в целом, в последние десятилетия в регионе не выявлены. С 1981 по 2022 годы величина годовых осадков составила по данным метеостанций Богородицкое-Фенино, Валуйки, Готня 591 мм (в том числе за холодный период – 211 мм, теплый – 380 мм).

Рост температуры в холодный сезон способствует уменьшению глубины промерзания почвы,

увеличению инфильтрации, росту почвенных влагозапасов, увеличению подземного стока и степени загрязненности подземных вод. При этом уменьшается поверхностный сток и миграция с ним загрязняющих веществ. В теплый сезон рост температуры сопровождается увеличением испарения, что способствует снижению величины как поверхностной, так и подземной составляющих стока, сокращению запасов почвенной влаги в вегетационный период.

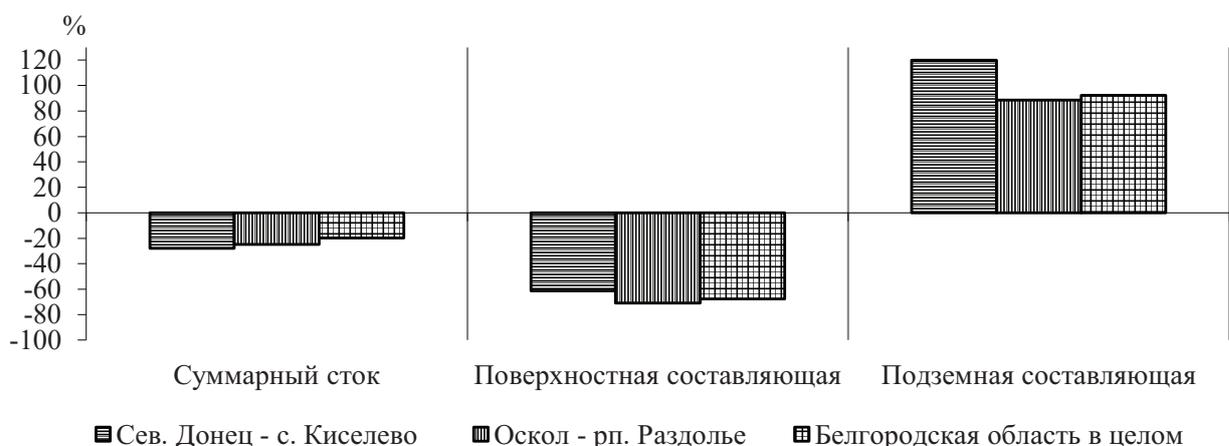


Рис. 2. Изменение показателей стока за 2008–2020 годы относительно нормы по К. П. Воскресенскому [2].

Расчеты основаны на определении различных видов питания по гидрографам речного стока [Fig. 2. Change in runoff indicators for 2008-2020 relative to the norm according to K. P. Voskresensky [2]. Calculations are based on the determination of various types of nutrition by hydrographs of river flow]

Сток. В последние годы значительно сократилась поверхностная составляющая стока [1]. Доля подземного стока в годовом речном возросла с 19 до 42%. Годовой сток в Белгородской области снизился на 23% по отношению к его норме, оцененной в 101 мм [2] (рис. 2).

При этом наблюдались фазы как повышенного, так и пониженного стока [3]. Почти на всех реках региона, относящихся к бассейнам Дона и Днепра (Тихая Сосна, Северский Донец, Оскол, Нежеголь, Ворскла), за исключением реки Уды, за период наблюдений отмечаются две длительные (продолжительностью 10–15 и более лет) фазы повышенного/пониженного стока половодья, зимней и летне-осенней межени. Смена фаз в зависимости от реки происходила в период с начала 1970-х до 2000 года, на большинстве рек – в 1970-е годы.

Таким образом, снижаются общая величина водных ресурсов, кратность разбавления загрязняющих веществ, хотя внутригодовое распределение водных ресурсов становится более благоприятным для водного хозяйства. Происходят неблагоприятные изменения для водной компоненты проектируемого экологического каркаса Белгородской области [7]. Вследствие изменения стока половодья ухудшаются условия нереста рыбы. Очень важно, что снижается интенсивность эрозионных процессов на водосборах в период половодья, возрастают ресурсы почвенной влаги весной. Вместе с тем возрастает повторяемость засух в летний период. Складывающаяся ситуация требует осуществления комплекса мероприятий по сохранению водных ресурсов и их качества.

В частности, дефицит почвенной влаги в вегетационный период на фоне деградации почвенных ресурсов в результате их интенсивной эксплуатации [6] требует срочных мер по адаптации сельского хозяйства и применения водосберегающих технологий, успешно зарекомендовавших себя в засушливых регионах. К таким технологиям относятся создание и поддержание в рабочем состоянии лесополос, кулис из нескошеннных сельскохозяйственных растений на полях, мульчирование почвы растительными остатками. Водоохранные и водосберегающие эффекты от их применения были показаны ранее с применением математических моделей [4, 10].

Менее изучены в нашей стране возможности применения так называемого прямого посева сельскохозяйственных культур, технологии «no-till» – без вспашки в сочетании с мульчированием. В последние десятилетия эта технология получила широкое распространение в мире, обеспечивая

производство высоких урожаев в условиях дефицита воды за счет сохранения влаги в почве и реабилитации почвенного покрова. В России эта технология уже показала свои достоинства в условиях засушливого климата Ставрополя [8]. Есть опыт ее применения в других регионах, в том числе в Белгородской области [9]. Эти исследования и внедрение их в практику необходимо продолжить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние десятилетия на территории Белгородской области при мало меняющихся осадках отмечается значимый рост температуры воздуха во все сезоны года, наибольший – в холодный период, что приводит к трансформации гидрологических процессов на водосборах области. Растет доля подземного стока, сокращается поверхностный сток и годовой сток. Годовой речной сток в 2008–2020 годы уменьшился в среднем на 23% по отношению к норме. Произошедшие изменения носят неоднозначный характер. С одной стороны, уменьшилась общая величина водных ресурсов, а с другой стороны, улучшилось их внутригодовое распределение. Возросла величина ресурсов почвенной влаги в весенний период, в то же время увеличилась угроза засух в период вегетации. Требуется комплекс мер по сохранению водных ресурсов и их качества, в частности, в земледелии перспективно применение природоподобных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабанов А.Т., Долгов С.В., Коронкевич Н.И. Влияние современных изменений климата и сельскохозяйственной деятельности на весенний поверхностный склоновый сток в лесостепных и степных районах Русской равнины // *Водные ресурсы*, 2018, т. 45, № 4, с. 332–340.
2. Воскресенский К.П. *Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза*. Ленинград: Гидрометеиздат, 1962. 548 с.
3. Георгиади А.Г., Милокова И.П., Кашутина Е.А. Современные и сценарные изменения речного стока в бассейне Дона // *Водные ресурсы*, 2020, т. 47, № 6, с. 651–662.
4. Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения / Коллективная монография под рук. В.И. Данилова-Данильяна. Москва: РАН, 2020. 512 с.
5. Дмитриева В.А. *Водные ресурсы Воронежской области в условиях меняющегося климата и хозяйственной деятельности*. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. 192 с.
6. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России / А.Л. Иванов, В.В. Кулинцев, В.К. Дридигер, В.П. Белобров // *Достижения науки и техники АПК*, 2021, т. 35, № 4, с. 8–16.
7. Оптимизация структуры агроландшафта для «углеродно-нейтрального» земледелия и создания экологического каркаса Белгородской области / А.А. Тиш-

ков, И. М. Игнатенко, А. С. Некрич и др. // *Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения. Т. 1*, 2023, с. 329-331.

8. Почвозащитная роль прямого посева в земледелии / В. П. Белобров, Д. А. Шаповалов, В. К. Дридигер и др. // *Международный сельскохозяйственный журнал*, 2023, т. 66, № 3 (393), с. 255-260.

9. Сравнительная оценка различных технологий возделывания и их экономическая эффективность в условиях Белгородской области / В. Л. Аничин, А. И. Добрунова, С. А. Линков и др. Белгород: Белгородский госу-

дарственный аграрный университет имени В. Я. Горина, 2022. 258 с.

10. Ясинский С. В., Гусев Е. М., Кашутина Е. А. Эффективность агроприемов в управлении гидрологическими процессами на малых водосборах в период весеннего снеготаяния // *Почвоведение*, 2008, № 3, с. 321-329.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 29.08.2023

Принята к публикации: 28.11.2023

LAND HYDROLOGY, WATER RESOURCES, HYDROCHEMISTRY

UDC 556.5.01; 556.512

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/4/84-89>

Contemporary Climatic and Hydrological Changes in the Belgorod Region and Their Consequences

A. G. Georgiadi✉, S. V. Dolgov, E. A. Kashutina,
N. I. Koronkevich, S. I. Shaporenko, S. V. Yasinsky

*Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation
(29, Staromonetny lane, Moscow, 119017)*

Abstract. The purpose of the study is to assess contemporary changes in air temperature and precipitation, other the water balance elements and their ecologic consequences for different sectors of the economy, mainly for agriculture.

Materials and methods: long-term data of hydrometeorological observations, geographical-hydrological and statistical methods.

Results and discussion. While the amount of precipitation varies slightly, there is a noticeable increase in air temperature in all seasons of the year, the greatest – in the cold period. These changes lead to the transformation of hydrological processes in the Belgorod region. Surface runoff during snow flood and annual runoff are reduced. The share of underground runoff is increasing. All this affects the size and intra-annual distribution of water resources, their quality, the intensity of erosion processes and water availability of agricultural crops, the state of the ecological network of the region.

Conclusion. The ongoing climatic and hydrological changes require the implementation of some complex of water protection, water-saving measures. The prospects of using nature-like technologies in agriculture are noted.

Key words: air temperature, atmospheric precipitation, river flow, soil moisture resources, environmental and economic consequences, water-saving measures, nature-like technologies.

Funding: project Priority-2030, No. 20180180.

For citation: Georgiadi A. G., Dolgov S. V., Kashutina E. A., Koronkevich N. I., Shaporenko S. I., Yasinsky S. V. Contemporary Climatic and Hydrological Changes in the Belgorod Region and Their Consequences. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2023, no. 4, pp. 84-89 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/4/84-89>

© Georgiadi A. G., Dolgov S. V., Kashutina E. A., Koronkevich N. I., Shaporenko S. I., Yasinsky S. V., 2023

✉ Aleksandr G. Georgiadi, e-mail: georgiadi@igras.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

REFERENCES

1. Barabanov A. T., Dolgov S. V., Koronkevich N. I. Vliyaniye sovremennykh izmeneniy klimata i sel'skokhozyaystvennoy deyatelnosti na vesenniy poverkhnostnyy sklonovyy stok v lesostepnykh i stepnykh raionakh Russkoy ravniny [The impact of modern climate changes and agricultural activity on spring surface slope runoff in forest-steppe and steppe regions of the Russian Plain]. *Vodnye resursy*, 2018, vol. 45, no. 4, pp. 332-340. (In Russ.)
2. Voskresenskii K. P. *Norma i izmenchivost' godovogo stoka rek Sovetskogo Soyuzha* [The norm and variability of the annual flow of rivers of the Soviet Union]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1962. 548 p. (In Russ.)
3. Georgiadi A. G., Milyukova I. P., Kashutina E. A. Sovremennyye i stsennyye izmeneniya rechnogo stoka v basseine Dona [Contemporary and scenario changes of river flow in the Don basin]. *Vodnye resursy*, 2020, vol. 47, no. 6, pp. 651-662. (In Russ.)
4. *Diffuznoye zagryazneniye vodnykh ob'ektov: problemy i resheniya* [Diffuse pollution of water bodies: problems and solutions] / *Kollektivnaya monografiya pod ruk. V. I. Danilova-Danil'yana*. Moscow: Russian Academy of Sciences, 2020. 512 p. (In Russ.)
5. Dmitrieva V. A. *Vodnye resursy Voronezhskoy oblasti v usloviyakh menyayushchikhsya klimata i khozyaystvennoy deyatelnosti* [Water resources of the Voronezh region in conditions of changing climate and economic activity]. Voronezh: Izdatel'skii dom VGU, 2015, 192 p. (In Russ.)
6. O tselesoobraznosti osvoeniya sistemy pryamogo poseva na chernozemakh Rossii [On the expediency of mastering the system of direct sowing on the chernozems of Russia] / A. L. Ivanov, V. V. Kulintsev, V. K. Dridiger, V. P. Belobrov. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2021, vol. 35, no. 4, pp. 8-16. (In Russ.)

Георгиади Александр Георгиевич
кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологии Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-6692-0630, e-mail: georgiadi@igras.ru

Долгов Сергей Владимирович
кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрологии Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-4023-6803, e-mail: svdolgov1978@yandex.ru

Кашутина Екатерина Александровна
кандидат географических наук, заведующая лабораторией гидрологии, старший научный сотрудник Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-0181-5036, e-mail: kashutina@igras.ru

Коронкевич Николай Иванович
доктор географических наук, главный научный сотрудник лаборатории гидрологии Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-7282-1113, e-mail: koronkevich@igras.ru

7. Optimizatsiya struktury agrolandshafta dlya «uglerodno-neitral'nogo» zemledeliya i sozdaniya ekologicheskogo karkasa Belgorodskoy oblasti [Optimization of the structure of the agricultural landscape for "carbon-neutral" agriculture and the creation of the ecological framework of the Belgorod region] / A. A. Tishkov, I. M. Ignatenko, A. S. Nekrich i dr. *Teoreticheskie i prikladnye problemy landshaftnoi geografii. VII Mil'kovskie chteniya. T. 1*, 2023, pp. 329-331. (In Russ.)

8. Pochvozashchitnaya rol' pryamogo poseva v zemledelii [Soil protection role of direct sowing in agriculture] / Belobrov V. P., Shapovalov D. A., Dridiger V. K. i dr. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal*, 2023, vol. 66, no. 3 (393), pp. 255-260. (In Russ.)

9. *Sravnitel'naya otsenka razlichnykh tekhnologii vozdeyvaniya i ikh ekonomicheskaya effektivnost' v usloviyakh Belgorodskoy oblasti* [Comparative assessment of various cultivation technologies and their economic efficiency in the conditions of the Belgorod region] / V. L. Anichin, A. I. Dobrunova, S. A. Linkov i dr. Belgorod: Belgorodskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni V. Ya. Gorina, 2022. 258 p. (In Russ.)

10. Yasinskiy S. V., Gusev E. M., Kashutina E. A. Effektivnost' agropriemov v upravlenii gidrologicheskimi protsessami na mal'kikh vodosborakh v period vesennego snegotayaniya [Efficiency of agricultural practices in the management of hydrological processes in small catchments during the spring snowmelt]. *Pochvovedenie*, 2008, no. 3, pp. 321-329. (In Russ.)

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 29.08.2023

Accepted: 28.11.2023

Aleksandr G. Georgiadi
Cand. Sci. (Geogr.), Leading Scientific Researcher at the Hydrology Laboratory of the Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-6692-0630, e-mail: georgiadi@igras.ru

Sergey V. Dolgov
Cand. Sci. (Geogr.), Senior Researcher at the Hydrology Laboratory of the Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-4023-6803, e-mail: svdolgov1978@yandex.ru

Ekaterina A. Kashutina
Cand. Sci. (Geogr.), Head of the Hydrology Laboratory, Senior Researcher at the Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-0181-5036, e-mail: kashutina@igras.ru

Nikolay I. Koronkevich
Dr. Sci. (Geogr.), Chief Researcher at the Hydrology Laboratory of the Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-7282-1113, e-mail: koronkevich@igras.ru

Шапоренко Сергей Иванович

кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрологии Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID 0000-0003-4152-8031, e-mail: ser-shaporenko@yandex.ru

Ясинский Сергей Владимирович

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологии Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-2478-8256, e-mail: yasisergej@yandex.ru

Sergey I. Shaporenko

Cand. Sci. (Geogr.), Senior Researcher at the Hydrology Laboratory of the Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russian Federation, ORCID 0000-0003-4152-8031, e-mail: ser-shaporenko@yandex.ru

Sergey V. Yasinsky

Dr. Sci. (Geogr.), Leading Researcher at the Hydrology Laboratory of the Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-2478-8256, e-mail: yasisergej@yandex.ru