

Элементы фонового мониторинга в гидроэкологических исследованиях рек Белгородской области

М. В. Раевская , А. Г. Корнилов

Белгородский государственный университет, Российская Федерация
(308015, г. Белгород, ул. Победы, 85)

Аннотация: Цель исследования – выявление фоновых показателей биогенных элементов (нитраты и фосфаты) в воде малых рек Белгородской области.

Материалы и методы. Представлены данные исследования содержания биогенных элементов в воде малых рек Белгородской области (верховья 5 объектов) в различные гидрологические сезоны за период 2024-2025 годы. Гидрохимические показатели определялись с использованием потенциометрических и фотоколориметрических методов анализа. Картографирование и ландшафтно-функциональное зонирование водосборов проводились в программе QGIS 3.40.2. Коэффициент корреляции по Пирсону рассчитывался с помощью программы STATISTICA 10.

Результаты. Выявлены участки в верховьях водотоков р. Осколец, р. Ольшанка, р. Северский Донец, р. Ворскла, р. Короча, которые можно считать фоновыми, как по значениям текущих концентраций биогенных элементов, так и по характеру их сезонного изменения. Обозначены особенности агрофона в условиях развития экстенсивной сельскохозяйственной деятельности.

Выводы. В верховьях рек Белгородской области отмечается устойчивый агрофон, обусловленный поступлением биогенных элементов. Квазиприродные участки в русле с «эффектом биолато» способствуют самоочищению рек.

Ключевые слова: фоновый гидроэкологический мониторинг, малые реки, водосбор, биогенные элементы, агрофон.

Источники финансирования: исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания №FZWG-2025-0006.

Для цитирования: Раевская М. В., Корнилов А. Г. Элементы фонового мониторинга в гидроэкологических исследованиях рек Белгородской области // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2025, № 2, с. 93-101. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/2/93-101>

ВВЕДЕНИЕ

Гидроэкологическая оценка водных объектов Центрально-Черноземного экономического района (далее ЦЧР), как староосвоенного в хозяйственном плане, сегодня является неотъемлемой частью системы управления природными ресурсами на региональном и федеральном уровнях. При этом анализу гидроэкологической ситуации с учетом различных антропогенных факторов посвящено достаточное количество научных работ. На примере Белгородской области выявлены тренды изменений гидрохимической ситуации как результат воздействия животноводческой отрасли региона [8]. Закономерности формирования баланса азота и фосфора на речных водосборах ЦЧР, а также взаимосвязь климатических и гидрологических изменений обсуждались в работах С. В. Долгова с сотрудниками [4] и А. Г. Георгиади с коллегами [12]. Многолетняя динамика основных элементов стока рек в пределах ЦЧР с учетом изменения климата рассматривалась М. В. Кумани и др. [7]. Особенности комплексного воздействия в пределах селитебных территорий для Воронежской области показаны в исследованиях А. Г. Баскаковой

и др. [1] и работах Т. И. Прожориной, С. А. Куролапа, Н. В. Кавериной [9].

Функциональное зонирование бассейнов в горно-промышленных районах Черноземья и роль «условно-природного фона» для миграции загрязняющих веществ обсуждались на примере горнопромышленных районов Белгородской области в работах А. Г. Корнилова, А. Н. Петина, Н. Ф. Лисецкого, С. Н. Колмыкова и др. [3, 6]. Проблема незащищенности подземных вод горнопромышленных районов и формирование своеобразных техногенно-природных гидрогеохимических провинций разрабатывалась В. Л. Бочаровым [2]. А. М. Никаноров, В. А. Брызгалов и Г. М. Черногаева, анализируя климатические тренды в ЦЧР и интенсивность мультифакторного загрязнения за длительные периоды, отмечали важность учета в гидрологических исследованиях антропогенно-измененного природного фона [5].

В указанных работах акцент делается на особенностях антропогенной нагрузки, ее последствиях, преобладает интерес к импактному мониторингу, но не в полной мере уделяется внимание фоновому мониторингу, который в последнее время развивается через систему

таких понятий, как «антропогенно-измененный фон», «условно-фоновые створы», фоновые концентрации веществ для гидрогеохимических провинций, т.е. приобретает неклассические трактовки.

Цель нашей работы – выявление фоновых показателей и установление фоновых участков для ряда рек (верховья) Белгородской области с учетом различных факторов и возможность экстраполяции данных на участки с похожими характеристиками для совершенствования гидроэкологической оценки территории староосвоенных регионов ЦЧР. При этом мы рассматриваем фоновые условия формирования речного стока и гидрохимических закономерностей на участках экстенсивного развития сельскохозяйственной деятельности с высоким уровнем представленности на водосборах

квазиприродных зон: лесов, сенокосов, пастбищ, комплексных заказников (в условиях отсутствия значимых объектов интенсивной сельскохозяйственной деятельности, таких как животноводческие комплексы, объекты орошаемого земледелия и т.д.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования рассматривались следующие реки Белгородской области: р. Осколец (Губкинский ГО) – 6 створов; р. Ольшанка (Губкинский ГО, Чернянский район) – 5 створов; верховье р. Северский Донец (Прохоровский район, Яковлевский ГО) – 6 створов; верховье р. Ворскла (Ивнянский район, Яковлевский ГО) – 7 створов; верховье р. Короча (Губкинский ГО, Корочанский район) – 7 створов. На картосхеме (рис. 1) приведены исследуемые участки рек.

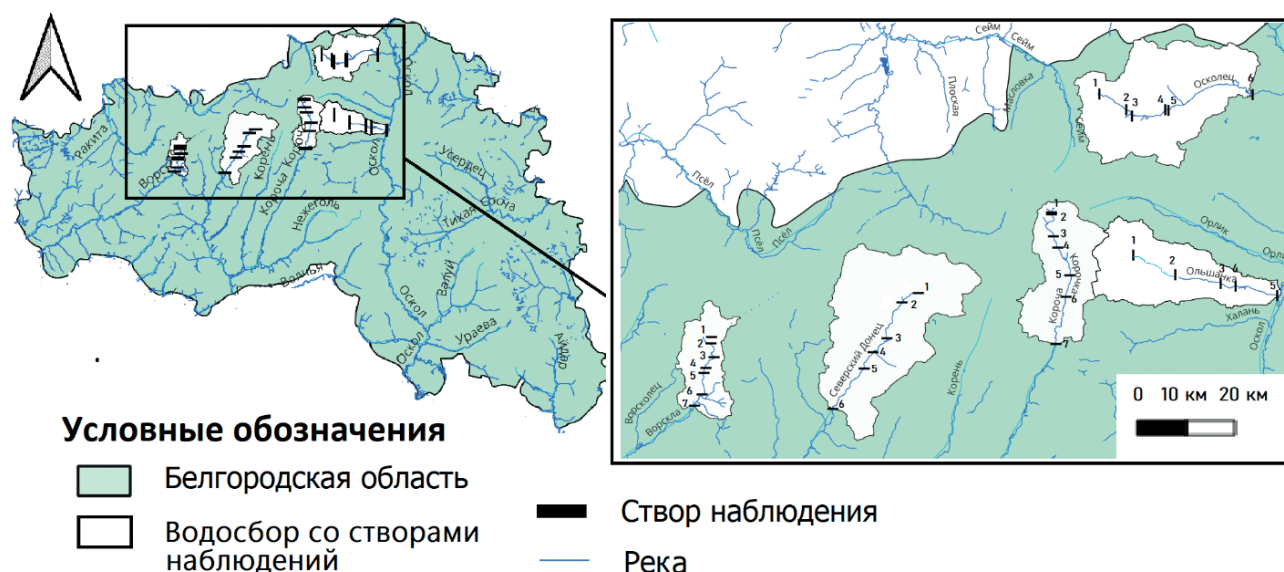


Рис. 1. Водосборы исследуемых участков рек со створами наблюдений
[Fig. 1. Catchment areas of study rivers (upper courses) with sampling points]

Все исследуемые водотоки располагаются в центральной и северной частях области и принадлежат уникальной зоне «зарождения трансграничных рек и их притоков» [11]. Гидроэкологическая ситуация на данных реках определяется совокупностью природных, антропогенных и внутрисистемных факторов только в пределах Белгородского региона, соответственно, может быть проанализирована «фоновая составляющая».

Истоки рек Ворскла и Ольшанка сопряжены с более обширными водно-болотными участками, чем истоки рек Осколец и Северский Донец. Следует отметить, что р. Ольшанка в ее истоке характерны заболоченные участки со стоячей водой (низкая скорость течения), в отличие от Ворсклы. Для рек Короча и Ворскла зоны истоков можно считать зарегулированными системой прудов, причем, площадь прудов у р. Ворскла (с. Рождественка и с. Покровка) примерно в 2,5 раза больше, чем у р. Короча (с. Ольховатка).

Селитебная зона в большей степени выражена на водосборах р. Осколец (г. Губкин) и р. Ворскла

(пгт Яковлево, г. Строитель), однако, ее характер различен. Например, на участке р. Ворскла населенные пункты растянуты вдоль русла исследуемого участка таким образом, что лес или пашня их разделяют за редким исключением. Небольшой участок лесонасаждений с обильной водно-болотной растительностью располагается около створов № 4 и № 5.

Верховья рек Ольшанка и Короча имеют некоторые общие черты: участки леса близко подступают к руслу р. Ольшанка, а для р. Короча замыкающий створ располагается в заболоченной долине с элементами лесонасаждений. Залесенность водосборов р. Осколец и р. Северский Донец носит мозаичный характер и отличается тем, что участки приурочены к балкам и/или границам водосборов, а не к пойме.

На р. Ольшанка (створ № 5 между с. Захарово и с. Заречное) располагается комплексный заказник «Заболоченная пойма р. Ольшанка». На водосборе р. Ворскла (ниже створа № 6 от с. Быковка до с. Пушкарное) находится комплексный заказник «Триречье», и к пойме прилегают луга и элементы овражно-балочной сети, а

не участки леса. Заказник «Водоохранная зона р. Осколец» представляет собой узкую полосу от с. Меловой Брод ниже с. Кандаурово по пойме реки (створ № 3).

Выходы подземных вод тесно связаны с истоками р. Осколец и р. Северский Донец. Родник с. Петровки, который считается истоком р. Осколец (средний дебит за исследуемый период 1,1 $\text{дм}^3/\text{с}$), обустроен и активно используется местными жителями. Родниковое поле с. Подольхи – исток Северского Донца (средний дебит за исследуемый период 10 $\text{дм}^3/\text{с}$), относится к особо охраняемым природным территориям регионального значения.

Используемые в данной статье методы отбора проб и анализа гидрохимических показателей, а также под-

ходы к выделению зон импактного воздействия обсуждались нами в работах, в которых водотоки и водоемы Белгородской области рассматривались как индикаторы экологических проблем в агроландшафтах [8, 10].

С одной стороны, физико-географическая основа формирования верхнего течения ряда трансграничных рек является схожей с большинством водотоков области, с другой стороны – ландшафтно-функциональный анализ водосборов (табл.) показывает достаточно пеструю картину антропогенной нагрузки и характер возможных условно-фоновых зон для данных водотоков или квазифоновых условий формирования водотоков.

Таблица

Ландшафтно-функциональное зонирование водосборов участков рек
[Table 1. Land use and functional analysis of catchment areas of study rivers]

Участок от истока до замыкающего створа, км / Length from river source to final sampling point	Площадь водосбора, км^2 / Square of catchment, km^2	Функциональные зоны водосбора / Land use of watersheds				Особенности водосбора / Particular qualities of catchment
		Селитебная зона, % / Residential area	С/х угодья, % / Farmland, %	Лес, % / Forest, %	Другое ¹ , % / Another, %	
р. Осколец, 32 км	429	12 (г. Губкин)	53	7	Карьеры, пустоши, 4	Лебединский ГОК
р. Ольшанка, 31 км	208	10	68	14	Водно-болотные угодья, 4	Комплексный заказник на водосборе
р. Северский Донец (верховье), 42 км	477	8	59	10	Пустоши овражно-балочной сети, 6	Животноводческие фермы, 17 шт
р. Ворскла (верховье), 30 км	175	13 (г. Строитель)	58	10	Пустоши, 4	Яковлевский рудник
р. Короча (верховье), 33 км	212	10	66	12	Водно-болотные угодья, 5	Животноводческие фермы, 8 шт

¹ Указана преобладающая зона в категории «Другое», % от площади водосбора

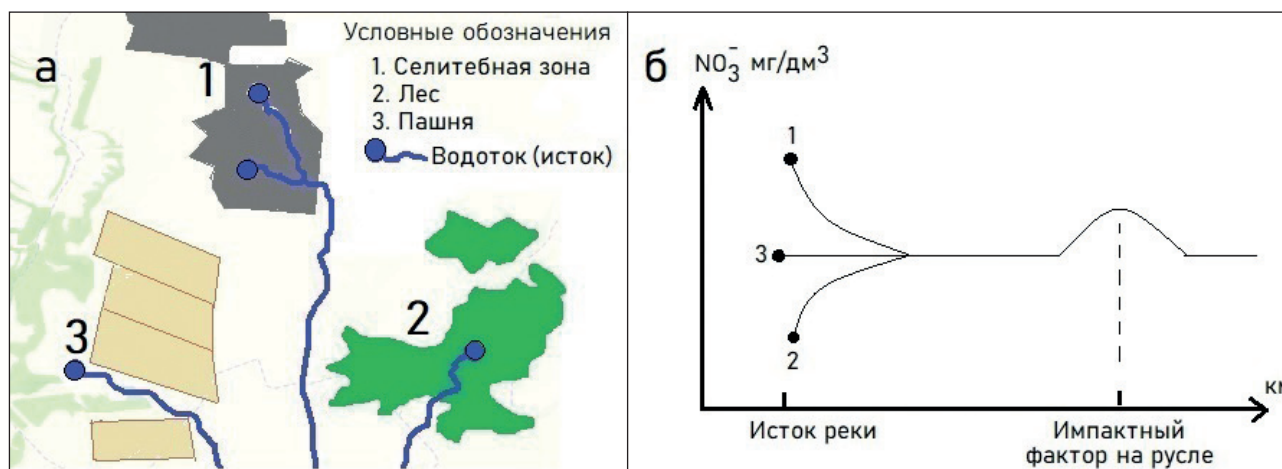


Рис. 2. Схема вариантов расположения истоков (а) и прогнозируемые графики динамики концентрации NO_3^- по течению водотока (б)
[Fig. 2. River source location in the functional zone (a) and predictable graphs of dependence of NO_3^- concentration along watercourse]

Несмотря на природную и антропогенную разнотипность верховий изучаемых рек, можно предположить о наличии общих закономерностей формирования гидроэкологической ситуации. За счет постоянной подпитки водотоков грунтовыми водами с прилегающей водосборной территории вклад локальных функциональных зон (пашня, пастбище, лес, селитебная зона) усредняется по направлению течения. Исток малой реки может формироваться в области той или иной функциональной зоны, поэтому локальный фон существенно различается (рис. 2).

Далее на водосборе присутствуют, как правило, «возмущающие фон факторы» (фермы, предприятия и т.д.), или, наоборот, «регулирующие фон факторы» (лесной массив, водно-болотный участок и т.д.), что вызывает колебания концентраций загрязняющих веществ на протяжении реки. Однако, зачастую, фоновому состоянию верховьев рек свойственна определенная устойчивость и способность возвращаться к усредненным показателям.

Понятие фон, в особенности для староосвоенных территорий, носит переменный и пространственно-масштабируемый характер. На примере исследуемых рек с уче-

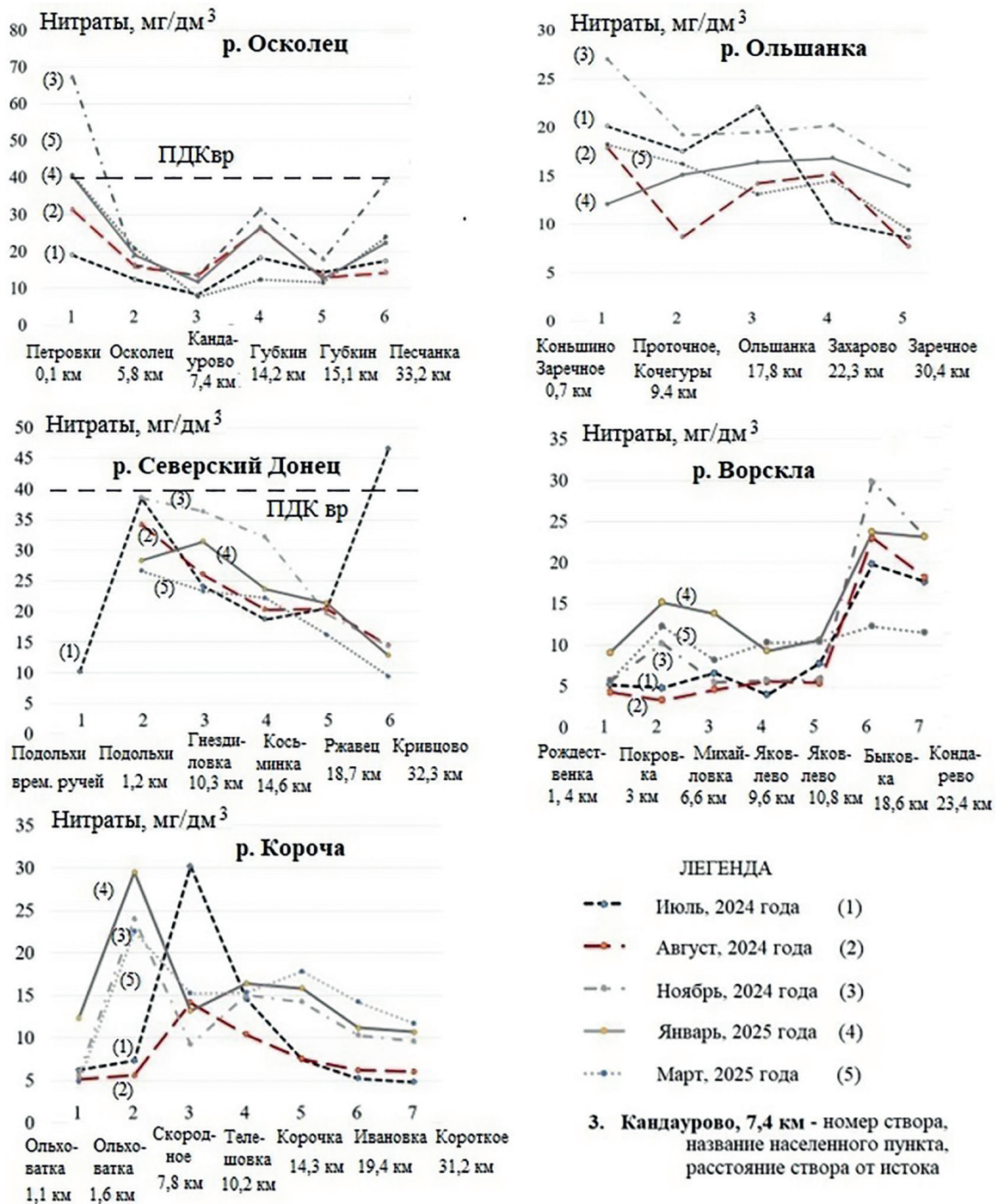


Рис. 3. Содержание нитратов в верховьях рек Белгородской области (2024-2025 годы) в различные гидрологические сезоны [Fig. 3. Concentration of nitrates in the upper courses of Belgorod region rivers (2024-2025 years) during different hydrological seasons]

том особенностей хозяйственной деятельности мы можем говорить об агрофоне для верховьев малых рек. Агрофон является отправной точкой для понимания сложных гидрохимических процессов на водосборах и имеет важное практическое значение для разработки региональных планов и программ водоохранных мероприятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика концентрации нитратов за период с июля 2024 года по март 2025 года включительно (различные гидрологические сезоны) для исследуемых участков рек представлена на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что максимальные средние концентрации нитратов за исследуемый период характерны для истоков р. Осколец ($39,3 \text{ мг/дм}^3$) и р. Северский Донец ($34,8 \text{ мг/дм}^3$), что, с одной стороны, можно связать с ландшафтно-функциональными особенностями зоны истока (селитебная территория, импактный характер локальных ферм), а с другой стороны – с выходами среднедебитных и высокодебитных родников, которые в некоторой степени характеризуют гидроэкологический фон обширных территорий как с интенсивной, так и с экстенсивной сельскохозяйственной деятельностью.

Далее наблюдается снижение концентрации нитратов (для р. Осколец минимальные средние значения в створах №№ 2-3 составляют $15,8 \text{ мг/дм}^3$ и $11,6 \text{ мг/дм}^3$, для р. Северский Донец в створах №№ 5-6 – $20,4 \text{ мг/дм}^3$ и $22,0 \text{ мг/дм}^3$), что объясняется маловодностью рек и наличием зон с интенсивным развитием водной и околотоводной растительности (в том числе природоохранного статуса), способствующих процессам самоочищения.

Предсказуемые и перманентные пики концентраций нитратов в р. Осколец характерны для г. Губкин и прилегающей промышленной зоны, а в р. Северский Донец отмечены разовые пики (створ № 6, с. Кривцово), что может быть обусловлено залповыми сбросами свинокомплексов.

Реки Ворскла (створ № 1, с. Рождественка) и Короча (створ № 1, с. Ольховатка) в их истоках за летний период характеризуются минимальными значениями концентраций нитратов по сравнению с другими исследуемыми объектами – $6,0 \text{ мг/дм}^3$ и $7,3 \text{ мг/дм}^3$. Как и р. Осколец, р. Ворскла имеет устойчивые пики содержания нитратов, приуроченные к городским агломерациям (створы №№ 5-6 после г. Строитель). Для створов №№ 4-5 на р. Ворскла, которые формально располагаются в селитебной зоне пгт Яковлево, отмечены низкие концентрации нитратов – средние значения за исследуемый период $6,2 \text{ мг/дм}^3$ и $7,4 \text{ мг/дм}^3$. Полевые обследования территории данных створов указывают на наличие небольших, но достаточно активных с точки зрения способности к самоочищению, зон водной и околотоводной растительности с островками лесонасаждений. Интенсивный характер сельскохозяйственной деятельности (развитие животноводческих комплексов) в истоке р. Короча, как и истоке р. Северский Донец, приводит к наличию эпизодических пиков нитратного загрязнения, например, в створе № 3 (с. Скородное).

Верховья р. Ольшанка и р. Короча в замыкающих створах для исследуемой зоны характеризуются достаточно схожими закономерностями изменения концентрации нитратов. После небольшого пика в с. Ольшанка (створ № 3) наблюдается устойчивое снижение содержания нитратов во все гидрологические сезоны в створах № 4 и № 5 р. Ольшанка – средние значения за исследуемый период $6,2 \text{ мг/дм}^3$ и $7,4 \text{ мг/дм}^3$. Данные створы приурочены к территории комплексного заказника «Заболоченная пойма р. Ольшанка», который является типичной фоновой зоной верховьев рек. Для р. Короча снижение содержания нитратов отмечены в створах №№ 5-6 и составляет $8,2 \text{ мг/дм}^3$ и $7,8 \text{ мг/дм}^3$, так как река протекает по относительно обширной заболоченной долине. Подобные эффекты биофото обуславливаются в работах А. Song с коллегами [13].

Высокие концентрации нитратов в створе № 1 (исток) р. Ольшанка по сравнению с прогнозируемыми можно объяснить особенностями внутрисистемных факторов данного участка, которые создают гидроэкологический фон, напрямую связанный с «агрофоном».

Динамика концентраций (мета-, орто)фосфатов за период с июля 2024 года по март 2025 года включительно показана на рис. 4.

Изменение содержания (мета-, орто-)фосфатов для участков исследуемых рек подчиняется таким же закономерностям, как динамика нитратного загрязнения (пики концентраций нитратов и фосфатов совпадают), однако, следует отметить некоторые отличия: 1) если для рек Ворскла, Короча и Ольшанка за исследуемый период не наблюдалось превышение ПДК_{вр} по нитратам, то превышение ПДК_{вр} по фосфатам обнаружено для всех изучаемых рек; 2) пики фосфатного загрязнения более синхронны и ярче выражены, чем пики нитратного загрязнения, особенно это характерно для селитебных зон; 3) если изменение концентрации нитратов на исследуемых участках может изменяться от максимального значения к минимальному в 5-7 раз, то изменение концентрации фосфатов – в 9-14 раз. Особенности сезонных изменений концентраций фосфатов и нитратов рассматривались на основе работ К. Kubiak-Wójcicka [12] и Y. Wang [15], причем была отмечена некоторая несинхронность изменения содержания биогенов в природных водах в зависимости от регулярных загрязнений селитебного, промышленного и сельскохозяйственного характера.

Анализируя динамику фосфатов в верховьях р. Ольшанка (рис. 4), в качестве примера, следует отметить характерный пик в зоне относительно крупного села на водосборе (створ № 3, с. Ольшанка), далее, как и для нитратов, отмечается снижение концентрации фосфатов для створов №№ 4-5 в зоне заказника «Заболоченная пойма р. Ольшанка». Однако разница между концентрациями в июле и январе существенно заметна и изменяется в 10 раз, что говорит о большей ассимилирующей способности природных и квазиприродных зон по отношению к данному биогенному элементу в

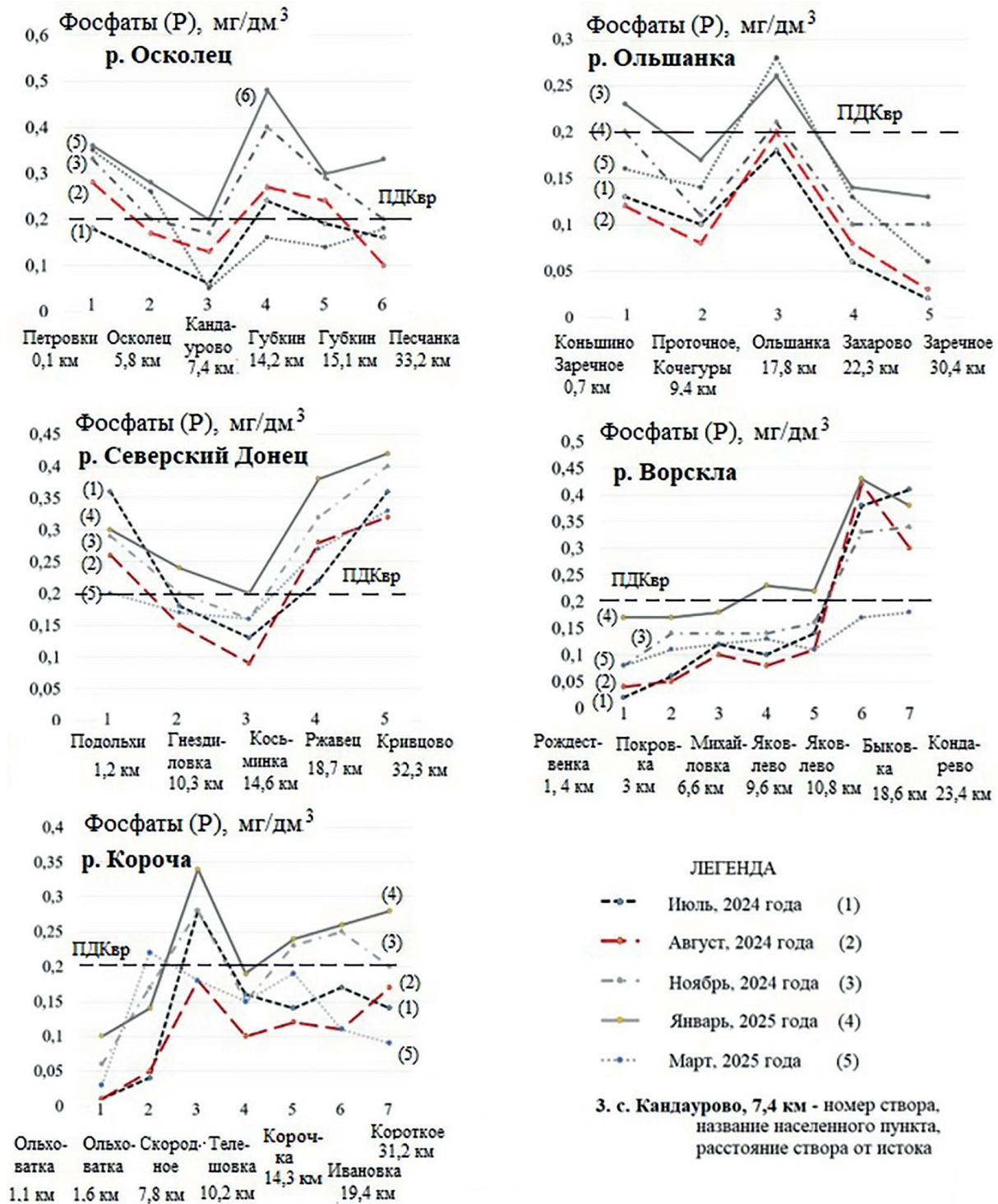


Рис. 4. Содержание фосфатов в верховьях рек Белгородской области (2024-2025 годы) в различные гидрологические сезоны
[Fig. 4. Concentration of phosphates in the upper courses of Belgorod region (2024-2025 years) rivers during different hydrological seasons]

летний период. В свою очередь, при увеличении промышленно-селитебной нагрузки, например, в р. Осколец, р. Ворскла, в ниже расположенных створах уменьшение концентрации фосфатов происходит медленнее.

Четкие закономерности распределения минимальных и максимальных концентраций биогенных веществ (NO_3^- , PO_4^{3-}) по сезонам не выявлены (рис. 3 и рис. 4), хотя определенная тенденция их роста в

осенний и раннезимний периоды наблюдается. Можно было бы предположить, что концентрации загрязняющих веществ в весеннее половодье должны быть ниже, чем в остальные сезоны, но за период исследования данная особенность не проявлялась, что, возможно, объясняется отсутствием ярко выраженного половодья в Белгородской области из-за теплых зим с продолжительными оттепелями.

Коэффициент корреляции по Пирсону между концентрациями нитратов и фосфатов в исследуемых объектах за период изучения рассчитывался в программе STATISTICA 10. Наиболее тесная связь наблюдается для р. Ворскла ($r = 0,89$). Значения коэффициентов корреляции для рек Осколец, Олышанка и Короча существенно ниже (0,6, 0,43, 0,44), что говорит о различиях в характере водосборных территорий упомянутых рек. Для р. Северский Донец связь между этими показателями вообще отсутствует ($r = -0,07$). На тесноту корреляции влияют разовые пики концентрации нитратов, реже фосфатов (к примеру, залповые сбросы на р. Северский Донец и р. Осколец) и на квазиприродных участках (например, р. Олышанка и р. Короча).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Верховья рек Осколец и Северский Донец характеризуются более высокой антропогенной нагрузкой, и, соответственно, высоким уровнем содержания биогенных загрязнителей (формы NO_3^- , PO_4^{3-}): р. Осколец – 21,2 мг/дм³ (0,5ПДК_{вр}) и 0,23 мг/дм³ (1,2ПДК_{вр}); р. Северский Донец – 24,8 мг/дм³ (0,6ПДК_{вр}), 0,25 мг/дм³ (1,3ПДК_{вр}). Для указанных рек характерны высокие показатели содержания нитратов и фосфатов в родниковых водах, которые питают истоки. Если для р. Северский Донец определяющим высокие концентрации фактором следует считать влияние животноводческих комплексов, то для р. Осколец – воздействие селитебно-промышленной зоны.

Для рек Олышанка, Короча и Ворскла данные показатели в 1,5-2 раза ниже и составляют в р. Олышанка – 15,6 мг/дм³ (0,4ПДК_{вр}) и 0,14 мг/дм³ (0,6ПДК_{вр}); р. Ворскла – 11,2 мг/дм³ (0,3ПДК_{вр}) и 0,18 мг/дм³ (0,8ПДК_{вр}); р. Короча – 12,3 мг/дм³ (0,3ПДК_{вр}) и 0,16 мг/дм³ (0,8ПДК_{вр}). Для всех трех водотоков выделены характерные квазиприродные зоны, которые способствуют процессам самоочищения рек и «сглаживанию» импактных (микроимпактных) факторов, в особенности, в период активного роста водной и околотоводной растительности. Однако, в осенний период для квазиприродных зон наблюдаются увеличение концентрации нитратов и фосфатов, а в истоках р. Короча, р. Олышанка оно выражено наиболее ярко.

Установлены ориентировочные средние фоновые значения содержания биогенных веществ в верховьях рек Белгородской области в указанный период: 5-15 мг/дм³ для нитратов и 0,1-0,2 мг/дм³ для фосфатов, которые могут характеризовать агрофон верховьев рек. В силу короткого временного ряда наблюдений полученные научные, а отчасти и методические результаты, носят предварительный характер.

На большинстве исследуемых рек выявлены квазиприродные участки, функционирующие как своеобразные биоплато, способствующие самоочищению речных вод. Данные участки являются антропогенно измененными. Они испытывают колебания не только концентраций биогенных элементов, но и водности, а их регулирующая фон функция (эффект биоплато) в пределах небольших водосборов очевидна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баскакова А. Г., Козлов А. Т., Сумин А. И. Геоэкологическая оценка водосборной территории по уровню антропогенной нагрузки // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2022, № 4, с. 95-101.
2. Бочаров В. Л. Влияние горнодобывающих предприятий на подземные воды Старооскольско-Губкинского района КМА // *Вестник ВГУ. Серия: Геология*, 2017, № 4, с. 95-99.
3. Геоэкологическая ситуация малых рек в зоне влияния Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла / А. Г. Корнилов, А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, С. Н. Колмыков // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*, 2009, № 11-2(66), с. 101-108.
4. Долгов С. В., Швыдкий Е. В., Штамм Е. В. Закономерности формирования баланса азота и фосфора на речных водосборах в центральной лесостепи Русской равнины в 1990-2020 гг. // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 2021, т. 85, № 3, с. 355-367.
5. Комплексный фоновый мониторинг загрязнения окружающей природной среды в России / Г. М. Черногаева, В. А. Гинзбург, С. Г. Парамонов и др. // *Метеорология и гидрология*, 2009, № 5, с. 56-65.
6. Корнилова Е. А., Лисецкий Ф. Н., Родионова М. Е. Гидроэкологические особенности реки Ворсклы (российский участок) в контексте природно-хозяйственных изменений // *Региональные геосистемы*, 2023, т. 47, № 4, с. 550-568.
7. Кумани М. В., Шульгина Д. В., Киселев В. В. Многолетняя динамика основных элементов стока рек в пределах Центрального Черноземья // *Региональные геосистемы*, 2021, т. 45, № 4, с. 617-631.
8. Оценка гидрохимического состояния малых рек Белгородской области в пределах сельских территорий / Киселев Вл. В., Корнилов А. Г., Киселев Вик. В., Корнилов А. А. // *Региональные геосистемы*, 2024, т. 48, № 3, с. 368-381.
9. Прожорина Т. И., Куролап С. А., Каверина Н. В. Гидрохимия речных вод Воронежской городской агломерации // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2020, № 3, с. 78-85.
10. Раевская М. В., Корнилов А. Г. Малые водотоки и водоемы как индикаторы экологических проблем в агроландшафтах (на примере Белгородской области) // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле*, 2024, т. 24, № 4, с. 230-242.
11. Реки и водные объекты Белогорья : монография / Ф. Н. Лисецкий, А. В. Дегтярь, Ж. А. Буряк и др. Белгород : ВОО «Рус. геогр. о-во, НИУ «БелГУ», 2015. 362 с.
12. Современные климатические и гидрологические изменения в Белгородской области и их последствия / Георгиади А. Г., Долгов С. В., Кашутин Е. А. и др. // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2023, № 4, с. 84-89.
13. Effects of biodiversity on functional stability of freshwater wetlands: a systematic review/ Song A., Liang S., Li H., Yan B. // *Front. Microbiol.*, 2024, 15:1397683.
14. Kubiak-Wójcicka K., Bąk B. Monitoring of meteorological and hydrological droughts in the Vistula basin (Poland) // *Environ Monit Assess.* 2018, 190(11):691.
15. Wang Y. Fresh Water and Watersheds. London: CRC Press, 2020. 365 p.

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

Поступила в редакцию: 20.03.2025

Принята к публикации: 02.06.2025

Elements of Baseline Monitoring in Hydroecological Studies of Rivers in Belgorod Region

M. V. Raevskaya✉, A. G. Kornilov

Belgorod State University, Russian Federation
(85, Pobedy Str., Belgorod, 308015)

Abstract: The purpose is to identify the background indicators of small rivers in the Belgorod Region for biogenic elements (nitrates and phosphates).

Materials and methods. The data of the study of biogenic elements content in water of small rivers of Belgorod Region (5 rivers in their upper watercourses) in different hydrological seasons for the period 2024-2025 were investigated. Hydrochemical parameters were determined using potentiometric and photocolometric analysis methods. Mapping and landscape-functional zoning of catchment areas were carried out in the QGIS 3.40.2. The Pearson correlation was calculated using the STATISTICA 10.

Results and discussion. The sites in the upper watercourses of the Oskolets River, Olshanka River, Seversky Donets River, Vorskla River, and Korocha River were identified, which can be considered as background, both in terms of values of current concentrations of biogenic elements and the nature of their seasonal change. The features of the agricultural background of rivers on the terms of the development of extensive agricultural activity are outlined.

Conclusion. There is a steady agricultural background due to the influx of biogenic elements for the upper courses of the Belgorod Region rivers. Quasi-natural areas on the riverbeds with a "bioplato effect" make a contribution to the self-purification of rivers.

Key words: background hydroecological monitoring, small rivers, catchment area, biogenic elements, agricultural background of river.

Funding: 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: Raevskaya M.V., Kornilov A.G. Elements of Baseline Monitoring in Hydroecological Studies of Rivers in the Belgorod Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2025, no. 2, pp. 93-101. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/2/93-101>

REFERENCES

1. Baskakova A. G., Kozlov A. T., Sumin A. I. Geoekologicheskaya ocenka vodosbornoj territorii po urovnyu antropogennoj nagruzki [Geoecological assessment of the watershed area According to the Level of Anthropogenic Load]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2022, no. 4, pp. 95-101.
2. Bocharov V. L. Vliyaniye gornodobyvayushchih predpriyatij na podzemnye vody Starooskol'sko-Gubkinskogo rajona KMA [The impact of the mining district of the Kursk Magnetic Anomaly on the Sary Oskol-Gubkin underground water]. *Vestnik VGU. Seriya: Geologiya*, 2017, no. 4, pp. 95-99. (In Russ.)
3. Geoekologicheskaya situatsiya mal'kh rek v zone vliyaniya Starooskol'sko-Gubkinskogo gornopromyshlennogo uzla [The geo-ecological situation in the zone of Sary Oskol-Gubkin mining industry cluster]. A. G. Kornilov, A. N. Petin, M. G. Lebedeva, S. N. Kolmykov. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2009, no. 11-2 (66), pp. 101-108. (In Russ.)
4. Dolgov S. V., Shvydkij E. V., Shtamm E. V. Zakonomernosti formirovaniya balansa azota i fosfora na rechnykh vodoborah v central'noj lesostepi Russkoj ravniny v 1990-2020 gg [Regularities of the nitrogen and phosphorus balance formation in river catchments in the central forest-steppe of the Russian Plain in 1990-2020]. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, 2021, vol. 85, no. 3, pp. 355-367. (In Russ.)
5. Kompleksnyj fonovyj monitoring zagryazneniya okruzhayushchej prirodnoj sredy v Rossii [The complex background monitoring of environment in Russia]. G. M. Chernogaeva, V. A. Ginzburg, S. G. Paramonov i dr. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2009, no. 5, pp. 56-65. (In Russ.)
6. Kornilova E. A., Liseckij F. N., Rodionova M. E. Hidroekologicheskie osobennosti reki Vorskly (rossijskij uchastok) v kontekste prirodno-hozyajstvennykh izmenenij [Hydroecological Features of the Vorskla River in the Context of Natural and Economic Changes]. *Regional'nye geosistemy*, 2023, vol. 47, no. 4, pp. 550-568. (In Russ.)
7. Kumani M. V., Shul'gina D. V., Kiselev V. V. Mnogoletnyaya dinamika osnovnykh elementov stoka rek v predelakh Central'nogo Chernozem'ya [Long-term Dynamics of the Main Elements of River Flow Within the Central Chernozem Region]. *Regional'nye geosistemy*, 2021, vol. 45, no. 4, pp. 617-631. (In Russ.)
8. Ocenka gidrohimicheskogo sostoyaniya mal'kh rek Belgorodskoj oblasti v predelakh sel'skih territorij [Assessing the Hydrochemical State of Small Rivers within Rural Areas of Belgorod Region]. Kiselev V. I., Kornilov A. G., Kiselev V. V., Kornilov A. A. *Regional'nye geosistemy*, 2024, vol. 48, no. 3, pp. 368-381. (In Russ.)



9. Prozhorina T.I., Kurolap S.A., Kaverina N.V. Gidrohimiya rechnyh vod Voronezhskoj gorodskoj aglomeracii [Hydrochemistry of River Waters in the Voronezh Urban Agglomeration]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, 2020, no. 3, pp. 78-85. (In Russ.)

10. Raevskaya M.V., Kornilov A.G. Malye vodotoki i vo-doemy kak indikatorы ekologicheskikh problem v agrolandshaftah (na primere Belgorodskoj oblasti) [Small streams and water reservoirs as indicators of environmental problems in agricultural landscapes (on the example of the Belgorod region)]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Nauki o Zemle*, 2024, vol. 24, no. 4, pp. 230-242. (In Russ.)

11. *Reki i vodnye ob"ekty Belgor'ya : monografiya* / F.N. Liseckij, A.V. Degtyar', Zh.A. Buryak i dr. [Rivers and Water Bodies of Belogorye] Belgorod : VOO «Rus. geogr. o-vo, NIU «BelGU», 2015. 362 p. (In Russ.)

12. Sovremennyye klimaticheskie i gidrologicheskie izmene-niya v Belgorodskoj oblasti i ix posledstviya [Contemporary Cli-

matic and Hydrological Changes in the Belgorod Region and Their Consequences]. Georgiadi A.G., Dolgov S.V., Kashutina E.A. et al. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, 2023, no. 4, pp. 84-89 (In Russ.).

13. Effects of biodiversity on functional stability of freshwater wetlands: a systematic review. Song A., Liang S., Li H., Yan B. *Front. Microbiol.*, 2024, 15:1397683.

14. Kubiak-Wójcicka K., Bąk B. Monitoring of meteorological and hydrological droughts in the Vistula basin (Poland). *Environ Monit Assess.*, 2018, 190(11):691.

15. Wang Y. Fresh Water and Watersheds. London : CRC Press, 2020. 365 p.

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

Received: 20.03.2025

Accepted: 02.06.2025

Раевская Мария Викторовна

аспирант и ассистент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Российская Федерация, ORCID: 0009-0003-7454-3315, e-mail: raevskaya@bsuedu.ru

Корнилов Андрей Геннадьевич

заведующий кафедрой географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, доктор географических наук, профессор, ORCID: 0000-0002-9189-8965, e-mail: kornilov@bsu.edu.ru

Maria V. Raevskaya

Postgraduate Student and Assistant at the Department of Geography, Geoecology and Life Safety of Institute of Earth Sciences of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russian Federation, ORCID: 0009-0003-7454-3315, e-mail: raevskaya@bsuedu.ru

Andrei G. Kornilov

Dr. Sci. (Geogr.), Head of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety of Institute of Earth Sciences of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-9189-8965, e-mail: kornilov@bsu.edu.ru