

ГЕОЭКОЛОГИЯ
(ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 556.5
doi 10.54398/2077-6322_2022_1_90

Геоэкологическая ситуация в бассейне реки Северский Донец

Елена Алексеевна Истомина^{1✉}, Андрей Геннадьевич Корнилов²

^{1,2} Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ «БелГУ»), Белгород, Россия

¹lesenochek.93@mail.ru[✉]

²kornilov@bsu.edu.ru

Аннотация: В статье рассматривается гидроэкологическая ситуация на реке Северский Донец в пределах Белгородского региона. Проводится гидрохимический анализ в части загрязнения основными биогенными элементами (азот и фосфор) по мониторинговым данным Росгидромета. Отмечается дифференцированная динамика содержания загрязняющих веществ с отдельными пиковыми колебаниями в исследуемых створах. Наблюдается возрастающий скачкообразный тренд по загрязнению аммонием, нитритами и фосфатами. Корреляционный анализ показателей содержания химических компонентов в реке Северский Донец позволяет выделить условный участок со сходной экологической обстановкой и общими процессами поступления биогенных веществ в отношении исследуемых створов № 2 и № 3, что связано с близостью города Белгорода и увеличением селитебной нагрузки. При этом коэффициенты корреляции в двух створах имеют сильную взаимосвязь от 0,75 до 0,9. Это позволяет условно разделить водосборную территорию реки Северский Донец на 2 обособленных участка с различной степенью антропогенного воздействия: верховье реки (Прохоровский, Яковлевский районы) и русло реки в г. Белгороде и южной части Белгородского района вплоть до границы с Украиной.

Ключевые слова: Гидроэкологическая ситуация, гидрохимический анализ, биогенные элементы, экологическая ситуация, Белгородская область, загрязняющие вещества, корреляционный анализ

Для цитирования: Истомина Е. А., Корнилов А. Г. Геоэкологическая ситуация в бассейне реки Северский Донец // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 1. С. 90–97. https://doi.org/10.54398/2077-6322_2022_1_90.

GEOECOLOGY
(GEOGRAPHICAL SCIENCES)

Geoecological situation in the Seversky Donets River basin

Elena A. Istomina^{1✉}, Andrey G. Kornilov²

^{1,2}Belgorod State National Research University (NRU "BelSU"), Belgorod, Russia

¹lesenochek.93@mail.ru[✉]

²kornilov@bsu.edu.ru

Annotation: The article deals with the hydroecological situation on the Seversky Donets River within the Belgorod region. A hydrochemical analysis is being carried out in terms of pollution with the main biogenic elements (nitrogen and phosphorus) according to the monitoring data of Roshydromet. There is a differentiated dynamics of the content of pollutants with individual peak fluctuations in the studied sections. There is an increasing jump trend for ammonium, nitrites and phosphates. Correlation analysis of indicators of the content of chemical components in the Seversky Donets River makes it possible to identify a conditional area with a similar ecological situation and general processes of nutrient intake in relation to the studied sections No. 2 and No. 3, which is associated with the proximity of the city of Belgorod and an increase in residential load. At the same time, the correlation coefficients in the two sections have a strong relationship from 0,75 to 0,9. This makes it possible to conditionally divide the catchment area of the Seversky Donets River into 2 separate areas with varying degrees of anthropogenic impact: the upper reaches of the river (Prokhorovsky, Yakovlevsky districts) and the riverbed in the city of Belgorod and the southern part of the Belgorod region up to the border with Ukraine.¹¹

Key words: Hydroecological situation, hydrochemical analysis, biogenic elements, ecological situation, Belgorod region, pollutants, correlation analysis

For citation: Istomina E. A., Kornilov A. G. Geoeological situation in the Seversky Donets River Basin. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* = *Geology, Geography and Global Energy*. 2022;1(84):90–97. (In Russ.). https://doi.org/10.54398/2077-6322_2022_1_90.

До недавнего времени загрязнение природных водоёмов не вызывало серьёзного беспокойства, поскольку принималась во внимание присущая водным объектам способность к регулярному возобновлению. Однако в современный период хозяйственная деятельность человека приобрела небывалый размах и интенсивность. В результате этого защитные силы природы не справляются с непрерывным и возрастающим потоком загрязняющих веществ. Так возникают эколого-гидрологические проблемы, которые обусловлены как природными факторами формирования, так и антропогенными. В свою очередь, последнее относится к числу наиболее актуальных и распространённых.

В настоящее время проблема количества и качества речной воды встаёт как никогда остро. Особенно это важно для главной реки Белгородской области – Северского Донца, который является самым крупным притоком Дона. В пределах Белгородской области её длина составляет 100,5 км, что составляет 10 % от всей её длины. Следует отметить, что Северский Донец является трансграничной рекой. На территории Белгородской области находится исток Северского Донца (в селе Подольхи Прохоровского района на высоте 165 м над уровнем моря), а далее река несёт свои воды через Белгородскую область в южном направлении на территорию соседней Украины. Поэтому от нас напрямую зависит, какого качества вода будет поступать нашим соседям.

Северский Донец на территории Белгородской области короче своего левого притока р. Оскол, а также р. Ворскла, однако, по народнохозяйственному значению имеет куда большее значение. Это обуславливает значительную степень антропогенного воздействия на его водную среду. При этом нужно сказать, что ещё во второй половине XIX в. река была судоходна, однако в настоящее время не отличается многоводностью [2].

По степени антропогенного воздействия на водосборную территорию Северского Донца в пределах Белгородской области реку можно разделить на 2 условных участка:

1. Водосборная территория реки до г. Белгород (Прохоровский, Яковлевский районы).
2. Русло реки непосредственно в самом г. Белгороде и южной части Белгородского района вплоть до границы с Украиной.

На первом участке, у истока Северского Донца, значительное влияние на качество воды в реке оказывает сельскохозяйственное производство, в особенности развитие здесь животноводческой отрасли (территория Прохоровского и Яковлевского районов). Также преобладающая часть водосборной территории реки на этом участке занята неканализованной частной застройкой и пашней, значительно влияющими на гидроэкологическую обстановку.

Второй участок непосредственно связан с г. Белгород, воздействие на реку которого, очень велико. Течение Северского Донца проходит чрез город с севера на юг, где река находится в зоне интенсивной городской застройки с высокой долей промышленных зон. Городские территории вносят значительный вклад в загрязнение водной среды реки. Неорганизованный сток с селитебно-промышленных территорий, а также организованный сброс сточных вод коммунальным хозяйством г. Белгород значительно влияют на гидроэкологическую обстановку Северского Донца в пределах города.

Гидрохимические исследования водной среды Северского Донца на наличие загрязняющих веществ представлены в работах [1; 3–4]. Отмечается, что на реке Северский Донец, в северной части Белгородского района (близ с. Беломестное), за последние 8–10 лет наблюдается рост содержания нитратов (NO_3^-) и суммы общего азота на 50–60 %, что связано активным развитием животноводческой отрасли в верховьях реки.

На городском участке реки близ железнодорожного вокзала содержание нитратов (NO_3^-) в целом не превышает ПДК в 40 мг/л (средний показатель 1,61 мг/л). Содержание нитритов (NO_2^-) превышает ПДК (0,08 мг/л) в 8 раз и колеблется от 0,654 до 0,695 мг/л. Содержание солей аммония (NH_4^+) в реке изменяется не значительно и в целом не превышает ПДК (0,5 мг/л) при среднем показателе 0,49 мг/л [3].

В работе [4] сравниваются показатели азотного загрязнения р. Северский Донец на различных участках (с. Беломестное – 7 км выше города Белгород, Белгородское водохранилище – 6 км ниже города, участок близ границы с Украиной – 21 км ниже города). Отмечается, что концентрация соединений азота после г. Белгорода выше, чем до города, что связано с неорганизованным стоком с селитебно-промышленных территорий, а также организованным сбросом сточных вод коммунальным хозяйством г. Белгород. Содержание аммония увеличивается с 0,238 ПДК

до 1,116 ПДК, нитритов – с 0,2875 ПДК до 2,3 ПДК, нитратов – с 0,0123 ПДК до 0,0685 ПДК. Ниже по течению у головной плотины Белгородского водохранилища содержание аммония и нитритов хотя и превышает значения ПДК (1,058 и 1,175 соответственно), но все же ниже, чем в предыдущей точке, а содержание нитратов увеличивается незначительно до 0,076 ПДК.

Для оценки динамики гидроэкологической ситуации на реке ниже представлены данные с постов Росгидромета.

Посты:

– 1 створ – 7 км выше г. Белгород, в черте с. Беломестное, 1 км выше впадения р. Липовый Донец;

– 2 створ – 6 км ниже города (от южной окраины с. Пушкарное), 4 км ниже впадения р. Разумная, у моста;

– 3 створ – 21 км ниже города (от южной окраины с. Пушкарное), 7 км выше устья р. Нежеголь.

Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание загрязняющих веществ в исследуемых створах реки Северский Донец за период с 2008 по 2020 гг

Год	Река	Аммоний (NH ₄ ⁺) (мг/л) ПДК – 0,5	Нитриты (NO ₂ ⁻) (мг/л) ПДК – 0,08	Нитраты (NO ₃ ⁻) (мг/л) ПДК – 40	Фосфаты (мг/л) ПДК – 0,2	БПК ₅ (мг/л) ПДК – 2,0
2008	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,572	0,136	1,1	0,071	4,87
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,3	0,04	0,5	0,04	2,7
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,251	0,072	0,868	0,072	4,03
2009	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,773	0,145	1,26	0,325	4,23
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,1	0,012	0,56	0,092	2,26
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,388	0,068	1,76	0,315	3,93
2010	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,558	0,184	2,74	0,381	4,03
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,19	0,023	0,5	0,052	2,22
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,529	0,094	3,05	0,292	3,91
2011	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	1,1	0,096	0,942	0,285	4,22
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,08	0,01	0,88	0,07	2,11
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,601	0,063	0,702	0,249	3,92
2012	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,589	0,157	2,62	0,45	3,68
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,23	0,013	0,77	0,1	2,42
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,461	0,125	1,44	0,435	3,8
2013	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,262	0,1	1,72	0,435	3,68
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,08	0,04	1,77	0,083	2
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,239	0,061	1,64	0,407	3,49
2014	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,203	0,04	1,35	0,232	5,2
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,19	0,044	1,05	0,062	2,07
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,208	0,053	1,66	0,216	5,14
2015	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,269	0,04	0,726	0,285	5,16
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,17	0,01	1,04	0,09	2,1

	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,24	0,007	0,676	0,246	4,04
2016	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,295	0,043	0,65	0,241	4,53
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,1	0,01	0,74	0,11	2,11
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,327	0,045	0,448	0,237	3,88
2017	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,348	0,123	0,728	0,368	4,5
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,082	0,014	0,59	0,1	2,03
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,432	0,066	0,673	0,194	4,19
2018	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,958	0,256	1,21	0,219	4,76
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,09	0,03	0,54	0,1	2
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,57	0,184	0,934	0,222	4,63
2019	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,582	0,151	1,08	0,232	5,24
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,054	0,038	0,411	0,081	2,37
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,536	0,107	1,12	0,176	4,39
2020	Сев. Донец (6 км ниже г. Белгород)	0,648	0,270	2,22	0,511	5,6
	Сев. Донец (7 км выше г. Белгород)	0,063	0,014	0,397	0,114	2,27
	Сев. Донец (21 км ниже г. Белгород)	0,533	0,137	1,26	0,362	4,95

*Примечание – жирным шрифтом выделены концентрации элементов, превышающие ПДК р.х.

По данным таблицы 1 построены графики на рис. 1–5, показывающие пространственно-временную динамику по исследуемым загрязняющим веществам.

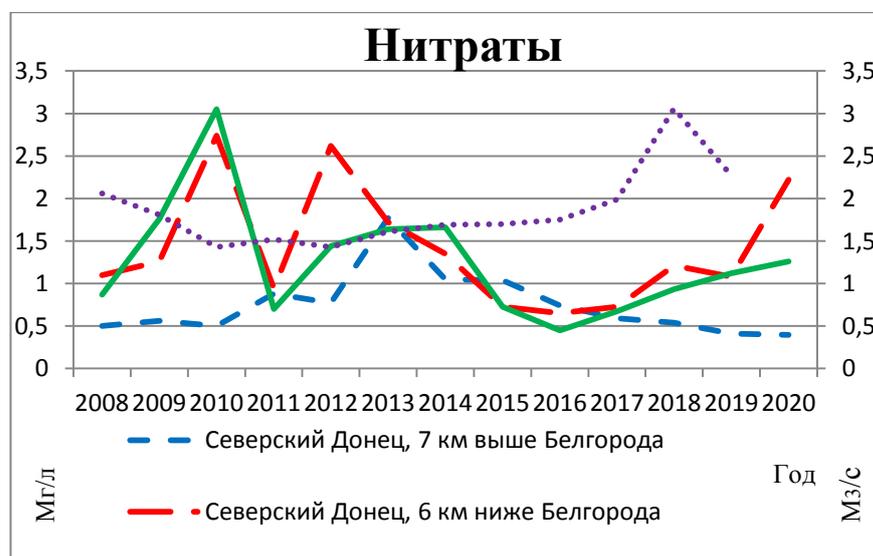


Рис. 1. Содержание нитратов в исследуемых створах Росгидромета на реке Северский Донец за 2008–2020 гг.

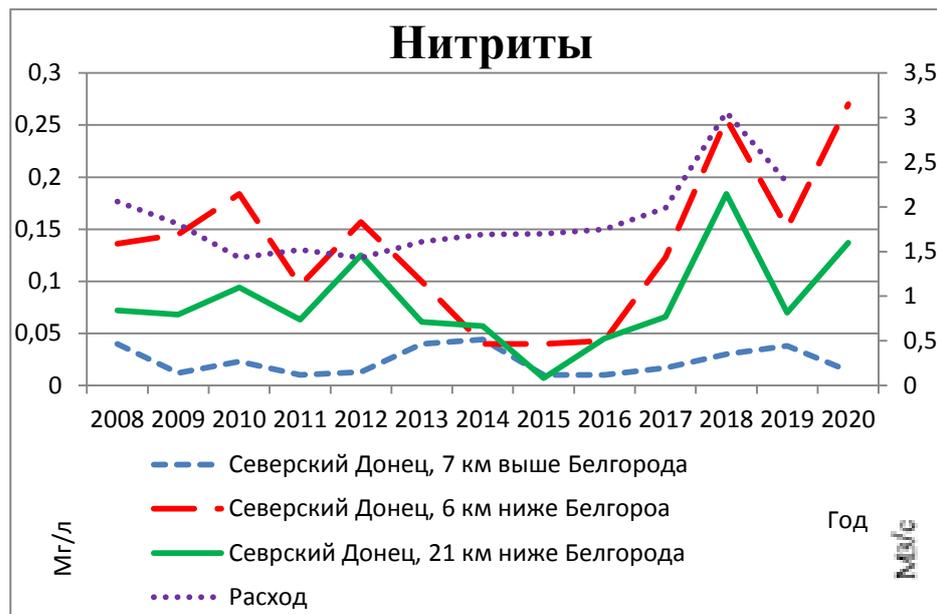


Рис. 2. Содержание нитритов в исследуемых створах Росгидромета на реке Северский Донец за 2008–2020 гг.

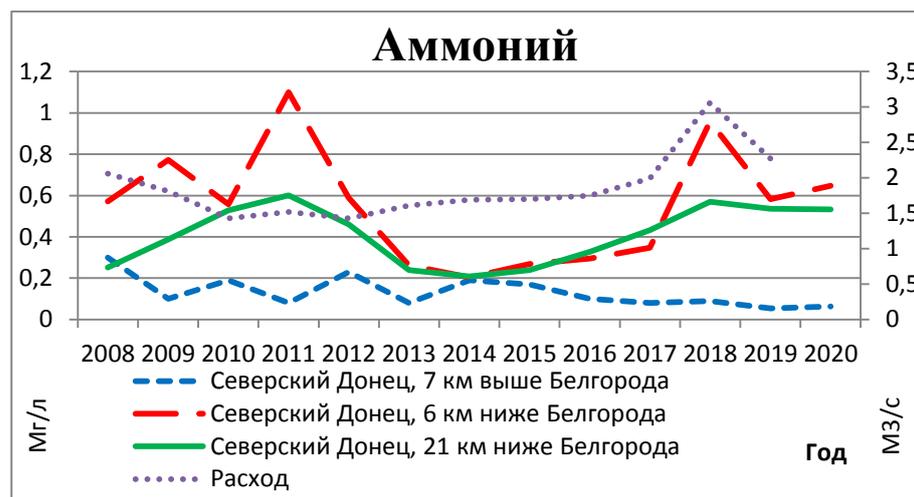


Рис. 3. Содержание солей аммония в исследуемых створах Росгидромета на реке Северский Донец за 2008–2020 гг.

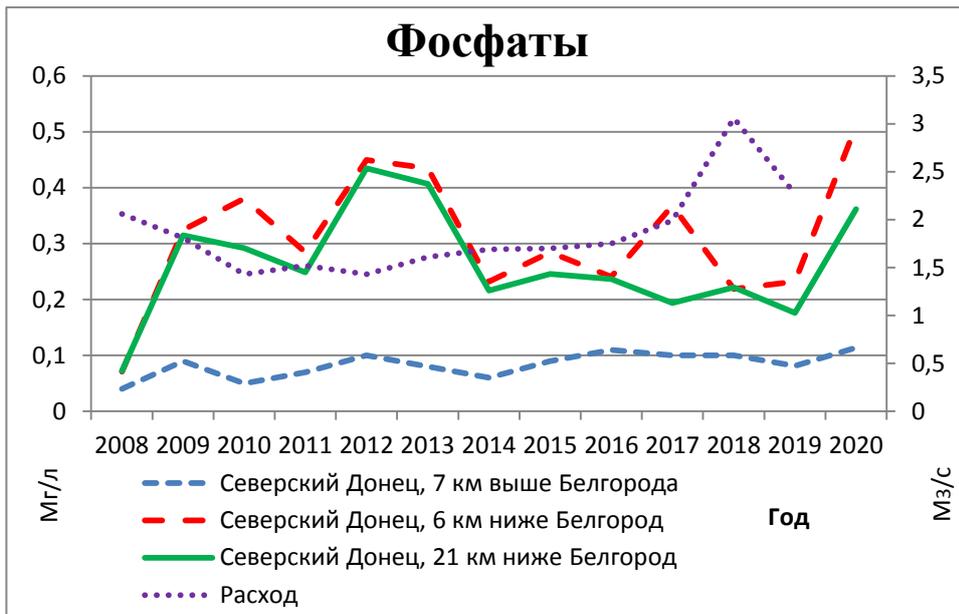


Рис. 4. Содержание фосфатов в исследуемых створах Росгидромета на реке Северский Донец за 2008–2020 гг.

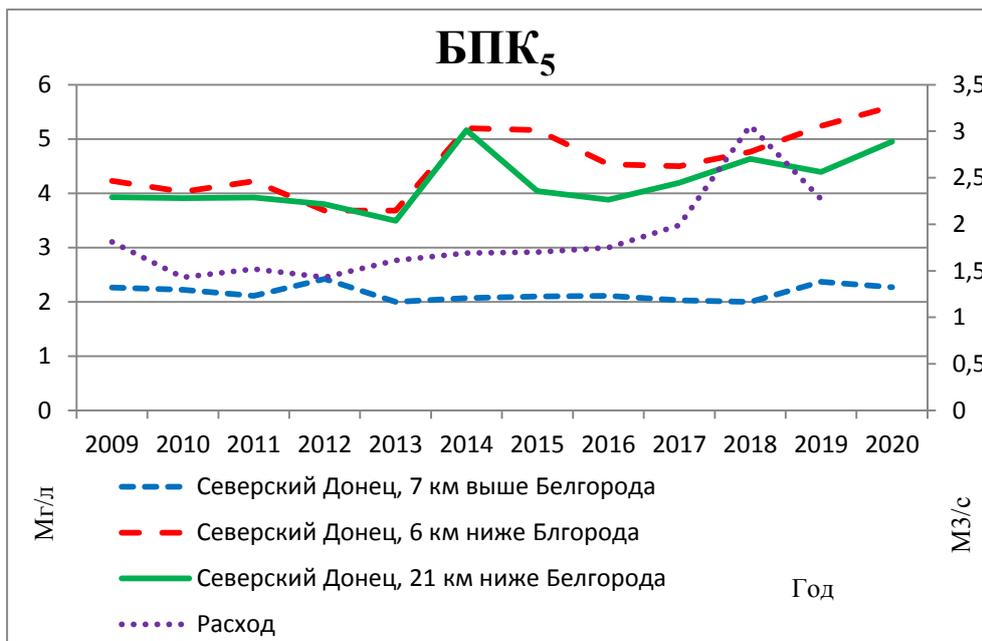


Рис. 5. Показатель БПК₅ в исследуемых створах Росгидромета на реке Северский Донец за 2008–2020 гг.

Как видно из рисунков 1–5, наблюдается дифференцированная динамика содержания загрязняющих веществ с отдельными пиковыми колебаниями в исследуемых створах, что визуально в какой-то мере может быть связано с динамикой расхода воды на реке Северский Донец.

Наблюдается возрастающий скачкообразный тренд по загрязняющим веществам за исключением нитратов. Также четко видно увеличение по показателю БПК₅. Самые высокие показатели биогенного загрязнения наблюдаются во втором створе, что связано с близостью города Белгорода и увеличением селитебной нагрузки. Далее к третьему створу показатели уменьшаются, что говорит об интенсивных процессах самоочищения реки.

Динамика гидроэкологического состояния р. Северский Донец представлена как навешуказанных графиках, так и на дендрограмме группировки среднегодовых гидроэкологических ситуаций (рис. 6), где на фоне повышенных значений расхода воды и некоторых гидрохимических показателей несколько выделяется гидроэкологическая ситуация за 2018 г.

Корреляционный анализ показателей содержания химических компонентов в реке Северский Донец позволяет выделить условный участок со сходной экологической обстановкой и общими процессами поступления биогенных веществ в отношении створов № 2 и № 3. Это объясняется тем, что эти створы находятся ниже г. Белгород по течению реки. При этом коэффициенты корреляции, представленные в таблице 2, имеют сильную взаимосвязь от 0,75 до 0,9.

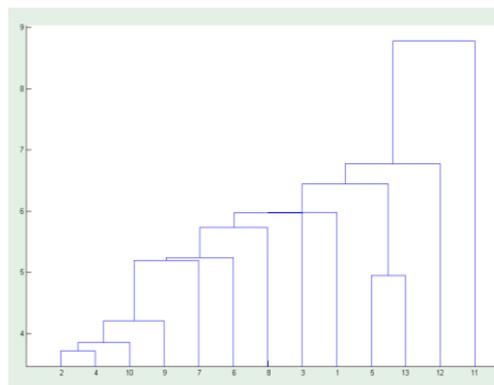


Рис. 6. Группировка среднегодовых гидроэкологических ситуаций на р. Северский Донец Белгородской области (с 1 по 13 год наблюдений за соответствующий период с 2008 по 2020 гг.)

Таблица 2

Коэффициенты корреляции показателей содержания загрязняющих веществ по отношению к показателям содержания этих же веществ в предыдущих створах

№/№ створов	БПК ₅	NH ₄	NO ₂	NO ₃	PO ₄
2/1	0,10	-0,17	0	-0,06	0,51
3/1	-0,09	-0,44	0,14	0,01	0,46
3/2	0,80	0,75	0,90	0,77	0,88

*Примечание: жирным шрифтом выделены зависимые и сильно зависимые соотношения

Выводы:

1. Основными вкладчиками в ухудшения гидроэкологической ситуации в бассейне реки на территории Белгородской области являются сельскохозяйственное производство и, в особенности, зоны городской и промышленной застройки г. Белгорода, о чем свидетельствуют результаты гидрохимического мониторинга в части азотного загрязнения реки.

2. Северский Донец является трансграничной рекой и после прохождения Белгородской области несёт свои воды на территорию соседней Украины, что делает мониторинг её гидроэкологического и гидрохимического состояния одной из наиболее важных задач.

3. Выявлена дифференцированная динамика содержания загрязняющих веществ с отдельными пиковыми колебаниями в исследуемых створах Росгидромета. Наблюдается возрастающий скачкообразный тренд по загрязнению реки аммонием, нитритами и фосфатами за исследуемый период.

4. Корреляционный анализ показателей содержания химических компонентов в реке Северский Донец позволяет выделить условный участок со сходной экологической обстановкой и общими процессами поступления биогенных веществ в отношении исследуемых створов № 2 и № 3, что связано с увеличением селитевой нагрузки (коэффициенты корреляции 0,75 до 0,9).

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Список источников

1. Киселев В. В., Курепина В. А., Корнилов А. Г. Динамика гидрохимических показателей малых рек в связи с внесением химических удобрений на сельскохозяйственные поля // Геология, география и глобальная энергия, 2020. № 2 (77). С. 102–110.
2. Петин А. Н., Петина М. А., Новикова Ю. И. Северский Донец: гидрологический режим и экологическое состояние вод: монография. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2014. 184 С.
3. Стороженко Е. А., Корнилов А. Г., Марынич С. Н. Пространственная динамика азотного загрязнения рек города Белгорода // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2018. Т. 42, № 3. С. 427–434.
4. Сыромятникова С. Н., Колмыков С. Н., Корнилов А. Г. 2012. Азотное загрязнение водных объектов Белгородской области в сельскохозяйственных и горнопромышленных районах // Научные ведомости БелГУ. Естественные науки. Белгород: Изд-во БелГУ. № 15 (20). 173–177.

References

1. Kiselev V. V., Kurepina V. A., Kornilov A. G. Dynamics of hydrochemical indicators of small rivers in connection with the introduction of chemical fertilizers in agricultural fields. *Geologiya, geografiya i Globalnaya energetika = Geology, Geography and Global Energy*, 2020; No. 2 (77):102-110. (In Russ.).
2. Petin A. N., Petina M. A., Novikova Yu. I. Seversky Donets: hydrological regime and ecological state of waters: monograph. Belgorod: Publishing House "Belgorod" NRU "BelGU", 2014(184). (In Russ.).
3. Storozhenko E. A., Kornilov A. G., Marynych S. N. Spatial dynamics of nitrogen pollution of Belgorod rivers. *Nauchnyy vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Yestestvennye nauki = Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Natural Sciences*. 2018; Vol.42;(3):427-434. (In Russ.).
4. Syromyatnikova S. N., Kolmykov S. N., Kornilov A. G. Nitrogen pollution of water bodies of the Belgorod region in agricultural and mining areas. *Nauchnyy vestnik BelGU. Yestestvennye nauki = Scientific bulletin of BelSU. Natural sciences. Belgorod: Publishing House of BelSU*. 2012;15(20):173-177. (In Russ.).

Информация об авторах

Е. А. Истомина – аспирант;
А. Г. Корнилов – доктор географических наук, профессор.

Information about the authors

E. A. Istomina – postgraduate student;
A. G. Kornilov – Doctor of Sciences (Geography), Professor

Статья поступила в редакцию 02.02.2022; одобрена после рецензирования 10.02.2022; принята к публикации 21.02.2022.

The article was submitted 02.02.2022; approved after reviewing 10.02.2022; accepted for publication 21.02.2022.