



УДК 574.5  
DOI 10.52575/2712-7443-2026-50-2-0-6  
EDN JOFLGE

## **Особенности формирования гидроэкологического состояния реки Везёлка (Болховец) в пределах Белгородской городской агломерации**

**Киселев В.В., Раевская М.В., Корнилов А.Г.**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85  
kiselev\_v@bsuedu.ru, raevskaya@bsuedu.ru, kornilov@bsuedu.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются особенности формирования современного гидроэкологического состояния р. Везёлка (Болховец) в пределах Белгородской городской агломерации. Представлен комплекс гидрохимических показателей в части загрязнения реки биогенными элементами ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), а также проанализированы органолептические и физико-химические свойства воды. В результате полевых гидрохимических исследований выявлено, что динамика биогенного загрязнения варьируется в зависимости от источника антропогенной нагрузки на различных участках водосборной территории. Участок в верховье реки, у истока, с сельским типом расселения характеризуется более высокими концентрациями нитрат-иона и фосфат-иона. Содержание иона аммония увеличивается в центральной части реки, имеющей серию расширений с замедленным водообменом. Максимальное содержание нитрит-иона наблюдается для замыкающей части реки у устья, что сопряжено с функционированием водных экосистем. Отмечается, что для 2 створов на реке Северский Донец (выше устья и ниже устья р. Везёлка) наблюдается четкая дифференциация по содержанию биогенных компонентов, которая указывает на общее ухудшение качества воды от 10 до 25 % после впадения р. Везёлка. Эта тенденция свидетельствует о её негативном вкладе (как притока р. Северский Донец) в общую картину гидроэкологического состояния бассейна р. Северский Донец.

**Ключевые слова:** гидрохимическое загрязнение, р. Везёлка (Болховец), гидроэкологическое состояние, антропогенная нагрузка, малые реки, Белгородская городская агломерация

**Благодарности:** Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания № FZWG-2025-0006.

**Для цитирования:** Киселев В.В., Раевская М.В., Корнилов А.Г. 2026. Особенности формирования гидроэкологического состояния реки Везёлка (Болховец) в пределах Белгородской городской агломерации. Региональные геосистемы, 50(2): 299–311. DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-2-0-6  
EDN: JOFLGE

---

## **Features of the Formation of the Hydroecological State of the Vezelka River (Bolkhovets) within the Belgorod Urban Agglomeration**

**Vladislav V. Kiselev, Maria V. Raevskaya, Andrey G. Kornilov**

Belgorod State National Research University,  
85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia

kiselev\_v@bsuedu.ru, raevskaya@bsuedu.ru, kornilov@bsuedu.ru

© Киселев В.В., Раевская М.В., Корнилов А.Г., 2026

**Abstract.** This article discusses the formation of the current hydroecological state of the Vezelka (Bolkhovets) River within the Belgorod urban agglomeration. It presents a set of hydrochemical indicators of the river's pollution with biogenic elements ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) and analyzes the organoleptic and physical-chemical properties of the water. Field hydrochemical studies have revealed that the dynamics of biogenic pollution vary depending on the source of anthropogenic load in different areas of the catchment territory. The upstream section of the river, near the source, follows a rural settlement pattern and contains higher concentrations of nitrate and phosphate ions. The ammonium ion concentration increases in the central part of the river, which has a series of widened areas with slower water exchange. The highest concentration of nitrite ions is observed in the downstream section of the river, near the mouth, which is associated with the functioning of aquatic ecosystems. It is noted that for two gates on the Seversky Donets River (above the mouth of the Vezelka River and below its mouth). There is a clear differentiation in the content of biogenic components, which reveals a general deterioration in the water quality from 10 to 25% after the confluence of the river. This trend indicates its negative contribution (as a tributary of the Seversky Donets River) to the overall picture of the hydroecological state of the Seversky Donets River basin.

**Keywords:** hydrochemical pollution, Vezelka River (Bolkhovets), hydroecological state, anthropogenic load, small rivers, Belgorod urban agglomeration

**Acknowledgements:** This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of State Assignment No. FZWG-2025-0006

**For citation:** Kiselev V.V., Raevskaya M.V., Kornilov A.G. 2026. Features of the Formation of the Hydroecological State of the Vezelka River (Bolkhovets) within the Belgorod Urban Agglomeration. Regional Geosystems, 50(2): 299–311 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-2-0-6 EDN: JOFLGE

## Введение

Белгородская область является густонаселённым регионом. При этом, высокая плотность населения сочетается здесь с активной хозяйственной деятельностью. В результате возникают проблемы экологического характера, так как под сопутствующий антропогенный пресс попадают все компоненты природной среды.

В особенности негативному влиянию подвержены малые реки региона. Ввиду его малой водной обеспеченности эта проблема является одной из основных и требует особого внимания и детального изучения [Дегтярь, 2005; Дмитриева, 2010; Ермолаев и др., 2023; Киселев и др., 2024].

В последние годы публикуется значительное количество работ, в которых поднимается проблематика загрязнения водной среды Белгородской области [Чепелев и др., 2014; Lisetskii et al., 2014; Лисецкий и др., 2015; Buryak et al., 2022, Корнилова и др., 2023; Киселев и др., 2024; Раевская, Корнилов, 2025].

При этом отмечается, что наибольшие показатели гидрохимического загрязнения характерны для водных объектов и малых рек, находящихся в зоне влияния высоко урбанизированных ландшафтов с преобладанием городских и селитебно-промышленных территорий, где рост показателей загрязнения за последние годы варьируется в пределах 25–30 % [Киселев, Корнилова, 2025].

В данной работе мы бы хотели уделить внимание, пожалуй, главной реке г. Белгорода – р. Везёлка (Болховец), протекающей с запада на восток города и находящейся под антропогенным воздействием около 40 % территории Белгородской городской агломерации. Это делает её гидроэкологический и гидрохимический мониторинг одной из перво-степенных задач [Стороженко и др., 2018; Полякова, Благочевская, 2025].

### Объекты и методы исследования

Полевые гидроэкологические и гидрохимические исследования проводились в летний период 2025 г. Выбор пунктов отбора проб на р. Везёлка (Болховец) обусловлен интегрированным влиянием на них сложной мозаики городских и сельских селитебных зон с достаточно высокой плотностью населения.

В качестве примера на рис. 1 приведены створы наблюдения для р. Везёлка и р. Северский Донец. Координаты точек отбора проб определялись с помощью мобильного приложения *Carry Map* на смартфоне в полевых условиях.

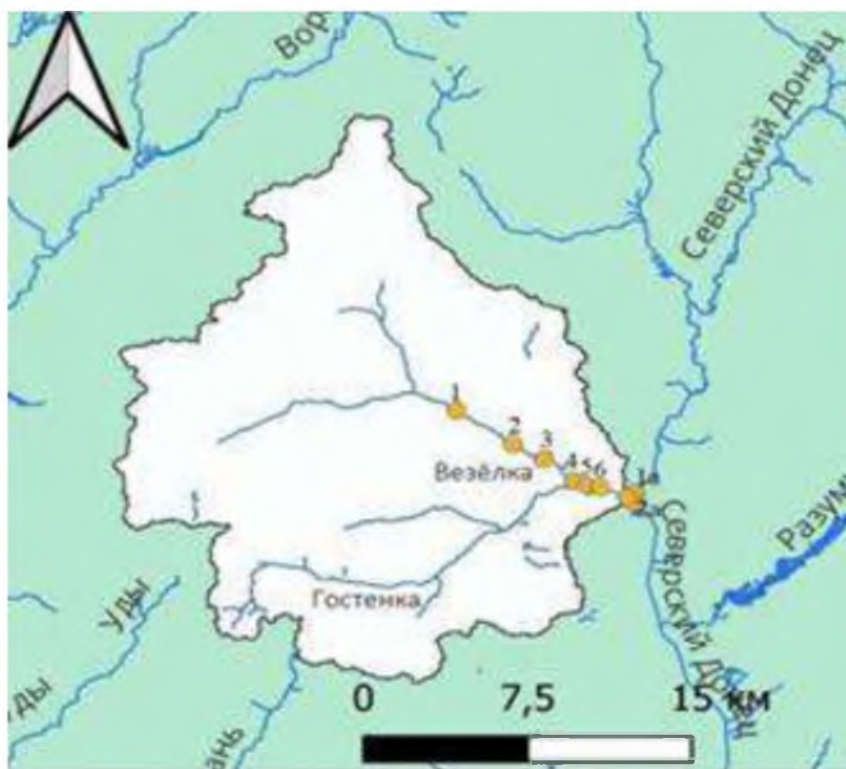


Рис. 1. Река Везёлка со створами наблюдения (№№ 1–6) и р. Северский Донец (№№ 1а–2а)

Fig. 1. The Vezelka River with observation stations (No 1–6) and the Seversky Donets River (No 1a–2a)

В табл. 1 представлено антропофункциональное зонирование водосборной территории реки, а также некоторые особенности элементов каскадной системы русла (каскадной эколого-гидрологической системы), которая представляет собой систему чередования каскадных участков полифункциональных расширений на русле с замедленным водообменом (створы отбора проб № 2, 3, 4, 5), а также участков с высоким водообменом (быстротоков), к которым относятся створы отбора проб № 1 и № 6. Для изучения каскадной системы русла реки Везёлка использовались гидрологические и гидрохимические методы исследования [Кумани, Бабкина, 2005; Георгиади и др., 2014; Петин и др., 2014; Georgiadi et al., 2023].

Картографическая информация подготовлена с использованием программных пакетов *QGIS 3.40.2*, *Google Earth Pro* с применением открытых данных *Open Street Maps*, *Google Maps* и других сервисов.

Отбор проб осуществлялся на основе ГОСТ Р 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб» [2022]. Определение органолептических показателей природных вод проводилось на основе ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности» [2019] и ГОСТ 31868-2012 «Вода. Метод определения цветности» [2014].

Таблица 1  
Table 1

Створы наблюдения на р. Везёлка с учетом характера их водосборных территорий  
Observation gates on the Vezelka River, taking into account the nature of their catchment areas

| Створ                                                | Особенности элементов каскадной системы                                                                                                                                                                                                                   | Антропофункциональное зонирование водосбора, % от площади |                   |                 |                   | Антропогенный объект-доминанта на водосборе приближенный к руслу (1) и другие особенности водоохранной зоны (2) |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                           | Пашня                                                     | Лесные насаждения | Селитебная зона | Промышленная зона |                                                                                                                 |
| Ст. № 1. Пер. Юбилейный                              | Начальная каскадная система, соответствующая участку бассейна с сельским типом расселения, высокий водообмен                                                                                                                                              | 69                                                        | 17                | 8               | –                 | (2) Валежник на русле образует небольшие плотины. Удовлетворительное состояние водозащитной зоны                |
| Ст. № 2. Зона теплотрассы                            | Центральная каскадная система с городским типом застройки и высокой плотностью автомагистралей (слабая проницаемость покрытий). Характеризуется системой полифункциональных расширений на русле с более медленной скоростью течения, медленный водообмен. | 63                                                        | 15                | 17              | –                 | (2) Осуществляются работы по расчистке русла, интенсивный смыв грунтов в водоток                                |
| Ст. № 3. Расширение № 1, Цементный завод             |                                                                                                                                                                                                                                                           | 57                                                        | 13                | 19              | 2                 | (1) Цементный завод<br>(2) Неудовлетворительное состояние водозащитной зоны (стихийные свалки)                  |
| Ст. № 4. Пруд около СК им. Хоркиной                  |                                                                                                                                                                                                                                                           | 61                                                        | 14                | 20              | 3                 | (2) В пруд впадает р. Гостенка (Гостянка), испытывающая высокую агронагрузку                                    |
| Ст. № 5. Парк Победы                                 |                                                                                                                                                                                                                                                           | 52                                                        | 14                | 21              | 4                 | (1) Крупная транспортная развязка и АЗС                                                                         |
| Ст. № 6. Парк Победы (завершение).<br>Расширение № 4 | Устьевая (замыкающая) каскадная система вблизи впадения в р. Северский Донец                                                                                                                                                                              | 52                                                        | 14                | 22              | 4,5               | (2) Зеленая зона в черте города с потенциально высоким уровнем грунтовых вод                                    |

Применялись физико-химические и химические методы анализа гидрохимических показателей природных вод с соблюдением требований к консервированию проб:

– температура воды и воздуха, минерализация общая, окислительно-восстановительный потенциал ( $Eh$ ), водородный показатель ( $pH$ ) определялись с помощью портативных тестеров воды EZ-9908 и EZ-9910 в ходе полевых исследований;

– водородный показатель и окислительно-восстановительный потенциал, концентрация нитрат-ион исследовались с помощью потенциометрического метода (иономер  $pX-150MI$ );

– общая жесткость воды устанавливалась титриметрически на основе ГОСТ 31954-2012 (метода В) [2018];

– нитрит-ионы, ионы аммония, и фосфат-ион анализировались с использованием фотоколориметрических методов с помощью фотоколориметра «Экотест 2020», причем контроль для фосфат-иона осуществлялся с использованием ГОСТ 18309-2014 [2015].

Корреляционные зависимости между рядом показателей определялись в программе *STATISTICA 10.0*.

Временная динамика (за период с 2008 по 2024 гг.) гидрохимического состояния реки Везёлка (Болховец) оценивалась на основе данных Белгородского ЦГМС филиала ФГБУ «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Росгидромет).

### Результаты и их обсуждение

На первоначальном этапе исследования была рассмотрена временная динамика гидроэкологического состояния р. Везёлка по мониторинговым данным Росгидромета [Ежегодники качества., 2024]. В результате выявлена общая тенденция к ухудшению гидрохимического состояния реки за рассматриваемый период по следующим показателям: сульфаты, органические соединения, азот аммонийный, медь, марганец, азот нитритный, соединения железа, а также нефтепродукты.

При этом динамика комплексного комбинированного показателя степени загрязнённости поверхностных вод (УКИЗВ), показанного на рис. 2, имеет слабо отрицательный тренд загрязнения (3–5%), хотя класс качества воды в реке на протяжении всего исследуемого периода сохраняется на стабильно высоком уровне загрязнения 4а – грязная.

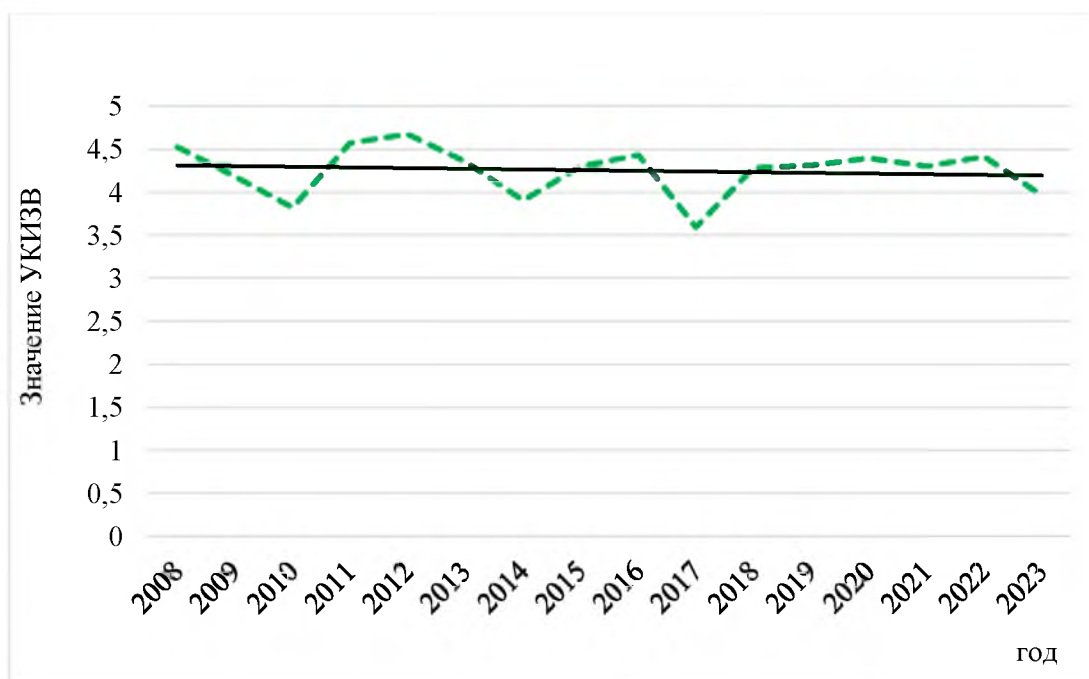


Рис. 2. Динамика удельного комплексного индекса загрязнённости воды в р. Везёлка

Fig. 2. Dynamics of the specific comprehensive water pollution index in the Vezelka River

Основной этап исследования включил изучение гидрохимического состояния р. Везёлка. Были проанализированы органолептические и физико-химические показатели р. Везёлка (ст. №№ 1–6) и р. Северский Донец (ст. №№ 7–8) в пределах Белгородской городской агломерации, показанные в табл. 2.

Таблица 2  
Table 2

Органолептические и физико-химические показатели р. Везёлка и р. Северский Донец  
Organoleptic and physical-chemical indicators of the Vezelka River and the Seversky Donets River

| Створ                                                     | Мутность,<br>ЕФМ                    | Цветность,<br>градусы | Привкус,<br>баллы | Запах,<br>баллы | pH          | М <sub>общ</sub> ,<br>мг/л | Ж <sub>общ</sub> ,<br>°Ж | Eh,<br>мВ | T <sub>вод.</sub> ,<br>°C | T <sub>воды</sub> ,<br>°C |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------|----------------------------|--------------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
|                                                           | Нормативный показатель <sup>1</sup> |                       |                   |                 |             |                            |                          |           |                           |                           |
|                                                           | 2,6                                 | 20                    | 2                 | 2               | 6,0–<br>9,0 | 1000                       | 7                        | –         | –                         | –                         |
| 05.07.2025 (серия 1)                                      |                                     |                       |                   |                 |             |                            |                          |           |                           |                           |
| р. Везелка (Болховец)                                     |                                     |                       |                   |                 |             |                            |                          |           |                           |                           |
| Ст. № 1. Пер. Юбилейный                                   | 6,5                                 | 25                    | 2                 | 2               | 7,18        | 495                        | 5,9                      | +85       | 22,2                      | 16,5                      |
| Ст. № 2. Зона теплотрассы                                 | 8,0                                 | 35                    | 3                 | 3               | 7,26        | 485                        | 5,6                      | +91       | 22,6                      | 17,6                      |
| Ст. № 3. Расширение № 1, Цементный завод                  | 13,6                                | 45                    | 3                 | 3               | 7,24        | 403                        | 6,0                      | +109      | 22,8                      | 18,1                      |
| Ст. № 4. Пруд около СК им. Хоркиной (впадает р. Гостенка) | 8,0                                 | 25                    | 2                 | 2               | 7,43        | 523                        | 5,9                      | +141      | 26,3                      | 20,5                      |
| Ст. № 5. Парк Победы                                      | 10,2                                | 25                    | 2                 | 2               | 7,39        | 513                        | 6,7                      | +129      | 25,1                      | 19,5                      |
| Ст. № 6. Парк Победы (завершение). Расширение № 4         | 6,4                                 | 25                    | 2                 | 2               | 7,42        | 521                        | 6,2                      | +116      | 24,5                      | 19,0                      |
| р. Северский Донец                                        |                                     |                       |                   |                 |             |                            |                          |           |                           |                           |
| Ст. № 1а. Выше устья р. Болховец, ул. Волчанская          | 2,8                                 | 20                    | 2                 | 2               | 7,39        | 336                        | 5,6                      | +85       | 25,0                      | 20,1                      |
| Ст. № 2а. Ниже устья р. Болховец, ул. Волчанская          | 4,0                                 | 25                    | 2                 | 2               | 7,48        | 399                        | 5,9                      | +103      | 26,3                      | 20,3                      |
| 30.08.2025 (серия 2)                                      |                                     |                       |                   |                 |             |                            |                          |           |                           |                           |
| р. Везелка (Болховец)                                     |                                     |                       |                   |                 |             |                            |                          |           |                           |                           |
| Ст. № 1. Пер. Юбилейный                                   | 5,4                                 | 20                    | 2                 | 2               | 7,23        | 472                        | 6,4                      | +96       | 24,1                      | 16,0                      |
| Ст. № 2. Зона теплотрассы                                 | 6,6                                 | 25                    | 3                 | 3               | 7,80        | 482                        | 6,6                      | +66       | 24,0                      | 16,4                      |
| Ст. № 3. Расширение № 1, Цементный завод                  | 7,6                                 | 35                    | 3                 | 3               | 8,22        | 503                        | 6,4                      | –18       | 24,8                      | 17,1                      |
| Ст. № 4. Пруд около СК им. Хоркиной (впадает р. Гостенка) | 6,4                                 | 25                    | 2                 | 2               | 7,90        | 489                        | 6,8                      | +68       | 26,5                      | 19,3                      |
| Ст. № 5. Парк Победы                                      | 12,5                                | 35                    | 2                 | 3               | 7,95        | 513                        | 7,8                      | +83       | 25,6                      | 19,5                      |
| Ст. № 6. Парк Победы (завершение). Расширение № 4         | 8,0                                 | 30                    | 2                 | 3               | 7,85        | 523                        | 7,4                      | +72       | 26,2                      | 19,0                      |
| р. Северский Донец                                        |                                     |                       |                   |                 |             |                            |                          |           |                           |                           |
| Ст. № 1а. Выше устья р. Болховец, ул. Волчанская          | 2,6                                 | 20                    | 2                 | 2               | 8,31        | 330                        | 6,0                      | +13       | 27,0                      | 19,8                      |
| Ст. № 2а. Ниже устья р. Болховец, ул. Волчанская          | 4,8                                 | 20                    | 2                 | 2               | 8,41        | 351                        | 6,4                      | +25       | 28,2                      | 22,4                      |

<sup>1</sup> СанПиН 1.2.3685-21 [2021] (раздел «Нормативы качества и безопасности воды», табл. 3.1, 3.3, 3.5, 3.12, 3.13).

Серии измерений от 12.07.2025 (серия 1) и 30.08.2025 (серия 2) резко отличались по особенностям гидрометеорологической ситуации, которая складывалась на водосборе: начало июля характеризовалось обильными дождями и более низкими температурами воздуха; конец августа – устойчивой жаркой погодой с незначительными осадками.

По органолептическим показателям (цветность, запах, мутность) превышение нормативных показателей характерно практически для всех проб. Соответствующие показатели более низкие для ст. №№ 1а–2а (р. Северский Донец), что уже на этапе первичной оценки говорит о негативном вкладе р. Везелка в суммарное загрязнение р. Северский Донец, а также об определенных процессах самоочищения, которые свойственны более крупным рекам.

Для каждой серии измерений характерно увеличение значения pH от ст. № 1 к замыкающему ст. № 6 (от нейтральной к слабо щелочной). Более высокие показатели pH для р. Северский Донец наблюдаются в период минимума осадков (август) и, соответственно, активного развития водной растительности на большой площади водоема. Сезонные колебания pH зависят как от температуры, так и фотосинтетических процессов, которые протекают в водных и прибрежных экосистемах.

Общая минерализация воды в р. Везёлка незначительно увеличивается к замыкающему створу (ст. № 6), и за исследуемый период колеблется в пределах 400–523 мг/л. Максимальная флуктуация наблюдается для створа № 3 (расширение № 1, Цементный завод). Створы на р. Северский Донец отличаются показатели минерализации, которые в среднем ниже в 1,4 раза, чем для р. Ворскла (в пределах городской агломерации).

Превышение ПДК по общей жесткости наблюдается в августе для створов №№ 5–6 (7,4–7,8 °Ж), которые приурочены к зоне речной долины и, с учетом особенностей рельефа, испытывают более активный обмен в системе «поверхностные воды – подземные воды» в черте г. Белгорода. Причем, в маловодный период увеличивается вклад грунтовых вод в питание водотока.

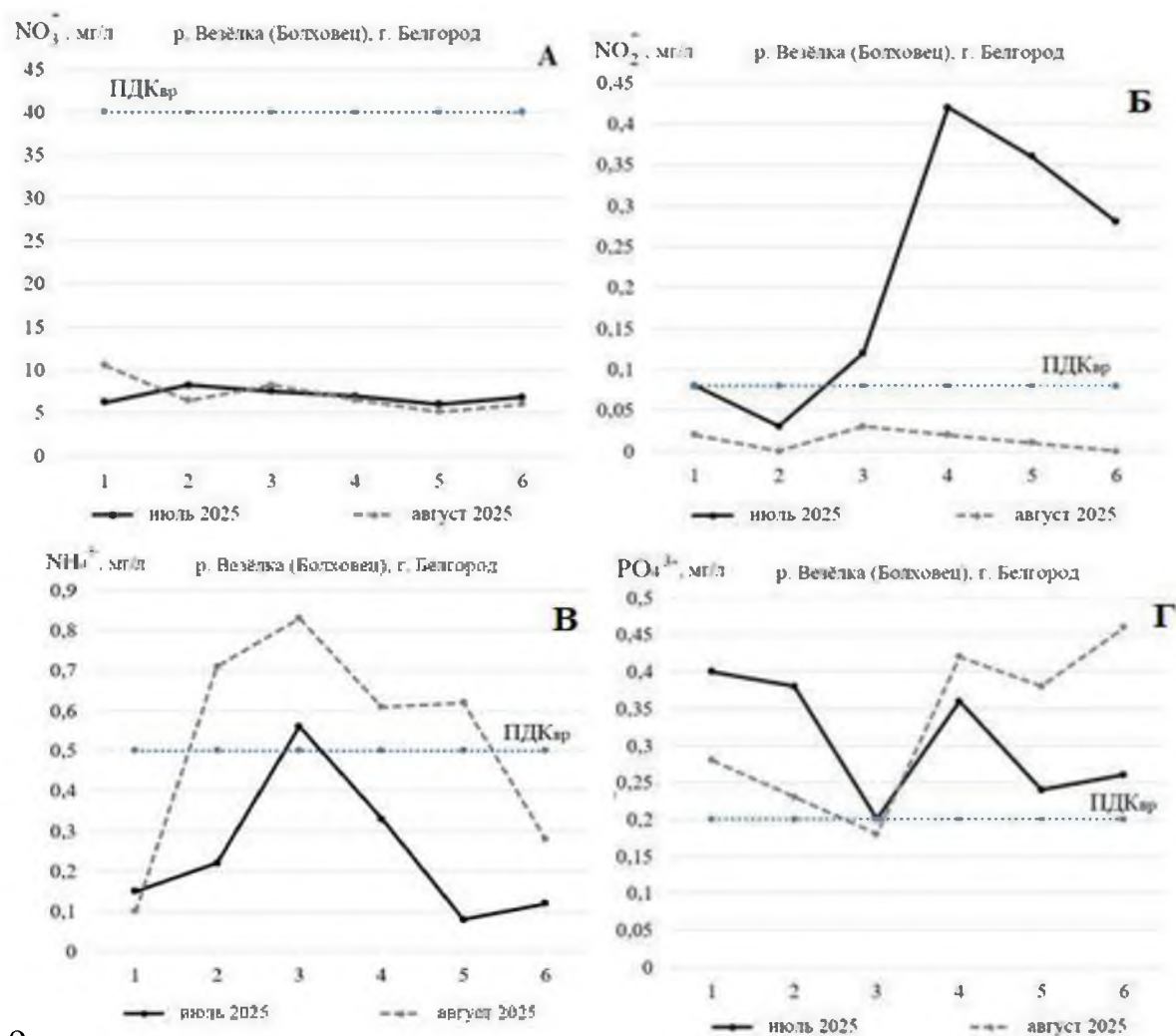
Окислительно-восстановительный потенциал воды ( $Eh$ , мВ) в прямом смысле не является маркером загрязнения поверхностных вод, однако, данный показатель позволяет учитывать роль окислительно-восстановительных барьеров в каскадной системе водотока. За исследуемый период диапазон изменения  $Eh$  составил от –18 мВ до +141 мВ, причем максимальная его флуктуация наблюдалась для ст. № 3 (расширение № 1, Цементный завод). Однозначно только для серии измерений 1 (июль 2025 г.) можно выявить тренд увеличения ОВП от ст. № 1 к замыкающему ст. № 6 на р. Везёлка.

В целом, значения ОВП в июле указывают на окислительную обстановку для природных вод, что обуславливает существование ряда химических элементов в их высших степенях окисления. В августе обстановку можно охарактеризовать как переходную окислительно-восстановительную, что подчёркивает неустойчивость геохимического режима и возможность флуктуации различных показателей.

Пространственно-временные особенности биогенного загрязнения р. Везёлка в июле–августе 2025 года представлены на графиках ниже (рис. 3). Для каждого графика показатели изменяются от истока (ст. № 1) к замыкающему створу (ст. № 6).

Из рис. 3А следует, что содержание нитрат-иона в августе (минимум осадков) выше, чем в июле (период летних паводков). Данная закономерность более отчетливо проявляется для створов, приуроченных к зоне с сельским типом расселения. Превышение ПДК<sub>в</sub> и ПДК<sub>вр</sub> по нитратному загрязнению не выявлено.

Содержание нитрит-иона в реке, показанное на рис. 3Б, в июле значительно выше, чем в августе. Увеличение концентрации наблюдается для створов с выраженной селитебной нагрузкой.



О

Рис. 3. Содержание биогенных элементов (мг/л) в р. Везёлка (июнь–август 2025 года):

А – нитраты, Б – нитриты, В – аммоний, Г – фосфаты

Fig. 3. Content of biogenic elements (mg/l) in the Vezelka River (June–August 2025):

А – nitrates, Б – nitrites, В – ammonium, Г – phosphates

Для р. Везёлка в августе наблюдается высокое и устойчивое загрязнение  $\text{NH}_4^+$  (ст. №№ 2–5) – рис. 3В, что говорит об оперативности поступления органических поллютантов в водоток, а также благоприятных условиях для процессов разложения. Следует отметить, что в августе значения  $Eh$  (мВ) характеризуют переходную окислительно-восстановительную обстановку, в которой ион аммония более устойчив, чем в окислительной.

По сравнению с содержанием соединений азота, для фосфатов характерна достаточно устойчивая картина загрязнения реки как в июле, так и в августе.

Из рис. 3Г следует, что концентрации фосфатов практически во всех пунктах отбора проб превышают  $\text{ПДК}_{\text{вр}}$ . При анализе функциональной принадлежности створов с высокими концентрациями фосфатов отмечается, что преимущественно это селитебная зона с высокой плотностью застройки, в том числе частным сектором.

В табл. 3 приведены средние, максимальные и минимальные концентрации исследуемых биогенных элементов (мг/л) в сравнительной характеристике.

Из табл. 3 следует, что средние концентрации фосфатов в р. Везёлка, в отличие от азота, превышают  $\text{ПДК}_{\text{вр}}$ , причем максимальные концентрации наблюдаются в августе.

Таблица 3  
Table 3

Показатели биогенного загрязнения р. Везёлка в июле–августе 2025 г.  
Indicators of biogenic pollution in the Vezelka River in July–August 2025

| Показатель                                         | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л |                                   | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л |                                   | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л |                                   | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л |                                   |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
|                                                    | река Везёлка                        | река Северский Донец <sup>1</sup> | река Везёлка                        | река Северский Донец <sup>1</sup> | река Везёлка                        | река Северский Донец <sup>1</sup> | река Везёлка                         | река Северский Донец <sup>1</sup> |
| Среднее значение                                   | 0,11                                | 0,01                              | 7,025                               | 2,95                              | 0,38                                | 0,02                              | <b>0,32<sup>2</sup></b>              | 0,087                             |
| Максимальное значение                              | 0,42                                | 0,05                              | 10,5                                | 3,2                               | 0,83                                | 0,08                              | 0,46                                 | 0,13                              |
| Минимальное значение                               | 0                                   | 0                                 | 5,1                                 | 2,5                               | 0,10                                | 0                                 | 0,18                                 | 0,02                              |
| Количество проб, превышающих ПДК <sub>вр</sub> , % | 35,7                                | 0                                 | –                                   | –                                 | 33,3                                | 0                                 | <b>83,3<sup>2</sup></b>              | 0                                 |

<sup>1</sup> Створы выше и ниже места впадения р. Везёлка (4 пробы), <sup>2</sup> Превышение ПДК<sub>вр</sub>

В табл. 4 на примере р. Везёлка и прилегающих к ней створов р. Северский Донец приведены корреляционные зависимости между различными формами биогенных элементов за летний период 2025 г. Полуэллиптическим начертанием в табл. 4 выделены значения более тесных корреляционных зависимостей (на уровне  $p < 0,05$ ).

Таблица 4  
Table 4

Корреляция между различными формами биогенных элементов для р. Везёлка и р. Северский Донец  
Correlation between different forms of biogenic elements for the Vezelka River and the Seversky Donets River

| Формы биогенных элементов | Нитраты, мг/л | Нитриты, мг/л | Аммонийный ион, мг/л | (Орто)фосфаты, мг/л |
|---------------------------|---------------|---------------|----------------------|---------------------|
| Нитраты, мг/л             | 1,00          | 0,19          | 0,41                 | <b>0,54</b>         |
| Нитриты, мг/л             | 0,19          | 1,00          | –0,14                | 0,14                |
| Аммонийный ион, мг/л      | 0,41          | –0,14         | 1,00                 | 0,32                |
| (Орто)фосфаты, мг/л       | <b>0,52</b>   | 0,14          | 0,32                 | 1,00                |

Умеренная положительная корреляция, наблюдаемая между нитрат- и (орто) фосфат-ионами, характеризует особенности загрязнения биогенными элементами реки с представленностью различных функциональных зон на водосборе. Слабая положительная и слабая отрицательная связи между различными формами азота в летний период объясняется их разнонаправленной сезонной динамикой: снижение концентрации нитрат-иона в летний период и рост концентрации нитрит-иона.

### Закключение

На основе проведённого исследования были сделаны следующие выводы.

1. По характеру функциональной структуры территории и ряда гидрометрических показателей (ширина, глубина, скорость течения) р. Везёлка, в пределах изучаемых пунктов, можно разделить на 3 части:

1) Участок (створы №№ 1–2) характеризуется узким руслом, шириной 1–2 м, вода проходит сквозь заросли высшей водной растительности. Тип местности – селитебно-сельскохозяйственный.

2) Участок створа № 3. При сохранении сельского типа местности, значительно увеличивается расход воды в 1,5–2 раза, за счёт (предположительно) разгрузки более глубоких горизонтов подземных вод, в том числе из меловых отложений.

3) Участок (створы №№ 4–6) характеризуется городской застройкой, большим количеством выходов ливневой канализации.

Каждый из рассматриваемых участков имеет собственную динамику гидрохимических показателей.

2. Для нитрат-иона наблюдается тесная взаимосвязь с гидрометеорологическими условиями: его концентрация для большинства пунктов отбора выше в июле (период летних паводков). Содержание нитрит-иона в дождливый период увеличивается в ещё большей степени по сравнению с сухим периодом.

3. Содержание фосфат-иона, для разных участков реки имеет разнонаправленную динамику: в селитебно-сельскохозяйственной зоне она увеличивается в дождливый период, а для застроенной территории наблюдается противоположная тенденция; в зоне 2 (ст. № 3) наблюдается двукратное снижение концентрации, что мы связываем с повышенной разгрузкой на этом участке подземных вод из меловых отложений (геохимический барьер для фосфора на меловых отложениях, слабая растворимость фосфата кальция).

4. Участок р. Везёлка (ст. №№ 1–3) с сельским типом расселения и определенной агро-нагрузкой характеризуется более высокими концентрациями нитрат-иона (на 15–17 %) по сравнению с урбанизированной территорией (ст. №№ 4–6). Содержание иона аммония имеет устойчивый пик на втором участке (ст. № 3), также за счет усиленного поступления грунтовых вод, сформированных на обширных площадях не канализованной селитебной застройки (в отличие от фосфат-иона соли аммония меловыми отложениями не адсорбируются). Максимальное содержание нитрит-иона наблюдается для замыкающей части каскадной системы (ст. №№ 5–6), что сопряжено с функционированием водных экосистем.

5. Для створов № 1а (выше устья р. Везёлка) № 2а (ниже устья р. Везёлка) на р. Северский Донец наблюдается четкая дифференциация по содержанию многих компонентов ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Mn}$ , минерализация общая): выше впадения р. Везёлка они ниже, чем собственно для р. Везёлка, после впадения их повышение варьируется от 10 до 25 %, что говорит о тенденции негативного вклада притоков с комплексной антропогенной нагрузкой в общую картину гидроэкологического состояния относительно крупных рек региона («р. Везёлка – р. Северский Донец»).

#### Список источников

- Ежегодники качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» за 2008–2023 г. 2024. Курск, Министерство природных ресурсов Российской Федерации Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).
- ГОСТ 18309-2014. 2015. Вода. Методы определения фосфорсодержащих веществ. М., Стандартинформ, 22 с.
- ГОСТ 31868-2012. 2014. Вода. Метод определения цветности. М., Стандартинформ, 8 с.
- ГОСТ 31954-2012. 2018. Вода питьевая. Методы определения жесткости. М., Стандартинформ, 13 с.
- ГОСТ Р 59024-2020. 2022. Вода. Общие требования к отбору проб. М., Российский институт стандартизации, 17 с.

- ГОСТ Р 57164-2016. 2019. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности. М., Стандартинформ, 18 с.
- СанПиН 1.2.3685-21. 2021. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания. М., Минюст России, 988 с.

### Список литературы

- Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Милюкова И.П., Кашутин Е.А., Барабанова Е.А., ... Бородин О.О. 2014. Современные и сценарные изменения речного стока в бассейнах крупнейших рек России. М., Макс-Пресс, 214 с.
- Дмитриева В.А. 2010. Структура использования водных ресурсов в Воронежской области. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, 5: 28–40.
- Дегтярь А.В. 2005. Гидролого-экологический анализ деградационных процессов в речных бассейнах малых рек юго-запада Центрально-Черноземного региона. Дис. ... канд. геогр. наук. Воронеж, 247 с.
- Ермолаев О.П., Мухарамова С.С., Мальцев К.А., Иванов М.А., Гафуров А.М., ... Янцитов Р.О. 2023. География и геоэкология России в мозаике речных бассейнов. География и природные ресурсы, 44(3): 25–33. <https://doi.org/10.15372/GIPR20230303>.
- Киселев В.В., Бархатов А.С., Корнилов А.Г., Зеленская Е.Я. 2024. Оценка современного гидроэкологического состояния Белгородской области в условиях реализации программы интенсификации сельскохозяйственного производства. Белгород, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 84 с.
- Киселев В.В., Корнилова Е.А. 2025. Оценка общего гидроэкологического состояния малых рек Белгородской области. Региональные геосистемы, 49(1): 80–92. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2025-49-1-80-92>.
- Киселев Вл. В., Корнилов А.Г., Киселев Вик. В., Корнилов А.А. 2024. Оценка гидрохимического состояния малых рек Белгородской области в пределах сельских территорий. Региональные геосистемы, 48(3): 368–381. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2024-48-3-368-381>.
- Корнилова Е.А., Лисецкий Ф.Н., Родионова М.Е. 2023. Гидроэкологические особенности реки Ворсклы (российский участок) в контексте природно-хозяйственных изменений. Региональные геосистемы, 47(4): 550–568. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-4-550-568>.
- Кумани М.В., Бабкина О.П. 2005. Изучение трансформации гидрологического режима рек Курской области под влиянием сельскохозяйственного производства. В кн.: Геоэкологические исследования Курской области. Курск, Курский Государственный Университет: 101–111.
- Лисецкий Ф.Н., Дегтярь А.В., Буряк Ж.А., Павлюк Я.В., Нарожная А.Г., ... Маринина О.А. 2015. Реки и водные объекты Белогорья. Белгород, Константа, 362 с.
- Петин А.Н., Петина М.А. Новикова Ю.И. 2014. Северский Донец: гидрологический режим и экологическое состояние вод. Белгород, ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 182 с.
- Полякова Т.А., Благочевская П.С. 2025. Анализ наземного покрова в бассейне реки Везелка (Болховец) на основе номенклатуры CORINE. В кн.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях. Материалы XI Международной научной конференции, Белгород, 15–17 октября 2025. Белгород, Белгородский государственный национальный исследовательский университет: 364–369.
- Раевская М.В., Корнилов А.Г. 2025. Элементы фонового мониторинга в гидроэкологических исследованиях рек Белгородской области. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2: 93–101. <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/2/93-101>
- Стороженко Е.А., Корнилов А.Г., Марынич С.Н. 2018. Пространственная динамика азотного загрязнения рек города Белгорода. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 42(3): 427–434. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2018-42-3-427-434>
- Чепелев О.А., Пичура В.И., Павлюк Я.В., Самофалова О.М., Терехин Э.А. 2014. Оценка влияния добычи железных руд на водность рек Белгородской области. Научные ведомости

- Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 17(188): 160–164.
- Buryak Z., Lisetskii F., Gusarov A., Narozhnyaya A., Kitov M. 2022. Basin-Scale Approach to Integration of Agro- and Hydroecological Monitoring for Sustainable Environmental Management: A Case Study of Belgorod Oblast, European Russia. *Sustainability*, 14(2): 927. <https://doi.org/10.3390/su14020927>
- Georgiadi A.G., Milyukova I. P., Borodin O.O., Gusarov A.V. 2023. Water Flow Changes in the Don River (European Russia) During 1891–2019. *Geography, Environment, Sustainability*, 16(2): 6–17. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2022-083>
- Lisetskii F.N., Buryak J.A., Zemlyakova A.V., Pichura V.I. 2014. Basin Organizations of Nature Use, Belgorod Region. *Biogeosystem Technique*, 2(2): 163–173. <https://doi.org/10.13187/bgt.2014.2.163>

## References

- Georgiadi A.G., Koronkevich N.I., Milyukova I.P., Kashutina E.A., Barabanova E.A., ... Borodin O.O. 2014. *Sovremennyye i stsennyye izmeneniya rechnogo stoka v basseynakh krupneyshikh rek Rossii* [Modern and Scenario Changes in River Flow in the Basins of the Most Important Rivers in Russia]. Moscow, Publ. Max-Press, 214 p.
- Dmitrieva V.A. 2010. Water Resources Use Structure in Voronezh Oblast. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*, 5: 28–40 (in Russian).
- Degtyar A.V. 2005. *Gidrologo-ekologicheskiy analiz degradatsionnykh protsessov v rechnykh basseynakh malykh rek yugo-zapada Tsentralno-Chernozemnogo regiona* [Hydrological-Ecological Analysis of Degradation Processes in the River Basins of Small Rivers in the Southwest of the Central Black Earth Region]. Dis. ... cand. geogr. sciences. Voronezh, 247 p.
- Ermolaev O.P., Mukharamova S.S., Maltsev K.A., Ivanov M.A., Gafurov A.M., ... Yantsitov R.O. 2023. Geography and Geoecology of Russia in the Mosaic of River Basins. *Geography and Natural Resources*, 44(3): 25–33 (in Russian). <https://doi.org/10.15372/GIPR20230303>.
- Kiselev V.V., Barkhatov A.S., Kornilov A.G., Zelenskaya E.Ya. 2024. *Otsenka sovremennogo gidroekologicheskogo sostoyaniya Belgorodskoy oblasti v usloviyakh realizatsii programmy intensifikatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva* [Assessment of the Current Hydroecological State of the Belgorod Region in the Context of the Implementation of the Agricultural Production Intensification Program]. Belgorod, Publ. Belgorodskiy gosudarstvennyy natsionalnyy issledovatel'skiy universitet, 84 p.
- Kiselev V.V., Kornilova E.A. 2025. Assessment of the General Hydroecological Condition of Small Rivers in the Belgorod Region. *Regional Geosystems*, 49(1): 80–92 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2025-49-1-80-92>.
- Kiselev V.V., Kornilov A.G., Kiselev V.V., Kornilov A.A. 2024. Assessing the Hydrochemical State of Small Rivers within Rural Areas of Belgorod Region. *Regional Geosystems*, 48(3): 368–381 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2024-48-3-368-381>.
- Kornilova E.A., Lisetsky F.N., Rodionova M.E. 2023. Hydroecological Features of the Vorskla River in the Context of Natural and Economic Changes. *Regional Geosystems*, 47(4): 550–568 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-4-550-568>.
- Kumani M.V., Babkina O.P. 2005. *Izucheniye transformatsii gidrologicheskogo rezhima rek Kurskoy oblasti pod vliyaniem sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva* [Studying the Transformation of the Hydrological Regime of Rivers Kursk Region Under the Influence of Agricultural Production]. In: *Geoekologicheskiye issledovaniya Kurskoy oblasti* [Geoecological Studies of the Kursk Region]. Kursk, Publ. Kursk State University: 101–111.
- Lisetskiy F.N., Degtyar A.V., Buryak Zh.A., Pavlyuk Ya.V., Narozhnaya A.G., ... Marinina O.A. 2015. *Reki i vodnyye obyekty Belogoria* [Rivers and Water Bodies of Belogorye]. Belgorod, Publ. Constanta, 362 p.
- Petin A.N., Petina M.A., Novikova Yu.I. 2014. *Severskiy Donets: gidrologicheskiy rezhim i ekologicheskoye sostoyaniye vod* [Seversky Donets: Hydrological Regime and Ecological State of Waters]. Belgorod, Publ. ID «Belgorod» NIU «BelGU», 182 p.
- Polyakova T.A., Blagochevskaya P.S. 2025. *Analiz nazemnogo pokrova v basseyne reki Vezelka (Bolkhovets) na osnove nomenklatury CORINE* [Land Cover Analysis in the Vezelka (Bolkhovets)]

River Basin Based on the CORINE Nomenclature]. In: Problemy prirodopolzovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeyskoy Rossii i na sopredelnykh territoriyakh [Problems of Nature Management and the Environmental Situation in European Russia and Adjacent Territories]. Proceedings of the XI International Scientific Conference, Belgorod, 15–17 October 2025. Belgorod, Publ. Belgorodskiy gosudarstvennyy natsionalnyy issledovatel'skiy universitet: 364–369.

- Raevskaya M.V., Kornilov A.G. 2025. Elements of Baseline Monitoring in Hydroecological Studies of Rivers in the Belgorod Region. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia, 2: 93–101 (in Russian). <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/2/93-101>
- Storozhenko E.A., Kornilov A.G., Marynych S.N. 2018. Spatial Dynamics of Nitrogen Pollution of Small Rivers of Belgorod. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series, 42(3): 427–434 (in Russian). <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2018-42-3-427-434>
- Chepelev O.A., Pichura V.I., Pavlyuk Y.V., Samofalova O.M., Terekhin E.A. 2014. Assessment of Mining Iron Ore on the Water Availability in Belgorod Region. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 17(188): 160–164 (in Russian).
- Buryak Z., Lisetskii F., Gusarov A., Narozhnyaya A., Kitov M. 2022. Basin-Scale Approach to Integration of Agro- and Hydroecological Monitoring for Sustainable Environmental Management: A Case Study of Belgorod Oblast, European Russia. Sustainability, 14(2): 927. <https://doi.org/10.3390/su14020927>
- Georgiadi A.G., Milyukova I. P., Borodin O.O., Gusarov A.V. 2023. Water Flow Changes in the Don River (European Russia) During 1891–2019. Geography, Environment, Sustainability, 16(2): 6–17. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2022-083>
- Lisetskii F.N., Buryak J.A., Zemlyakova A.V., Pichura V.I. 2014. Basin Organizations of Nature Use, Belgorod Region. Biogeosystem Technique, 2(2): 163–173. <https://doi.org/10.13187/bgt.2014.2.163>

*Поступила в редакцию 15.01.2026;  
поступила после рецензирования 19.03.2026;  
принята к публикации 21.04.2026*

*Received January 15, 2026;  
Revised March 19, 2026;  
Accepted April 21, 2026*

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.  
**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Киселев Владислав Викторович**, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

**Раевская Мария Викторовна**, ассистент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

**Корнилов Андрей Геннадьевич**, доктор географических наук, заведующий кафедрой географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Vladislav V. Kiselev**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety, Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Maria V. Raevskaya**, Teaching Assistant at the Department of Geography, Geoecology and Life Safety, Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Andrey G. Kornilov**, Doctor of Geographical Sciences, Head of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety, Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia