

УДК 556.535.8+556.164

DOI: 10.46698/v4085-2895-7461-d

Оригинальная статья

Влияние р. Северский Донец на ионный состав воды нижнего течения р. Дон

А.Д. Сазонов 

Гидрохимический институт, Россия, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198;
Южный научный центр Российской академии наук,
Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41,
e-mail: alexei.sazonow2016@ya.ru

Статья поступила: 23.09.2025, доработана: 10.11.2025, принята к публикации: 12.11.2025

Резюме: Актуальность работы. Нижнее течение р. Дон имеет важное хозяйственное значение на Юге России. Это диктует необходимость исследования наиболее значимых факторов воздействия на гидролого-гидрохимический режим реки. Река Северский Донец – самый крупный приток р. Дон, поэтому ее влияние на р. Дон представляет научный интерес и практическую значимость. **Цель исследования** – изучить влияние р. Северский Донец на трансформацию ионного состава воды р. Дон с современным периодом (2000–2024 гг.). **Методы.** Влияние р. Северский Донец на ионный состав воды р. Дон было оценено при сравнении многолетних гидрохимических данных пунктов наблюдений, расположенных выше и ниже впадения притока в р. Дон (г. Константиновск и г. Семикаракорск). Работа выполнена на основе данных Государственной наблюдательной сети Росгидромета о содержании в воде р. Дон главных ионов (по сумме), хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов, кальция, соединений магния, натрия и калия (по сумме) за период с 2000 по 2024 гг. Также были использованы материалы экспедиционных исследований об удельной электропроводности речной воды, измеренной с применением гидрологического зонда Fuscini FS080114 (экспедиция ЮНЦ РАН на НИС «Профессор Панов» в апреле 2025 г.). **Результаты.** В результате статистического анализа используемых материалов было выявлено влияние р. Северский Донец на увеличение в нижнем течении р. Дон показателя минерализации воды и содержания в ней хлоридов и кальция. Эти результаты были подтверждены экспедиционными материалами, которые свидетельствуют об увеличении удельной электрической проводимости воды в нижнем течении р. Дон. Ниже впадения притока также отмечалось изменение класса и группы вод (по классификации О.А. Алекина). Полученные результаты могут стать основой для проведения дополнительных исследований влияния р. Северский Донец на содержание в воде нижнего течения р. Дон других веществ.

Ключевые слова: минерализация, смешение вод, главные ионы, электропроводность, приток, р. Северский Донец.

Благодарности: Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН на 2025 г., № гос. рег. 125012100503-4.

Для цитирования: Сазонов А.Д. Влияние р. Северский Донец на ионный состав воды нижнего течения р. Дон. *Геология и геофизика Юга России*. 2025. 15(4): 249–258. DOI: 10.46698/v4085-2895-7461-d

DOI: 10.46698/v4085-2895-7461-d

Original paper

The influence of the Seversky Donets River on the ionic composition of the water in the lower reaches of the Don River

A.D. Sazonov 

Hydrochemical Institute, 198 Stachki Ave., Rostov-on-Don 344090,
Russian Federation;
Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences,
41 Chekhov Ave., Rostov-on-Don 344006, Russian Federation,
e-mail: alexei.sazonow2016@ya.ru

Received: 23.09.2025, revised: 10.11.2025, accepted: 12.11.2025

Abstract: Relevance. The lower reaches of the Don River are of great economic importance for Southern Russia. This necessitates the study of the most significant factors influencing the hydrological and hydrochemical regime of the river. The Seversky Donets River is the largest tributary of the Don River, so its impact on the Don River is of scientific interest and practical significance. **Aim.** The aim of the study is to study the impact of the Seversky Donets River on the transformation of the ionic composition of the Don River water in the modern period (2000–2024). **Methods.** The impact of the Seversky Donets River on the ionic composition of the Don River water was assessed by comparing long-term hydrochemical data from observation points located upstream and downstream of the tributary's mouth in the Don River (Konstantinovsk and Semikarakorsk). The work was based on the data of the State Observation Network of Roshydromet on the ion content in the water of the Don River main ions (in total), chlorides, sulfates, bicarbonates, calcium, magnesium, sodium and potassium compounds (in total) for the period from 2000 to 2024. The materials of expeditionary studies on the specific electrical conductivity of river water, measured using the Fuscin FS080114 hydrological probe (expedition of the Southern Scientific Center of the RAS on the research vessel "Professor Panov" in April 2025) were also used. **Results.** Statistical analysis of the used materials revealed the influence of the Seversky Donets River on the increase in water mineralization and the content of chlorides and calcium in the lower reaches of the Don River. These results were confirmed by the expeditionary data, which indicate an increase in the specific electrical conductivity of water in the lower reaches of the Don River. A change in the water class and group (according to O.A. Alekin's classification) was also noted below the tributary's confluence. The obtained results can serve as a basis for conducting additional research on the influence of the Seversky Donets River on the content of other substances in the water of the lower Don River.

Keywords: mineralization, water mixing, main ions, electrical conductivity, tributary, Seversky Donets River.

Acknowledgments: The publication was prepared within the framework of the State Assignment of the SSC RAS for 2025, No. 125012100503-4.

For citation: Sazonov A.D. The influence of the Seversky Donets River on the ionic composition of the water in the lower reaches of the Don River. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2025. 15(4): 249–258. DOI: 10.46698/v4085-2895-7461-d

Введение

Река Северский Донец – самый крупный приток р. Дон, впадающий в него в нижнем течении с правого берега на расстоянии 185 км от устья в пределах Ростовской области. Площадь водосборного бассейна р. Северский Донец составляет 23 %

от общей площади Донского бассейна [Лурье, Панов, 2018]. Бассейн р. Северский Донец расположен в пределах территории, испытывающей значительную антропогенную нагрузку. В результате поступления в речную сеть загрязненных подземных вод отмечалось увеличение минерализации воды и содержания в ней главных ионов из-за последствий угледобычи в Донецком угольном бассейне [Гавришин, 2019; Закруткин и др., 2022; Мохов, 2023; Сазонов, Закруткин, 2024; Kosolapov et al., 2018].

Начиная с 2007 г. по настоящее время наблюдается самый длительный за всю историю наблюдений маловодный период р. Дон, вызванный масштабными климатическими изменениями [Матишов, Григоренко, 2024; Georgiadi et al., 2023]. По причине сокращения водного стока в последние годы, особое внимание следует уделить наиболее значимым потенциальным источникам поступления растворенных веществ в реки, поскольку потенциал разбавления загрязняющих веществ в современных климатических условиях снижен [Michelle et al., 2023]. Целью настоящего исследования являлось изучение влияния р. Северский Донец на трансформацию ионного состава воды р. Дон в современный период (2000–2024 гг.).

Материалы и методы исследований

Материалами настоящей работы послужили первичные гидрохимические данные Государственной наблюдательной сети Росгидромета за период 2000–2024 гг. по данным пунктов наблюдений г. Константиновск и г. Семикаракорск, расположенных соответственно на расстоянии 18 км выше и 7 км ниже впадения р. Северский Донец в р. Дон (рис. 1).



Рис. 1. Схема участка впадения р. Северский Донец в р. Дон /
Fig. 1. Scheme of the confluence of the Seversky Donets river into the Don river

Общий объем первичных гидрохимических данных составил более 2300 определений о концентрациях в воде р. Дон суммарного содержания главных ионов (минерализация), сульфатов (SO_4^{2-}), хлоридов (Cl^-), гидрокарбонатов (HCO_3^-), соединений магния (Mg^{2+}), кальция (Ca^{2+}), суммы натрия и калия ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$).

Сравнительный статистический анализ гидрохимических данных производился с использованием критерия Вилкоксона [Hinton, 2024]. За порог статистической значимости принимался 5%-ный уровень ($p \leq 0,05$). Графическое отображение полученных результатов производилось в Microsoft Office Excel (версия Excel 2019).

Также в работе использованы материалы экспедиционных исследований: данные об удельной электропроводности (УЭ) воды, полученные в ходе экспедиционного рейса на НИС «Профессор Панов» 5 апреля 2025 г. с применением гидрологического зонда Fuscin FS080114.

Как известно, УЭ природной воды зависит от степени ее минерализации [Beygian et al., 2025; Ita, 2022; McCleskey et al., 2011; Pouchoulin et al., 2020]. Привлечение данных по показателю УЭ воды хорошо себя зарекомендовало с точки зрения изучения процессов смешивания вод различного происхождения [Aluwong et al., 2024; Horiguchi et al., 2023]. В 2024 году нами были проведены исследования УЭ воды нижнего течения р. Дон, в результате которых было показано, что в направлении вниз по течению реки наблюдается увеличение УЭ воды [Сазонов, Клещенко, 2025]. Полученные результаты согласовались с пространственной неоднородностью минерализации воды р. Дон, которая была изучена ранее с привлечением массива многолетних гидрохимических данных [Никаноров и др., 2004; Хованский, Приваленко, 1990]. Это подтверждает целесообразность использования показателя УЭ в контексте настоящей работы.

Результаты исследований и их обсуждения

При рассмотрении влияния водных объектов друг на друга целесообразно сопоставить их гидрологические параметры. Наблюдения за расходами воды в р. Северский Донец проводятся в г. Белая Калитва, р. Дон – в ст-це Раздорской (34 км ниже впадения притока). На гистограмме представлена информация об их водном стоке (рис. 2).

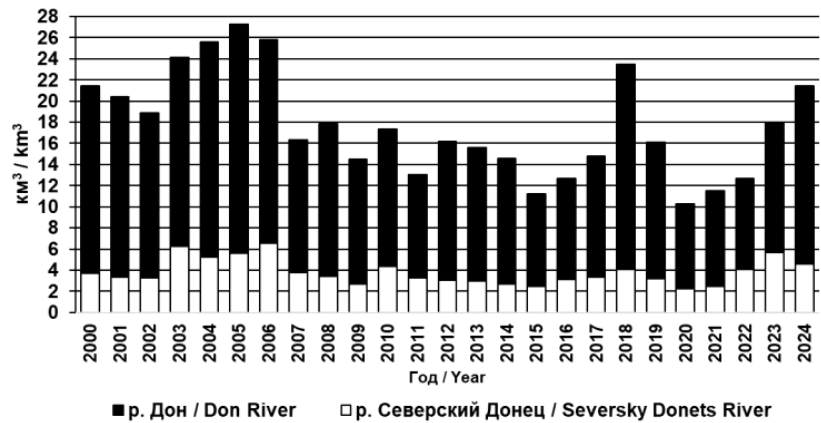


Рис. 2. Доля водного стока р. Северский Донец в водном стоке р. Дон /
Fig. 2. The share of water flow of the Seversky Donets river in the water flow of the Don river

Среднемноголетний водный сток р. Дон составлял 17,6 км³, р. Северский Донец – 3,8 км³: р. Северский Донец за последние десятилетия обеспечивала от 16 до 32 % водного стока нижнего течения р. Дон (в среднем 22 %). Дополнительно был рассчитан перенос веществ с водой р. Северский Донец по методике согласно РД 52.24.748-2010 (табл. 1). Полученные результаты характеризуют масштаб поступления веществ в р. Дон с водой притока.

Таблица 1 / Table 1

Перенос веществ в р. Северский Донец, тыс. тонн /
Transport of substances into the Seversky Donets river, thousand tons

Вещество / Dissolved substance	Период / Period	
	2001–2012 гг. / years	2013–2024 гг. / years
Сумма главных ионов / Main ions (by total)	5450	5115
Сульфаты / Sulfates	1639	1448

Гидрокарбонаты / Hydrocarbonates	1216	1115
Хлориды / Chlorides	980	994
Сумма натрия и калия / Sodium and potassium (in total)	733	866
Кальций / Calcium	657	461
Соединения магния / Magnesium compounds	225	231

Стоит отметить, что в 2001–2012 гг. среднемноголетний водный сток реки достигал 4,2 км³, в 2013–2024 гг. – 3,4 км³, что неоднозначно отразилось на изменении переноса вышеперечисленных веществ. Наблюдалось заметное сокращение переноса с водой р. Северский Донец главных ионов (по сумме), сульфатов и кальция. Транспорт суммы натрия и калия, напротив, возрос. Перенос гидрокарбонатов, хлоридов и соединений магния находился на относительно стабильном уровне.

Рассмотрим влияние р. Северский Донец на изменение ионного состава воды р. Дон. Ниже представлены результаты сопоставления среднемноголетних значений минерализации донской воды и содержания в ней главных ионов выше и ниже впадения притока (рис. 3). По итогам проведенного анализа было выявлено статистически значимое отличие содержания в воде суммы главных ионов (минерализация), хлоридов и кальция – их содержание в р. Дон после впадения притока возрастало.

Медианное значение минерализации воды по данным пункта наблюдений г. Константиновск за период 2000–2024 гг. составляло 593 мг/л, в г. Семикаракорск – 798 мг/л (на 35 % больше). Содержание в воде хлоридов отличалось на 31 % (99 и 133 мг/л), кальция – на 20 % (61 и 73 мг/л). Концентрации других веществ в значимой степени не отличались.

В качестве подтверждения представленных результатов дополнительно служат данные об УЭ воды, полученные в ходе экспедиции на 5 станциях (рис. 4).

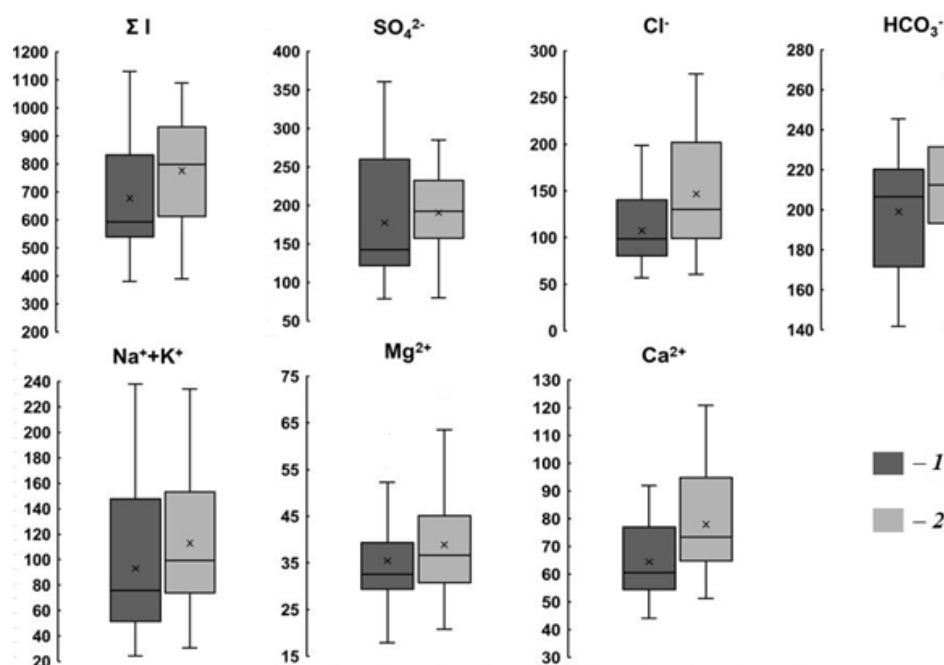


Рис. 3. Диаграммы размаха среднегодовых значений минерализации воды (ΣI) р. Дон и содержания в ней главных ионов выше (1) и ниже (2) впадения р. Северский Донец, мг/л /

Fig. 3. Diagrams of the range of average annual values of mineralization (ΣI) of the Don river water and the content of the main ions in it above (1) and below (2) the confluence of the Seversky Donets river, mg/l

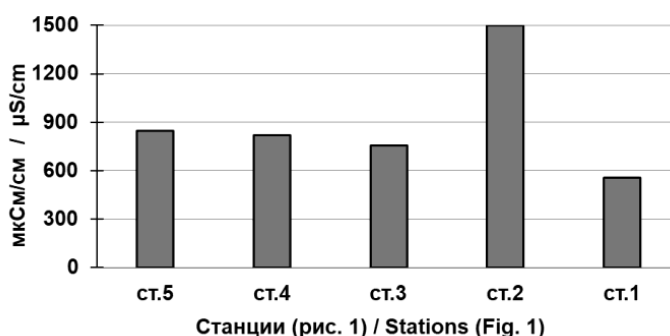


Рис. 4. Электропроводность воды в рр. Дон и Северский Донец /
Fig. 4. Electrical conductivity of water in the Don and Seversky Donets rivers

Измерение этого параметра в донской воде было проведено на станциях, расположенных на р. Дон и на устьевом участке р. Северский Донец (рис. 1). Было отмечено, что выше впадения притока УЭ донской воды (ст. 1) составляла 557 мкСм/см. УЭ воды р. Северский Донец была равна 1500 мкСм/см. Ниже впадения р. Северский Донец УЭ воды р. Дон поэтапно возрастала: на ст. 3 она составляла 758 мкСм/см, на ст. 4 – 819 мкСм/см, на ст. 5 – 847 мкСм/см, ниже впадения притока рассматриваемый показатель возрастал соответственно на 36, 47 и 52 %.

Постепенное увеличение электропроводности на фоне отсутствия каких-либо других крупных источников поступления главных ионов в р. Дон может указывать на поэтапный процесс перемешивания воды р. Северский Донец с водой р. Дон. Одним из факторов интенсивного перемешивания вод может служить Кочетовский гидроузел, расположенный на р. Дон (рис. 1).

Для оценки степени влияния притока на ионный состав р. Дон была также рассмотрена трансформация класса и группы донской воды выше и ниже впадения р. Северский Донец согласно общепринятой классификации О.А. Алекина [Алекин, 1953] (табл. 3).

Таблица 3 / Table 3

Классификация воды р. Дон по ионному составу выше и ниже впадения р. Северский Донец / Classification of water of the Don River by ionic composition above and below the confluence of the Seversky Donets river

Год / Year	Выше впадения / Above the confluence		Ниже впадения / Below the confluence	
	Класс / Class	Группа / Group	Класс / Class	Группа / Group
2000	SCl	CaMg	CCl	Ca
2001	C	MgCa	C	Ca
2002	SCl	NaCa	SCl	Na
2003	CCl	CaMg	SC	NaCa
2004	CS	Ca	SC	CaMg
2005	C	CaMg	CS	CaMg
2006	C	CaMg	CS	CaMg
2007	CS	Na	CS	Na
2008	CS	NaMg	S	Na
2009	CS	NaMg	SC	Na
2010	CS	CaMg	CS	CaNa

2011	CS	NaCa	SC	NaCa
2012	CIS	Na	SCl	NaMg
2013	S	Ca	SCl	NaCa
2014	S	Na	CIS	Na
2015	S	Na	CIS	Na
2016	S	Na	SCl	Na
2017	CS	Na	Cl	Na
2018	S	Na	CIS	Na
2019	S	Na	Cl	CaMg
2020	CIC	CaMg	ClC	CaMg
2021	Cl	CaMg	Cl	NaCa
2022	SCl	Mg	SCl	Na
2023	S	Na	CIC	Ca
2024	Cl	Na	SCl	CaNa

Согласно полученным результатам, наблюдалась трансформация ионного состава донской воды ниже впадения р. Северский Донец: изменение класса и группы вод (по среднегодовым значениям) отмечено в 92 % случаев, что свидетельствует о значительном влиянии притока. Осреднение данных за многолетние периоды позволяет сделать вывод, что в 2000–2012 гг. ионный состав воды ниже впадения притока изменялся от гидрокарбонатно-сульфатного класса кальциево-магниево-натриевой группы до сульфатно-гидрокарбонатного класса натриево-кальциево-магниево-натриевой группы, в 2013–2024 гг. – от сульфатно-хлоридного класса натриевой группы в сторону хлоридно-сульфатного класса натриево-кальциево-магниево-натриевой группы.

Выводы

1. За период с 2000 по 2024 гг. доля водного стока р. Северский Донец составляла в среднем 22 % от водного стока в нижнем течении р. Дон.
2. Результаты обработки многолетних гидрохимических данных свидетельствуют о влиянии р. Северский Донец на увеличение минерализации воды нижнего течения р. Дон (на 35 %) и содержания в ней хлоридов (на 31 %) и кальция (на 20 %).
3. Результаты экспедиционных исследований выявили влияние р. Северский Донец на увеличение удельной электропроводности воды нижнего течения р. Дон.
4. В 92 % случаев наблюдалась трансформация воды по ионному составу по классификации А.О. Алекина: изменялись класс и группа вод.

Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1953. – 296 с.
2. Гавришин А.И. Оценка качества химического состава поверхностных вод в восточном Донбассе. // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2019. – № 4. – С. 61–67. DOI: 10.31857/S0869-78092019461-67.
3. Закруткин В.Е., Гибков Е.В., Решетняк В.Н. Химический состав и некоторые особенности минералообразования в донных отложениях рек бассейна Северского Донца (в пределах Ростовской области). // Геология и геофизика Юга России. – 2022. – Т. 12. № 1. – С. 19–34. DOI: 10.46698/VNC.2022.20.40.002.
4. Лурье П.М., Панов В.Д. Река Дон: Гидрография и режим стока. Ростов н/Д: Донской издательский дом, 2018. – 592 с.

5. Матишов Г.Г., Григоренко К.С. Геоэкологический феномен в условиях маловодья и зарегулирования реки Дон. // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2024. – Т. 519. № 1. – С. 560–566. DOI: 10.31857/S2686739724110201.
6. Мохов А.В. Минерогенический аспект накопления сульфат- и гидрокарбонат-ионов в шахтных водах (на примере Восточного Донбасса). // Геология и геофизика Юга России. – 2023. – Т. 13. № 4. – С. 188–197. DOI: 10.46698/VNC.2023.97.79.015.
7. Никаноров А.М., Иваник В.М., Пирумова Е.И. Тенденции многолетних изменений солевого состава воды р. Дон в нижнем течении. // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 11. – С. 83–89.
8. Сазонов А.Д., Закруткин В.Е. Гидрохимические особенности реки Тузлов как индикатор последствий хозяйственной деятельности в Восточном Донбассе (Ростовская область). // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2024. – № 1. – С. 73–82. DOI: 10.31857/S0869780924010084.
9. Сазонов А.Д., Клещенков А.В. О результатах инструментальных измерений удельной электрической проводимости воды в нижнем течении р. Дон в 2024 г. // Астраханский вестник экологического образования. – 2025. – № 2(86). – С. 21–24. DOI: 10.36698/2304-5957-2025-2-21-24.
10. Хованский А.Д., Приваленко В.В. Геохимическая оценка состояния речной системы Нижнего Дона. Ростов н/Д: Издательство Ростовского университета, 1990. – 144 с.
11. Aluwong K.C., Hashim M.H.M., Ismail S., Shehu S.A. Modeling pH changes and electrical conductivity in surface water as a result of mining activities. // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. – 2024. – No. 1. – pp. 122–131. DOI: 10.33271/nvngu/2024-1/122.
12. Beygian A.M., Alamdari E.K., Kargari A. Ion concentrations models utilizing convenient pH and electrical conductivity measurements. // *Journal of Molecular Liquids*. – 2025. – Vol. 427. – Art. No. 127444. DOI: 10.1016/j.molliq.2025.127444.
13. Georgiadi A.G., Milyukova I.P., Borodin O.O., Gusarov A.V. Water flow changes in the Don River (European Russia) during 1891–2019. // *Geography, Environment, Sustainability*. – 2023. – Vol. 16. No. 2. – pp. 6–17. DOI: 10.24057/2071-9388-2022-083.
14. Hinton P.R. *Statistics explained*. – Routledge. Taylor & Francis Group, 2024. – 358 p.
15. Horiguchi H., Shigemura K., Kitakawa M., Nakazawa M., Noyori T., Inoue M., Onishi R., Moriwaki M., Yoshimura C., Kobayashi M., Suzuki T. Electrical conductivity as an indicator to assess the suitability of river water for recreational use. // *Journal of Water and Environment Technology*. – 2023. – Vol. 21. No. 4. – pp. 204–212. DOI: 10.2965/jwet.22-127.
16. Kosolapov A.E., Usova E.V., Lysenko V.S., Krasnov V.P. 15-year dynamics of nitrate and ammonium ion concentrations in Seversky Donets river, Azov sea basin. // *International Journal of Environmental Research*. – 2018. – Vol. 12. No. 6. – pp. 921–927. DOI: 10.1007/s41742-018-0147-2.
17. Ita Eregho U. Relationship between electrical conductivity and some mineral composition of Benin Rivers. // *Pakistan Journal of Scientific & Industrial Research Series A: Physical Sciences*. – 2022. – Vol. 65. No. 2. – pp. 104–111.
18. McCleskey R.B., Nordstrom D.K., Ryan J.N. Electrical conductivity method for natural waters. // *Applied Geochemistry*. – 2011. – Vol. 26. – pp. 227–229. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2011.03.110.
19. Michelle T.H. van Vliet, Thorslund J., Strokal M., Hofstra N., Florke M., Macedo H.E., Nkwasa A., Tang T., Kaushal S.S., Kumar R., A. van Griensven, Bouwman L., Mosley L.M. Global river water quality under climate change and hydroclimatic extremes. // *Nature Reviews Earth & Environment*. – 2023. – Vol. 4. No. 10. – pp. 687–702. DOI: 10.1038/s43017-023-00472-3.
20. Pouchoulin S., Coz J. Le., Mignot E., Gond L., Riviere N. Predicting transverse mixing efficiency downstream of a river confluence. // *Water Resources Research*. – 2020. – Vol. 56. No. 10. – Art. No. e2019WR026367. DOI: 10.1029/2019WR026367.

References

1. Alekin O.A. Basics of Hydrochemistry. Leningrad. Hydrometeorological Publishing House. 1953. 296 p. (In Russ.)
2. Gavrishin A.I. Evaluation of chemical composition quality of surface water in the Eastern Donbass. *Geoecology. Engineering Geology, Hydrogeology, Geocryology*. 2019. No. 4. pp. 61–67. DOI: 10.31857/S0869-78092019461-67. (In Russ.)
3. Zakrutkin V.E., Gibkov E.V., Reshetnyak V.N. Chemical composition and certain features of mineral formation in the river sediments of the Seversky Donets River basin (within the Rostov region). *Geology and Geophysics of Russian South*. 2022. Vol. 12. No. 1. pp. 19–34. DOI: 10.46698/VNC.2022.20.40.002. (In Russ.)
4. Lurye P.M., Panov V.D. The Don River: Hydrography and flow regime. Rostov-on-Don. Don Publishing House. 2018. 592 p. (In Russ.)
5. Matishov G.G., Grigorenko K.S. Geoecological phenomenon in the lack of water conditions and regulation of the Don River. *Reports of the Russian Academy of Sciences. Earth Sciences*. 2024. Vol. 519. No. 1. pp. 560–566. DOI: 10.31857/S2686739724110201. (In Russ.)
6. Mokhov A.V. Mineragenic aspect of the accumulation of sulfate and hydrocarbonate ions in mine waters (on the example of Eastern Donbass). *Geology and Geophysics of Russian South*. 2023. Vol. 13, No. 4. pp. 188–197. DOI: 10.46698/VNC.2023.97.79.015. (In Russ.)
7. Nikanorov A.M., Ivanik V.M., Pirumova E.I. Trends in long-term changes in the salt composition of the Don River water in the lower reaches. *Meteorology and Hydrology*. 2004. No. 11. pp. 83–89. (In Russ.)
8. Sazonov A.D., Zakrutkin V.E. Hydrochemical features of the Tuzlov River as an indicator of the consequences of economic activity in the Eastern Donbass (Rostov Region). *Geoecology. Engineering Geology, Hydrogeology, Geocryology*. 2024. No. 1. pp. 73–82. DOI: 10.31857/S0869780924010084. (In Russ.)
9. Sazonov A.D., Kleshchenkov A.V. On the results of instrumental measurements of the specific electrical conductivity of water in the lower reaches of the Don River in 2024. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*. 2025. No. 2(86). pp. 21–24. DOI: 10.36698/2304-5957-2025-2-21-24. (In Russ.)
10. Khovansky A.D., Privalenko V.V. Geochemical assessment of the state of the Lower Don river system. Rostov-on-Don. Rostov University Publishing House. 1990. 144 p. (In Russ.)
11. Aluwong K.C., Hashim M.H.M., Ismail S., Shehu S.A. Modeling pH changes and electrical conductivity in surface water as a result of mining activities *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2024. No. 1. pp. 122–131. DOI: 10.33271/nvngu/2024-1/122.
12. Beygian A.M., Alamdari E.K., Kargari A. Ion concentrations models utilizing convenient pH and electrical conductivity measurements. *Journal of Molecular Liquids*. 2025. Vol. 427. Art. No. 127444. DOI: 10.1016/j.molliq.2025.127444.
13. Georgiadi A.G., Milyukova I.P., Borodin O.O., Gusarov A.V. Water flow changes in the Don River (European Russia) during 1891–2019. *Geography, Environment, Sustainability*. 2023. Vol. 16. No. 2. pp. 6–17. DOI: 10.24057/2071-9388-2022-083.
14. Hinton P.R. *Statistics explained*. Routledge Taylor & Francis Group. 2024. 358 p.
15. Horiguchi H., Shigemura K., Kitakawa M., Nakazawa M., Noyori T., Inoue M., Onishi R., Moriwaki M., Yoshimura C., Kobayashi M., Suzaki T. Electrical conductivity as an indicator to assess the suitability of river water for recreational use. *Journal of Water and Environment Technology*. 2023. Vol. 21. No. 4. pp. 204–212. DOI: 10.2965/jwet.22-127.
16. Kosolapov A.E., Usova E.V., Lysenko V.S., Krasnov V.P. 15-year dynamics of nitrate and ammonium ion concentrations in Seversky Donets river, Azov sea basin. *International Journal of Environmental Research*. 2018. Vol. 12. No. 6. pp. 921–927. DOI: 10.1007/s41742-018-0147-2.
17. Ita Eregho U. Relationship between electrical conductivity and some mineral composition of Benin Rivers. *Pakistan Journal of Scientific & Industrial Research Series A: Physical Sciences*. 2022. Vol. 65. No. 2. pp. 104–111.

18. McCleskey R.B., Nordstrom D.K., Ryan J.N. Electrical conductivity method for natural waters. *Applied Geochemistry*. 2011. Vol. 26. pp. 227–229. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2011.03.110.
19. Michelle T.H. van Vliet, Thorslund J., Strokal M., Hofstra N., Flörke M., Macedo H.E., Nkwasa A., Tang T., Kaushal S.S., Kumar R., A. van Griensven, Bouwman L., Mosley L.M. Global river water quality under climate change and hydroclimatic extremes. *Nature Reviews Earth & Environment*. 2023. Vol. 4. No. 10. pp. 687–702. DOI: 10.1038/s43017-023-00472-3.
20. Pouchoulin S., Coz J. Le., Mignot E., Gond L., Riviere N. Predicting transverse mixing efficiency downstream of a river confluence. *Water Resources Research*. 2020. Vol. 56. No. 10. Art. No. e2019WR026367. DOI 10.1029/2019WR026367.