

3. Волчек, А. А. Прогнозные оценки максимальных расходов воды реки Днепр в створе города Речицы / А. А. Волчек, С. И. Парфомук, С. В. Сидак // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2021. – № 1 (124). – С. 69–76.

4. Rainfall-runoff modelling using Long Short-Term Memory (LSTM) networks / F. Kratzert, D. Klotz, C. Brenner, S. Karsten // Hydrology and Earth System Sciences. – 2018. – Vol. 22. – P. 6005–6022.

5. Волчек, А. А. Выявление скрытых периодических составляющих в гидрологических рядах / А. А. Волчек, С. В. Сидак, С. И. Парфомук // Материалы I Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. В 7 ч. Ч. 1. Современные проблемы гидрометеорологии / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – С. 76–80.

УДК 556.(476.1)

**А. А. ВОЛЧЕК, С. И. ПАРФОМУК, Н. Н. ШЕШКО,  
Н. Н. ШПЕНДИК, С. В. СИДАК**

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: volchak@tut.by

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В КОЛЕБАНИЯХ СТОКА РЕК БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

В условиях глобальных изменений климата происходит трансформация водного баланса и, как следствие, гидрологического режима водных объектов. Результаты анализа многолетних данных наблюдений за стоком рек Беларуси позволяют говорить о наличии незначительного снижения годового стока [1]. При этом за последние 20–30 лет сформировался тренд на снижение среднегодового стока, значимый вклад в который обеспечили маловодные годы за последнее десятилетие. Более яркая тенденция в изменении стока наблюдается для максимальных его значений, что выражается в устойчивом тренде на всем протяжении доступных данных и особенно на современном этапе. Данные изменения наблюдаются на фоне повышения зимнего стока, что в первую очередь обусловлено участвовавшими зимними оттепелями, и, как следствие, снижением запаса влаги в виде снежного покрова и почвенного льда [2].

В то же время анализ данных за последние 20 лет (с 2004-го по 2024 г.) не позволяет установить для всех ключевых рек Брестской области статистически значимые тренды снижения водности. Реки Бобрик, Лесная, Цна и Рыта не имеют статистически значимых трендов изменения водности. Реки Ясельда и Горынь имеют устойчивый тренд в снижении уровней до 45 см за 10 лет. Аналогичная картина складывается для максимальных уровней весеннего периода с менее выраженным трендом до 30 см за 10 лет.

Минимальный уровень практически для всех рек демонстрирует динамику снижения за последние 20 лет, что в первую очередь обусловлено глобальными изменениями климата.

Наблюдаемые тенденции по снижению водности особенно критичны для немногочисленных рек и проявляются в снижении уровня вплоть до обмеления малых рек. Изменения стока оценивались с помощью линейных трендов, параметры которых приведены в таблице.

Таблица – Статистические характеристики линий трендов уровней воды рек Брестской области

| Река – створ         | Уровни             |       |                        |       |                        |       |                       |       |
|----------------------|--------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|-----------------------|-------|
|                      | Н <sub>ср.г.</sub> |       | Н <sub>макс.в.п.</sub> |       | Н <sub>мин.л.-о.</sub> |       | Н <sub>мин.зим.</sub> |       |
|                      | $\alpha$           | $r$   | $\alpha$               | $r$   | $\alpha$               | $r$   | $\alpha$              | $r$   |
| Ясельда – Сенин      | -28,2 ↓↓           | -0,48 | -15,1 ↓                | -0,36 | -3,4 ↓                 | -0,27 | -17,7 ↓               | -0,28 |
| Бобрик – Лунин       | 11,5 ↑             | 0,37  | 5 ≈                    | 0,09  | 8,1 ↑                  | 0,24  | -5,4 ≈                | -0,10 |
| Цна – Дятловичи      | 1 ≈                | 0,02  | -10,9 ↓                | -0,12 | -12,5 ↓↓               | -0,57 | -9,5 ↓                | -0,18 |
| Горынь – Викторовичи | -46,6 ↓↓           | -0,65 | -32,3 ↓                | -0,32 | -50,3 ↓↓               | -0,84 | -42,4 ↓↓              | -0,55 |
| Лесная – Тюхиничи    | 6,1 ↑              | 0,14  | 3,2 ≈                  | 0,06  | -3,2 ↓↓                | -0,61 | -2,7 ≈                | -0,08 |
| Рыта – Радваничи     | 7,5 ↑              | 0,26  | 12,5 ↑                 | 0,30  | -0,4 ≈                 | 0,03  | 8,8 ↑                 | 0,25  |

Примечание – Н<sub>ср.г.</sub> – среднегодовые уровни воды; Н<sub>макс.в.п.</sub> – максимальные уровни воды весеннего половодья; Н<sub>мин.л.-о.</sub> – минимальные уровни воды летне-осеннего периода; Н<sub>мин.зим.</sub> – минимальные уровни воды зимнего периода; ↓↓ – существенное снижение уровней воды; ↓ – тенденция к снижению уровней воды; ≈ – стабильные уровни воды; ↑ – тенденция к росту уровней воды;  $\alpha$ , см/10 лет – градиент изменения уровней воды;  $r$  – коэффициент корреляции линейных трендов уровней воды.

Анализ частоты проявления продолжительных периодов с количеством осадков за месяц менее 10 мм показал устойчивый рост частоты данных событий (рисунок). С 2006-го по 2014 г. наблюдались данные события по станции Брест пять раз, а уже с 2015-го по 2024 г. прирост их количества составил 17 событий. Такого рода метеорологические проявления негативно сказываются на устойчивости формирования урожая сельхозкультур.

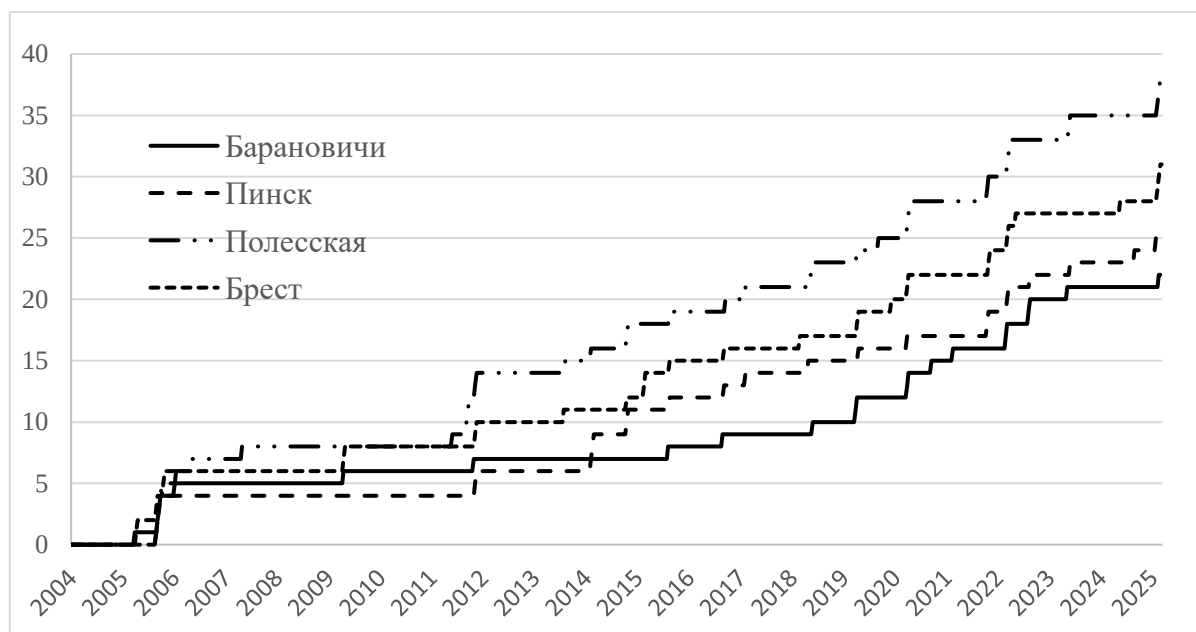


Рисунок – Проявление периодов с количеством осадком за один месяц менее 10 мм

С учетом использования наиболее консервативных сценариев изменения климата повышение температуры (средняя величина за период 2021–2050 гг.) в бассейнах рек Припяти в среднем за год может составить до  $1,9^{\circ}\text{C}$  при максимальном повышении температуры зимой на  $2,3^{\circ}\text{C}$ , летом – на  $1,9^{\circ}\text{C}$ , весной и осенью – примерно на  $1,7^{\circ}\text{C}$ . При этом годовое количество осадков изменится незначительно (суммарно за год уменьшится на 2 %) с увеличением их зимой (в среднем на 7 %), максимальным уменьшением летом (в среднем на 10 %), в меньшей степени уменьшением весной (на 4 %) и незначительным уменьшением осенью (в среднем на 1,6 %).

Благодаря многолетним данным и построенным на их основе статистическим моделям, получены прогнозные значения изменений стока рек Беларуси по основным бассейнам. Так, для рек Брестской области к 2035 г. может наблюдаться значительное 20 %-е снижение стока в летний период на фоне 5 %-го снижения годового стока [3].

Водный режим рек может служить индикатором увлажнения водосборов, что напрямую определяет урожайность сельскохозяйственных культур, которая существенно колеблется по годам и зависит прежде всего, как и сток, от погодных условий, складывающихся в конкретном году. Потери урожайности от неблагоприятных погодных условий в отдельные годы в разрезе районов могут достигать 20–25 %.

Сопоставление полученных результатов исследований за период с 1950-го по 1980 г. и современных исследований (1989–2020) показало,

что для автоморфных минеральных почв региона количество дней с величиной меньше влажности разрыва капилляров составляло в 1950–1980 гг. в среднем 90 дней, за период 1989–2018 гг. возросло до 122 дней; для временно избыточных увлажненных почв – соответственно от 65 до 91 дня, глееватых и глеевых – от 35 и до 53 дней. Эти данные подтверждают полученные в результате исследований сведения об увеличении повторяемости и продолжительности почвенных засух на территории Брестской области вследствие климатических изменений за последние десятилетия.

На фоне указанных тенденций изменения климата и гидрологического режима необходимо осуществлять мероприятия по снижению негативных последствий. Мероприятия должны быть направлены на решение двух основных задач:

1. Адаптация сельского хозяйства, как наиболее зависимой отрасли от климатических условий, посредством изменения агротехники, спектра возделываемых культур и др.

2. Разработка оценок современного и перспективного состояния водных ресурсов с учетом их колебаний, а также влияния на них различных природно-антропогенных факторов и разработка на их основе инженерно-организационных мероприятий по управлению водными ресурсами.

В частности, детализируя данные крупные задачи, можно выделить следующие шаги:

- обобщить имеющиеся данные о современных изменениях доступных водных ресурсов;

- актуализировать бассейновые схемы управления водными ресурсами рек Брестской области;

- разработать модель (балансовая, имитационная, прогнозная) функционирования бассейнов рек и на ее основе оптимизировать комплексное использование водных ресурсов Брестской области;

- актуализировать и адаптировать режимы эксплуатации водных объектов с учетом моделей функционирования бассейнов рек, в т. ч. экономическое обоснование расчетной обеспеченности;

- разработка инженерно-строительных мероприятий по обеспечению сохранения и перераспределения водных ресурсов;

- расширение применения водосберегающих технологий орошения;

- снижение потерь на испарение и инфильтрацию при транспортировке и хранении;

- применение агротехники с целью повышения влагоемкости почв;

- планировка полей, обеспечивающая накоплению влаги в почве при сохранении поверхностного стока в многоводные периоды;

- расширение применения мелких водоемов-накопителей с малыми потерями на фильтрацию;

- применение подземных источников, вплоть до минерализованных подземных вод;
- повышение уровня автоматизации и комплексной диспетчеризации систем управления водными ресурсами.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волчек, А. А. Динамика изменения водных ресурсов Беларуси в современных условиях / А. А. Волчек, С. В. Сидак, С. И. Парфомук // Инновации: от теории к практике : сб. науч. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21–22 окт. 2021 г. / редкол.: В. В. Зазерская [и др.]. – Брест : Изд-во БрГТУ, 2021. – С. 81–89.
2. Волчек, А. А. Водные ресурсы Беларуси и экологические риски / А. А. Волчек // Вопросы географии / Рус. геогр. о-во ; редкол.: В. М. Котляков [и др.]. – М. : Медиа-ПРЕСС, 2023. – Сб. 157 : Водные проблемы и их решение. – С. 81–104. – DOI: 10.24057/probl.geogr.157.4.
3. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А. А. Волчек, В. Н. Корнеев, С. И. Парфомук, И. А. Булак ; под общ. ред. А. А. Волчек, В. Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 228 с.

УДК 911.6

**Н. В. ГАГИНА, И. А. ТОРЯНСКИЙ, А. Д. ЮРКЕВИЧ**

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: Nahina@bsu.by

### ТИПОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БРАСЛАВСКОГО КУЛЬТУРНО-ЛАНДШАФТНОГО РАЙОНА

**Введение.** В научных исследованиях значительное внимание уделяется культурным ландшафтам как элементам устойчивого развития территорий, отражающих сложное взаимодействие природных и антропогенных факторов. По мнению Ю. А. Веденина, М. Е. Кулешовой, с географических позиций культурный ландшафт рассматривается как целенаправленно и целесообразно формируемый природно-культурный территориальный комплекс, обладающий структурной, морфологической и функциональной целостностью и развивающийся в конкретных физико-географических и культурно-исторических условиях [1, с. 13].

Примером таких территориальных комплексов являются культурные ландшафты Белорусского Поозерья, структура которых обусловлена природно-ландшафтными, социально-экономическими и историко-культурными особенностями региона. Объектом данного исследования