

Научная статья
УДК 556.114[282.247.346]
EDN SZZDMX

Гидрохимическое состояние вод рек Салгир и Биюк-Карасу (полуостров Крым) в летний сезон 2023 года

Н. П. Ковригина *, Д. С. Борисова, С. В. Овечко, В. И. Рябушко

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

** e-mail: npkovrigina@yandex.ru*

Аннотация

Приведены гидрохимические характеристики вод рек Салгир и Биюк-Карасу в летний период при возрастающей антропогенной нагрузке. Получены данные о содержании растворенного кислорода, биохимическом потреблении кислорода на пятые сутки, перманганатной окисляемости в щелочной среде, концентрации кремния, минеральных и органических форм азота и фосфора. Пробы отобраны в июле, августе и сентябре 2023 г. в Симферопольском, Красногвардейском, Нижнегорском и Белогорском районах Республики Крым. Анализы выполнены согласно общепринятой методике. Оценено соответствие полученных результатов по гидрохимическим показателям нормативным требованиям к качеству вод. Отмечен высокий уровень содержания кислорода на всех участках; биохимическое потребление кислорода на пятые сутки изменялось от 0.98 до 3.34 мг/л (с. Молочное) и превышало норматив для водных объектов рыбохозяйственного значения максимум в 1.6 раза, значения окисляемости превышали предельно допустимые показатели в 2–4 раза. Концентрации минеральных форм азота не превышали предельно допустимую концентрацию, кроме нитритов (максимальное превышение в 2.8 раза). Зафиксировано также превышение предельно допустимой концентрации фосфатов в районах с. Новогригорьевка и с. Молочного (максимум в 5.6 раза). Результаты исследований позволяют выделить наиболее загрязненные районы, такие как с. Молочное и с. Новогригорьевка.

Ключевые слова: гидрохимические показатели, биогенные вещества, качество вод, антропогенная нагрузка, река Салгир, Крым

Благодарности: работа выполнена по темам НИЦ ПСГ 102320600002-2-1.6.17 «Изучение особенностей структуры и динамики пресноводных экосистем Северного Причерноморья» и ФИЦ ИнБЮМ 1023032700554-2-1.6.16 (FNNZ-2024-0032) «Комплексное исследование механизмов функционирования морских биотехнологических комплексов с целью получения биологически активных веществ из гидробионтов».

Для цитирования: Гидрохимическое состояние вод рек Салгир и Биюк-Карасу (полуостров Крым) в летний сезон 2023 года / Н. П. Ковригина [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2024. № 3. С. 139–148. EDN SZZDMX.

© Ковригина Н. П., Борисова Д. С., Овечко С. В., Рябушко В. И., 2024



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

Hydrochemical State of the Waters of the Salgir and Biyuk-Karasu Rivers (Crimean Peninsula) in Summer 2023

N. P. Kovrigina *, D. S. Borisova, S. V. Ovechko, V. I. Ryabushko

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia

*e-mail: npkovrigina@yandex.ru

Abstract

The paper studies hydrochemical characteristics of waters of the Salgir and Biyuk-Karasu Rivers in summer, when the anthropogenic load is increased. Data were obtained on dissolved oxygen concentration, five-day biochemical oxygen demand (BOD₅), alkaline permanganate oxidizability, concentrations of silicate, mineral and organic forms of nitrogen and phosphorus. The samples were collected in July, August and September 2023 in Simferopol and in the Krasnogvardeisk, Nizhnegorsk and Belogorsk regions in the Republic of Crimea. The analyses were performed according to the generally accepted methods. Compliance of the obtained results on hydrochemical indicators with water quality regulations was assessed. A high level of oxygen content was noted at all stations. BOD₅ values varied from 0.98 to 3.34 mg/L (the village of Molochnoye) and exceeded the limit for fisheries by up to 1.6 times. The oxidizability values exceeded the maximum allowable value by 2 to 4 times. The concentrations of the mineral forms of nitrogen did not exceed maximum permissible concentrations, except for nitrite concentration (maximum exceedance by 2.8 times). The phosphate concentration exceeded the maximum permissible concentrations near the villages of Novogrigoryevka and Molochnoye (maximum by up to 5.6). The study results allow determining the areas of Molochnoye and Novogrigoryevka as most polluted.

Keywords: hydrochemical characteristics, nutrients, anthropogenic load, water quality, Salgir river, Crimea

Acknowledgments: The work was supported within the governmental research assignment of Research Center for Freshwater and Saltwater Hydrobiology no. 102320600002-2-1.6.17 “Study of features of the structure and dynamics in freshwater ecosystems of the Northern Black Sea region” and partially within the governmental research assignment of IBSS of RAS 1023032700554-2-1.6.16 (FNNZ-2024-0032) “Integrated study of mechanisms of functioning of marine biotechnological complexes for the purpose of obtaining biologically active substances from hydrobionts”.

For citation: Kovrigina, N.P., Borisova, D.S., Ovechko, S.V. and Ryabushko, V.I., 2024. Hydrochemical State of the Waters of the Salgir and Biyuk-Karasu Rivers (Crimean Peninsula) in Summer 2023. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (3), pp. 139–148.

Введение

Река Салгир – самая крупная водная система п-ова Крым. В половодье ее воды впадают в залив Сиваш Азовского моря. Научные исследования р. Салгир и ее бассейна были начаты в конце XIX в. ¹⁾ Результаты экспедиционных исследований р. Салгир и ее притока Биук-Карасу описаны в работе ²⁾.

¹⁾ Головкинский Н. А. Источники Чатырдага и Бабугана. Симферополь : Тип. Спири, 1893. 35 с.

²⁾ Кочерин Д. И. Речной сток в верховьях Салгира до Симферополя (главнейшие выводы) // Материалы по водному хозяйству Крыма. Симферополь : 1-я Гос. типо-лит, 1922. Вып. 2. 8 с.

В 1961 г. информация о бассейне р. Салгир была представлена в работе М. Е. Миллера [1] в связи со строительством Симферопольского водохранилища и Салгирской оросительной системы. Изучение естественных ландшафтов и природопользования бассейна р. Салгир, а также обоснование мероприятий, обеспечивающих количество и качество водных ресурсов бассейна, проводила А. М. Власова [2]. В работе рассмотрены основные источники загрязнения бассейна р. Салгир и выделены участки бассейна с устойчивым и неустойчивым экологическим состоянием. Анализ факторов формирования водных ресурсов р. Салгир в условиях изменяющегося климата и антропогенного влияния представлен в работах Е. А. Позаченюк с соавторами [3].

Наибольший вклад в загрязнение акватории рек Салгир и Биюк-Карасу вносят промышленные и коммунально-бытовые стоки города Симферополя и его пригородов. Это обусловлено сочетанием таких факторов, как скопление промышленных объектов, высокая плотность застройки, разветвленная транспортная и коммунальная инфраструктура и т. п. В работе Н. М. Иванютина с соавторами [4] показано, что основные загрязняющие вещества, выявленные в рамках исследования речного стока, по которым были получены превышения ПДК, – нефтепродукты, азот аммонийный, нитриты, нитраты, фосфаты, железо, кадмий, марганец, свинец, цинк. Кроме того, был превышен норматив БПК₅.

Основными проблемами вод р. Салгир Н. М. Иванютин с соавторами [5] считают возрастающий водоотбор из реки и сброс недостаточно очищенных сточных, а также дождевых и талых вод. Согласно исследованиям Е. Ю. Кузнецовой [6], список загрязнителей поверхностных вод дополнен такими источниками, как отстойники промышленных отходов и животноводческие фермы. Выявлена тенденция к увеличению в поверхностных водах р. Салгир содержания нитритов, фосфатов и азота аммонийного. Постепенное увеличение содержания нитритов можно объяснить тем, что в результате процесса нитрификации аммиак переходит в нитриты. Обнаружено превышение ПДК азота аммонийного. Экологическое состояние реки авторы считают неудовлетворительным.

В работе Г. А. Киселевой [7] на основе мониторинговых гидрохимических показателей (растворенный кислород, БПК₅ и др.), которые полностью соответствуют характерным сменам бентосных организмов, на р. Салгир выделены шесть участков с различной степенью антропогенного воздействия. Установлено, что в результате интенсивной антропогенной деятельности биоценозы реки сильно преобразованы. На сегодняшний день можно констатировать исчезновение в р. Салгир ряда видов беспозвоночных, которые были зарегистрированы ранее.

В целом, по данным Л. В. Малаховой с соавторами [8], вода р. Салгир характеризуется как «грязная» по классификации качества поверхностных вод Российской Федерации ³⁾, а по БПК и химическому потреблению кислорода, которые являются интегральными показателями содержания легкоокисляемого органического вещества, вода реки в районе с. Двуречного –

³⁾ Доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Крым в 2022 г. Симферополь : ООО «Принт», 2023. 448 с.

«очень загрязненная»⁴⁾. В указанных выше работах гидрохимическим характеристикам воды уделено недостаточное внимание, поэтому в нашей работе мы проводим классификацию уровня загрязненности вод р. Салгир на основе гидрохимического анализа материала.

Целью данной работы является анализ новых данных гидрохимических показателей воды рек Салгир и Биюк-Карасу в летний период, когда на акваторию возрастает антропогенная нагрузка.

Материалы и методы

Для оценки гидрохимического состояния вод р. Салгир и ее наиболее полноводного притока – р. Биюк-Карасу – в июле, августе и сентябре 2023 г. проведены исследования на четырех участках реки от верховья р. Салгир до ее устья и на трех участках р. Биюк-Карасу по основному течению до устья (рисунок).

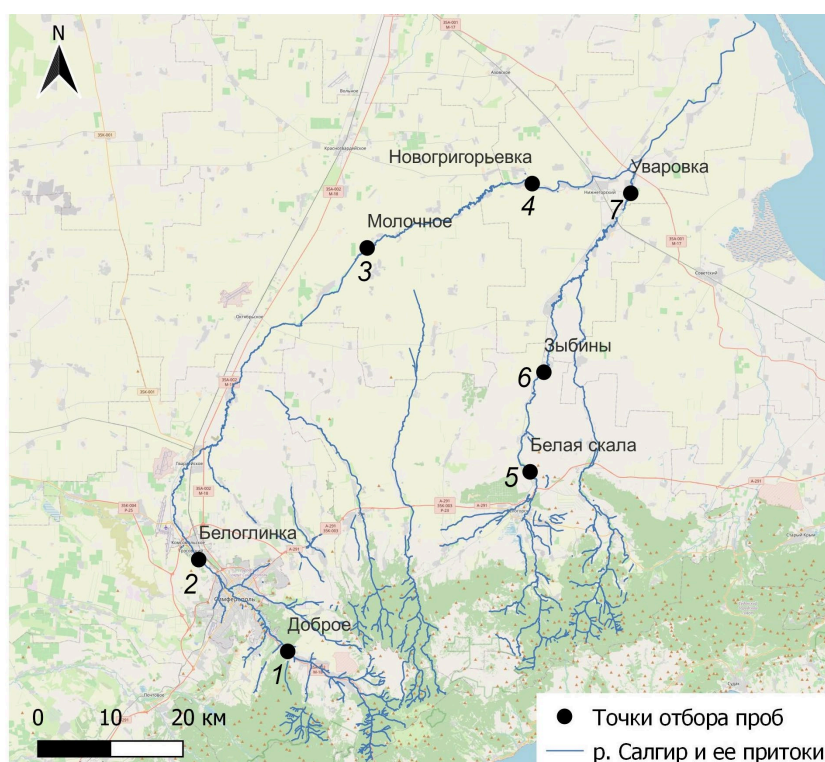


Схема расположения станций отбора проб воды на р. Салгир и ее притоке Биюк-Карасу

Map of water sampling stations on the Salgir River and its tributary Biyuk-Karasu

⁴⁾ Качество поверхностных вод Российской Федерации. Информация о наиболее загрязненных водных объектах Российской Федерации (приложение к Ежегоднику за 2020 г.) / под ред. М. М. Трофимчука. Ростов-на-Дону : Росгидромет, 2021. 160 с.

На р. Салгир пробы отбирали выше Симферопольского водохранилища (с. Доброе, ст. 1) на станции с предполагаемо низким антропогенным влиянием, ниже г. Симферополя (с. Белоглинка, ст. 2) на станции с высокой антропогенной нагрузкой, ниже по течению реки в развитом сельскохозяйственном районе, после разветвленной сети ставков по разведению рыбы (с. Молочное, ст. 3), и ближе к устью, в районе, где находятся сельскохозяйственные угодья, а также развито животноводство (с. Новогригорьевка, ст. 4). На р. Биюк-Карасу пробы отбирали ниже Белогорска (с. Белая Скала, ст. 5) в зоне расположения фруктовых садов, далее ниже по течению реки в районе выращивания зерновых культур (с. Зыбины, ст. 6) и ближе к устью после поселка, где расположены животноводческая ферма и комбикормовый завод (с. Уваровка, ст. 7). Пробы отбирали на поверхности в трех повторностях, всего отобрано 45 проб, выполнено 405 гидрохимических анализов.

В пробах определяли следующие показатели: растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода на пятые сутки (БПК₅), перманганатную окисляемость в щелочной среде, силикаты, минеральные и органические формы азота и фосфора. Анализы выполняли согласно общепринятым методам^{5), 6)}. Содержание кислорода определяли по методу Винклера, биогенные элементы – фотометрически. Фосфаты определяли методом Морфи и Райли; нитриты – фотометрически, нитраты – восстановлением нитратов до нитритов с помощью омедненного кадмия, азот аммонийный – методом Гроссгофа – Юхансона, кремний – методом Королева.

Результаты и обсуждение

Концентрация растворенного кислорода в воде рек Салгир и Биюк-Карасу (таблица) в июле изменялась от 5.30 (с. Новогригорьевка) до 6.57 мл/л (с. Белоглинка); в августе – от 5.48 (с. Молочное) до 7.12 мл/л (с. Доброе и с. Белоглинка). В сентябре диапазон изменчивости составлял 6.09–7.66 мл/л. Минимальное содержание кислорода зафиксировано у с. Уваровка, а максимальное – у с. Новогригорьевка. В целом концентрация кислорода в воде р. Салгир и ее притока Биюк-Карасу высокая, даже его минимальное содержание выше ПДК по рыбохозяйственным нормам⁷⁾ на 1.3 мл/л.

Для характеристики загрязненности вод изучаемых участков реки использованы такие показатели, как БПК₅ и перманганатная окисляемость в щелочной среде. Первый показатель отражает загрязнение среды нестойким органическим веществом, второй указывает на степень загрязнения вод стойким органическим веществом. В июле значения БПК₅ изменялись от 0.98 (с. Белая Скала) до 3.34 мг/л (с. Молочное). При этом максимальные значения БПК₅

⁵⁾ Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана / под ред. В. В. Сапожникова. Москва : Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.

⁶⁾ The permanganate index and permanganate value tests for waters and effluents 1983. London : HMSO, 1984. 21 p.

⁷⁾ Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 № 552.

Основные гидролого-гидрохимические показатели воды рек Салгир и Биюк-Карасу в июле – сентябре 2023 г.

The main hydrological and hydrochemical parameters of the Salgir and Biyuk-Karasu Rivers in July–September 2023

Дата отбора / Sampling date	Номер станции / Station number	T, °C	O ₂ , мл/л / O ₂ , mL/L	БПК ₅ , мг/л / BOD ₅ , mg/L	Концентрация, мкг/л / Concentration, µg/L					Окисляемость, мгО/л / Oxidizability, mgO/L
					NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Si	
<i>Июль / July</i>										
06.07.23	1	22.5	6.57	1.67	23.0	964	56.7	15	2186	4.56
06.07.23	2	23.0	5.42	1.90	15.7	986	35.2	31	2303	3.88
18.07.23	3	23.5	5.37	3.34	49.4	944	54.3	687	4881	5.86
18.07.23	4	25.0	5.30	1.63	39.0	962	41.4	612	5708	6.26
26.07.23	5	22.0	5.82	0.98	16.2	967	35.7	3	1920	4.16
27.07.23	6	23.5	5.70	1.03	10.3	1013	25.2	10	2373	3.58
27.07.23	7	26.5	6.50	1.91	3.7	848	39.4	8	2739	5.12
<i>Август / August</i>										
03.08.23	1	24.0	7.12	2.42	23.7	3500	336.0	45	3690	7.90
03.08.23	2	21.5	7.12	2.35	31.8	7328	63.0	46	4300	8.95
09.08.23	3	21.6	5.48	2.26	23.0	6930	31.0	1120	2660	7.27
09.08.23	4	25.3	6.71	2.57	6.2	3767	204.0	612	6370	5.63
<i>Сентябрь / September</i>										
13.09.23	5	18.2	6.09	н. о. / ND	2.2	2804	18.9	9	1263	н. о. / ND
14.09.23	6	17.3	6.41	н. о. / ND	21.2	5629	29.9	22	875	н. о. / ND
20.09.23	3	18.0	7.08	н. о. / ND	44.7	2766	54.1	614	4142	5.85
20.09.23	4	19.2	7.66	н. о. / ND	55.9	2518	45.2	64	8196	3.28

Примечание: н. о. – не определяли. ПДК O₂ – 4.20 мкг/л; ПДК NO₂⁻ – 20.0 мкг/л; ПДК NO₃⁻ – 9000 мкг/л; ПДК NH₄⁺ – 390 мкг/л. Норматив БПК₅ – 2.1 мг/л; норматив окисляемости – 4.00 мгО/л.

Note: ND – not determined. MAC O₂ – 4.20 µg/L; MAC NO₂⁻ – 20.0; MAC NO₃⁻ – 9000 µg/L; NH₄⁺ – 390 µg/L. Limit for 5-day biochemical oxygen demand (BOD₅) – 2.1 mg/L; limit for oxidizability – 4.00 mgO/L.

превышали норматив (2.1 мгО/л) в 1.6 раз. В июле превышение норматива отмечено только один раз; в августе и сентябре превышение было постоянным (максимальное – в 1.3 раза). Согласно комплексно-экологической классификации качества поверхностных вод⁸⁾, воды р. Салгир в июле по значениям БПК₅ можно отнести к удовлетворительно-чистым (3-й класс качества воды), а в августе и сентябре – к загрязненным (4-й класс).

Окисляемость воды изменялась от 3.58 до 20.10 мгО/л. Минимальное значение отмечено в июле (с. Зыбины), максимальное – в сентябре (с. Молочное). В июле средняя окисляемость превышала ПДК (4.0 мгО/л) по рыбохозяйственным нормативам в 1.6, в августе – в 1.9, в сентябре – в 4.8 раза. По окисляемости воды реки Салгир и Биюк-Карасу в июле относились ко 2-му классу качества, что соответствует чистой воде⁸⁾, но уже в августе – к 3-му классу и соответствовали удовлетворительно чистым водам, а в сентябре это были уже загрязненные воды 4-го класса качества. Таким образом, по окисляемости отмечено ухудшение качества речной воды с июля по сентябрь вследствие повышения антропогенного воздействия и рекреационной нагрузки.

Формы азота

Концентрации нитритного азота воды в водах рек Салгир и Биюк-Карасу изменялись в пределах от 2.2 до 55.9 мкг/л; минимальные и максимальные значения отмечены в сентябре (села Уваровка и Новогригорьевка соответственно). Повышенные концентрации NO₂⁻ (49.4 и 44.7 мкг/л) зафиксированы у с. Молочного в июле и сентябре. Превышение ПДК (20 мкг/л) отмечено на трех из семи станций в июле, на трех из четырех станций – в августе, на трех из четырех – в сентябре. Максимальное превышение ПДК – в 2.8 раза. Среднее значение концентрации нитритов, равное 24.4 мкг/л, превышало ПДК в 1.2 раза.

Концентрации нитратного азота были на 1–2 порядка выше концентраций нитритного и изменялись в широком диапазоне от 848 до 7328 мкг/л. Минимум NO₃⁻ наблюдали в июле у с. Уваровка, максимум (0.8 ПДК) – в августе в районе с. Белоглинка. Остальные значения NO₃⁻ были ниже и составляли от 0.1 до 0.77 ПДК при средней концентрации нитратов, равной 2795 мкг/л. Обращает на себя внимание повышение концентрации нитратов от июля к сентябрю, что можно объяснить увеличением рекреационной нагрузки и антропогенного влияния на регион.

Концентрации аммонийного азота зафиксированы в пределах от 19 до 336 мкг/л. Минимальная концентрация NH₄⁺ отмечена в сентябре у с. Уваровка, максимальная – в августе у с. Доброго. Высокое содержание азота аммонийного возможно вследствие влияния хозяйственно-бытового стока с. Доброго; села вдоль русла Салгира не имеют централизованной канализации.

⁸⁾ Схема комплексного использования и охраны водных объектов Республики Крым, включая нормативы допустимого воздействия на водные объекты, и целевые показатели качества воды в водных объектах, расположенных на территории Республики Крым. Книга 2 : Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речных бассейнов, расположенных на территории Республики Крым. 2018. URL: <https://gkvod.rk.gov.ru/structure/698> (дата обращения: 8.09.2024).

Все концентрации NH_4^+ были значительно ниже ПДК (390 мкг/л) по рыбохозяйственным нормативам. Среднее содержание NH_4^+ в воде рек составило 72 мкг/л, что в 5.4 раза ниже ПДК.

Азот органический ($N_{\text{орг}}$) определяли только в сентябре, его концентрации имели высокие значения и изменялись от 2990 до 8110 мкг/л. Минимум отмечен у с. Белая Скала, максимум – у с. Новогригорьевка. Там же зафиксирована максимальная концентрация нитритов (56 мкг/л) и высокая окисляемость (18.40 мгО/л). Перечисленные гидрохимические показатели характеризуют данный район как загрязненный органическим веществом. Среднее содержание $N_{\text{орг}}$ в сентябре составило 5070 мкг/л.

Концентрации фосфора минерального (PO_4^{3-}) в воде рек Салгир и Биюк-Карасу изменялись в пределах от 3.5 до 1120 мкг/л. Минимум отмечен в июле (с. Белая Скала), максимум – в августе (с. Молочное). В районах сел Молочного и Новогригорьевка PO_4^{3-} на 1–2 порядка выше по сравнению с другими районами. Возможно, это обусловлено влиянием хозяйственно-бытовых и других стоков, что подтверждается данными об увеличенном содержании хлорорганических веществ в районе с. Молочного [8]. Средняя концентрация PO_4^{3-} в июле – сентябре составила 260 мкг/л, поэтому исследуемые воды можно классифицировать как грязные⁸⁾.

Концентрации силикатов имели высокие значения и изменялись в широких пределах от 875 до 8200 мкг/л. Минимум наблюдали в сентябре (с. Белая Скала), максимум – тоже в сентябре (с. Новогригорьевка). Повышенные концентрации Si в воде у с. Новогригорьевка обусловлены химическим составом почв, включающие алюмосиликаты в качестве основного компонента. В районе с. Молочного концентрации силикатов примерно в 2 раза ниже, чем в с. Новогригорьевка. В остальных районах количество Si было почти в 4 раза ниже максимальных концентраций. Среднее содержание силикатов в июле – сентябре составило 3574 мкг/л.

Выводы

В результате анализа гидрохимических данных, полученных за июль – сентябрь 2023 г. в водах рек Салгир и Биюк-Карасу, сделаны следующие выводы:

- уровень содержания кислорода в воде на всех участках рек высокий;
- в районе с. Молочного зафиксированы превышения нормативов БПК₅ и окисляемости максимум в 1.6 и 4.8 раза, позволяющие отнести воды рек в сентябре к 4-му классу качества вод (в июле они были отнесены ко 2-му);
- отмечено превышение ПДК нитритов в 2.5 раза (с. Молочное). Концентрации нитратов были ниже ПДК и повышались от июля к сентябрю. Концентрации аммонийного азота имели низкие значения и не превышали ПДК;
- в районах сел Молочного и Новогригорьевка зафиксированы высокие концентрации фосфатов, на 1–2 порядка выше по сравнению с другими районами, что обусловлено влиянием хозяйственных и бытовых стоков;
- по данным всех гидрохимических анализов вод реки Салгир, районы сел Молочное и Новогригорьевка являются зонами максимального загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Миллер М. Е.* Бассейн реки Салгира и его хозяйственное использование // Известия Крымского отдела Географического общества Союза ССР. Симферополь : Крымиздат, 1961. Вып. 5. С. 163–196.
2. *Власова А. М.* Оценка экологического состояния ландшафтов бассейна реки Салгир // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. 2011. Т. 24, № 1. С. 66–71. EDN SWSVDN.
3. Анализ факторов формирования водных ресурсов р. Салгир в условиях изменяющегося климата / Е. А. Позаченюк [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. 2014. Т. 27, № 2. С. 118–138. EDN UMNKRR.
4. *Иванютин Н. М., Подовалова С. В., Волкова Н. И.* Изучение пространственно-временной трансформации качественного состава вод реки Салгир // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24, № 3. С. 65–71. EDN EIZQEQ. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-3-65-71>
5. *Иванютин Н. М., Волкова Н. Е., Зубоченко А. А.* Влияние городской среды Симферополя на качественные показатели стока реки Салгир // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 4. С. 82–92. EDN PHCHUA.
6. *Кузнецова Е. Ю.* Результаты мониторинговых исследований содержания химических поллютантов в поверхностных водах реки Салгир (Республика Крым) // SCI-ARTICLE.RU. 2014. № 14. URL: <https://mail.sci-article.ru/stat.php?i=1414411629> (дата обращения: 8.09.2024).
7. *Киселева Г. А., Прокопов Г. А.* Выделение участков реки с различной степенью антропогенной преобразованности (на примере р. Салгир) // Устойчивый Крым. Водные ресурсы. Симферополь : Таврида, 2003. С. 139–141.
8. Хлороорганические ксенобиотики в экосистеме реки Салгир: содержание, распределение, экологический риск / Л. В. Малахова [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2023. № 4. С. 116–133. EDN LZDHFV.

Поступила 25.02.2024 г.; одобрена после рецензирования 28.05.2024 г.; принята к публикации 17.06.2024 г.; опубликована 25.09.2024 г.

Об авторах:

Ковригина Неля Петровна, старший научный сотрудник, НИЦ ПСГ – филиал ФИЦ ИнБЮМ (299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2), старший научный сотрудник, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН (299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2), кандидат географических наук, **SPIN-код: 6786-0143, ORCID ID: 0000-0002-6734-8285, Scopus Author ID: 6507114864, ResearcherID: AAC-9395-2022, npkovrigina@yandex.ru**

Борисова Диана Сергеевна, инженер 1-й категории, НИЦ ПСГ – филиал ФИЦ ИнБЮМ (299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2), ведущий инженер, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН (299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2), **SPIN-код: 9427-6982, ORCID ID: 0009-0004-0444-1177, sergei_diana@mail.ru**

Овечко Сергей Викторович, директор НИЦ ПСГ – филиал ФИЦ ИнБЮМ (299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2), **ORCID ID: 0009-0007-1050-9918, ResearcherID: JFJ-7762-2023, hgbs1@yandex.ru**

Рябушко Виталий Иванович, главный научный сотрудник, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН (299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2), доктор биологических наук, **SPIN-код: 7326-8423, ORCID ID: 0000-0001-5052-2024, Scopus AuthorID: 7801673501, ResearcherID: H-4163-2014, rabushko2006@yandex.ru**

Заявленный вклад авторов:

Ковригина Неля Петровна – постановка задачи, планирование работ, анализ и обсуждение результатов, написание статьи

Борисова Диана Сергеевна – участие в экспедиционном отборе проб, обработка проб, получение гидрохимических показателей, анализ и обсуждение результатов, написание статьи

Овечко Сергей Викторович – постановка задачи, обсуждение результатов исследования, редактирование статьи

Рябушко Виталий Иванович – постановка задачи, планирование работ, обсуждение результатов исследования и финальное редактирование статьи

Все авторы одобрили окончательный вариант рукописи