



Серия «Науки о Земле»
2025. Т. 53. С. 3–19
Онлайн-доступ к журналу:
<http://izvestiageo.isu.ru/ru>

ИЗВЕСТИЯ
Иркутского
государственного
университета

Научная статья

УДК 504.06:504.4.054(282.247.3)
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.53.3>

Повышение эффективности использования и охраны малых рек Севастопольского региона на основе комплексного мониторинга

Е. И. Азаренко, С. А. Гутник, Л. И. Осадчая*

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

Аннотация. Целью данной работы являются анализ реализуемых программ наблюдений, структуры существующей системы мониторинга малых рек Севастопольского региона и разработка мероприятий по их совершенствованию в целях наилучшего соответствия требованиям обеспечения водной безопасности региона. Исходными данными послужили сведения об организации контроля качества поверхностных вод Севастопольского региона Крымским управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ФГБУ «Крымское УГМС»); Центром гигиены и эпидемиологии в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе (ФГБУ «ЦГиЭ в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе»); Департаментом природных ресурсов и экологии г. Севастополя («Севприроднадзор»); Государственным унитарным предприятием г. Севастополя «Водоканал» (ГУПС «Водоканал»). Выявлено неполное соответствие состава постов и выполняемых программ наблюдений задачам информационного обеспечения управленческих решений в области использования и охраны поверхностных водных объектов, разработки нормативов допустимого воздействия на малые реки Севастопольского региона. Предложены меры по совершенствованию системы мониторинга состояния и загрязнения вод притоков р. Черной, включая обоснование выбора программ, количества и мест расположения пунктов и створов наблюдений за естественным гидрохимическим фоном водных объектов, а также в зонах влияния диффузных источников загрязнения.

Ключевые слова: Севастопольский регион, малые реки, комплексный мониторинг, качество воды, загрязнение водных объектов, ограничение допустимого воздействия.

Для цитирования: Азаренко Е. И., Гутник С. А., Осадчая Л. И. Повышение эффективности использования и охраны малых рек Севастопольского региона на основе комплексного мониторинга // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2025. Т. 53. С. 3–19. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.53.3>

Original article

Increasing the Efficiency of Sevastopol Region Small Rivers Using and Protection Based on Multipurpose Monitoring

E. I. Azarenko, S. A. Gutnik, L. I. Osadchaya*

Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

© Азаренко Е. И., Гутник С. А., Осадчая Л. И., 2025

* Полные сведения об авторах см. на последней странице статьи.
For complete information about the authors, see the last page of the article.

Abstract. The aim of this work is to analyze the implemented observation programs, the structure of the existing monitoring system for small rivers in the Sevastopol region and to develop measures to improve them in order to best meet the requirements for ensuring water security in the region. The initial data included information on the organization of quality control of surface waters in the Sevastopol region by the Crimean Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Federal State Budgetary Institution “Krymskoe UGMS”); the Center for Hygiene and Epidemiology in the Re-public of Crimea and the federal city of Sevastopol (Federal State Budgetary Institution “TSGandE in the Republic of Crimea and the Federal city of Sevastopol”); the Department of Natural Resources and Ecology of the city of Sevastopol (Sevprirrodnadzor); the State Unitary Enterprise of the city of Sevastopol “Vodokanal” (SUES “Vodokanal”). It was revealed that the composition of posts and the monitoring programs implemented do not fully correspond to the tasks of information support for management decisions in the field of use and protection of surface water bodies, development of the standards of permissible impact (SPI) on small rivers of the Sevastopol region, namely: the frequency of observations at water bodies (4 times a year) does not allow to assess the typical intra-annual and long-term changes in water quality for individual pollutants; there are no cross-sections necessary to substantiate the values of the natural hydrochemical background for each tributary of the Chernaya River; no observations are carried out on the influx of pollutants from diffuse sources. Measures are proposed to improve the system for monitoring the condition and pollution of the Chernaya River tributaries waters, including: establishment of a monthly regime for measuring hydrochemical and hydrological indicators in all cross-sections of the tributaries of the Chernaya River for a period of at least three years, with subsequent analysis of the observation results and adjustment of the monitoring program on this basis; organization of systematic observations in 11 additional background cross-sections (one for each tributary); organization of systematic observations in the zones of diffuse pollution sources influence (21 cross-sections). Improving the efficiency of the existing monitoring system for small rivers in the Sevastopol region is possible through the implementation of an integrated approach to assessing their condition based on the study of the natural hydrochemical background and the dependence of water quality from anthropogenic impact to the catchment area, which will allow to substantiate the standards of permissible impact on water bodies, taking into account the dynamics of the actual anthropogenic load to solve tasks of operational management, long-term planning, protection and rational use of small rivers water resources in Sevastopol region.

Keywords: Sevastopol region, small rivers, multipurpose monitoring, water quality, pollution of water bodies, limiting permissible impact.

For citation: Azarenko E.I., Gutnik S.A., Osadchaya L.I. Increasing the Efficiency of Sevastopol Region Small Rivers Using and Protection Based on Multipurpose Monitoring. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2025, vol. 53, pp. 3-19. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.53.3> (in Russian)

Введение

Водная безопасность – один из аспектов национальной безопасности государства, подразумевающий обеспечение допустимых уровней рисков, связанных с водой, для населения, экосистем и экономики страны [Novotny, Chesters, 1981; Speidel, Agnew, 1982; Grey, Sadoff, 2007; Monitoring ... , 2018; Nature-Based ... , 2018; The RiBaTox ... , 2019]. Разрешение этой непростой задачи берет свое начало в регионах [Sarang, Vahedi, Shamsai, 2008; Hall, Borgomeo, 2013; Джамалов, Егоров, Сафронова, 2018; Monitoring ... , 2019; Полянин, 2020; Гусев, Джоган, Насонова, 2022].

Проблема водной безопасности для Крыма одна из основных – полуостров занимает первое место в Российской Федерации и Европе по дефициту водных ресурсов [Monitoring ... , 2016; Каюкова, Барабошкина, Бударина, 2016; Демин, Зайцева, Харламов, 2022; Научное ... , 2022]. Севастопольский регион не является исключением. Учитывая дефицит поверхностных и под-

земных вод региона, для решения задачи сохранения водной безопасности повышение эффективности водопользования и охраны водных объектов имеет первостепенное значение. Информационную поддержку управленческих решений способна обеспечить система мониторинга состояния и загрязнения вод, отвечающая требованиям достоверности, полноты и своевременности результатов наблюдений [Jain, Singh, 2003; Sustainable ... , 2010; Risk-based ... , 2014; Ландшафтно-гидрологический ... , 2016; Мониторинг ... , 2018; Altenburger, Brack, Krauss, 2019; Duncan, De Vries, Nyarko, 2019; Зорина, Макарова, 2020; Школьный, Завадский, 2021; Данилов-Данильян, Розенталь, 2023].

Основой в формировании ресурсов поверхностных вод Севастопольского региона является речная система, включающая р. Черную и 11 ее притоков первого порядка: реки Сухая Речка, Ай-Тодорка, Байдарка, Узунджа, Уркуста, Боса, Бага Нижняя, Бага Верхняя, Уппа, Арманка и Календа [Байков, 2009; Азаренко, Осадчая, 2022; Осадчая, Азаренко, 2023]. Существующая система мониторинга р. Черной и ее притоков стала объектом исследования в данной работе.

Цель настоящего исследования – совершенствование системы мониторинга малых рек Севастопольского региона для информационного обеспечения эффективного управления водопользованием и разработки нормативов допустимого воздействия.

Материалы и методы

Исходной информацией для исследования послужили данные о действующих постах и программах наблюдений на притоках р. Черной, а также полученные результаты мониторинга.

По состоянию на период проведения оценки эффективности мониторинга качества вод и донных отложений рассматриваемых малых рек участие в работе основных субъектов водного мониторинга региона характеризуется следующим образом:

- наблюдения подразделениями Росгидромета (ФГБУ «Крымское УГМС») и Роспотребнадзора (ФГБУ «ЦГиЭ в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе») не проводятся;
- Главным управлением природных ресурсов и экологии г. Севастополя (Севприроднадзор) организована Территориальная система наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных водных объектов города Севастополя¹ (ТСН), включая бассейн р. Черной, в рамках которой систематически проводятся наблюдения начиная с 2017 г.;
- предприятием ГУПС «Водоканал» проводятся регулярные наблюдения в районах сброса сточных вод КОС № 5 и КОС № 8.

¹ Итоговый отчет о выполнении работ по Государственному мониторингу поверхностных водных объектов. VI этап. В 3 кн. Кн. 2. Территориальная программа наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных водных объектов города Севастополя (корректировка). 40 с. Гос. контракт № 175703/19 от 06.05.2019.

В соответствии с рекомендациями руководящих документов² для бассейна р. Черной в рамках ТСН разработаны программы и определяются основные показатели загрязнения донных отложений и поверхностных вод.

Схема³ расположения пунктов и створов ТСН в части притоков р. Черной представлена на рис. 1.

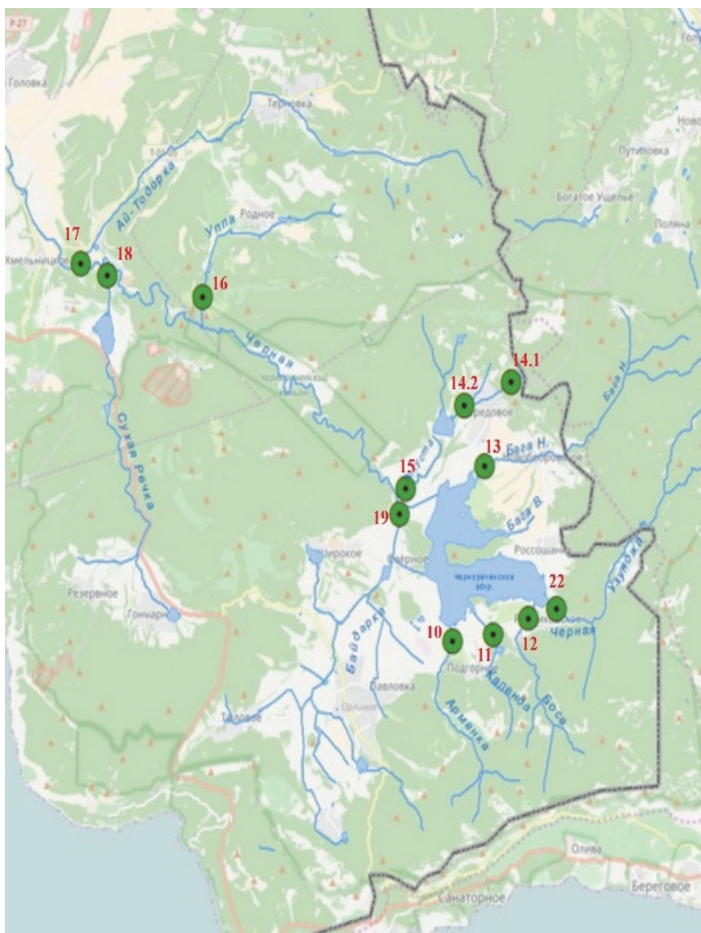


Рис. 1. Действующие пункты и створы наблюдений Территориальной системы наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных водных объектов г. Севастополя⁴ на притоках р. Черной (нумерация в соответствии с табл. 1, дополнительные пункты на прудах и водохранилищах не указаны)

² Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях : утв. приказом Минприроды России от 24.02.2014 № 112. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499081160> ; РД 52.24.309-2016 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши». URL: <https://docs.cntd.ru/document/495872993> ; РД 52.24.609-2013 «Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110276>

³ Итоговый отчет о выполнении ... VI этап. В 3 кн. Кн. 2.

⁴ Там же.

Таблица 1

Структура действующей системы наблюдений за состоянием и загрязнением притоков р. Черной

Наименование водного объекта	Пункт наблюдений			Антропогенное воздействие на водный объект в зоне расположения пункта наблюдений	Виды наблюдений / периодичность, раз/год			
	Номер ¹	Расположение	Категория ²		Гидрологические	Гидрофизические	Гидрохимические	Загр. донных отл.
р. Байдарка	19*	0,8 км ниже с. Озерного	3	Организованный сброс сточных вод, поверхностный сток: с застроенной территории, а/д	+/4	+/4	+/4	–
	1Бд*	с. Озерное	–	Сброс сточных вод КОС № 5 ГУПС «Водоканал», поверхностный сток: с застроенной территории, территории промплощадки подразделения ГУПС «Водоканал» по обслуживанию Чернореченского водохранилища	–	–	–	+/3
	–**	с. Озерное	–	Сброс сточных вод КОС № 5 ГУПС «Водоканал», поверхностный сток: с застроенной территории, территории промплощадки подразделения ГУПС «Водоканал» по обслуживанию Чернореченского водохранилища	–	–	+/12	–
Хайтинский водоток (приток р. Байдарка)	1Х*	с. Тыловое	–	Сброс сточных вод КОС № 8 ГУПС «Водоканал», поверхностный сток: с застроенной территории, а/д, с/х угодий	–	–	–	+/3
	–**	с. Тыловое	–	Сброс сточных вод КОС № 8 ГУПС «Водоканал», поверхностный сток: с застроенной территории, а/д, с/х угодий	–	–	+/12	–
р. Карамыш-Озень, пруд Биюк-Мускомия	ЗБМ*	с. Широкое	–	Сброс сточных вод не производится, поверхностный сток: с застроенной территории, а/д	+/4	+/4	+/4	+/3

¹ Итоговый отчет о выполнении ... VI этап. В 3 кн. Кн. 2 ; Итоговый отчет о выполнении работ по Государственному мониторингу поверхностных водных объектов. I этап. В 3 кн. Кн. 1. Доп. № 1 к Территориальной системе наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод города Севастополя (Территориальная система наблюдений), 18 с. Гос. контракт №76/20 от 24.11.2020

² Итоговый отчет о выполнении ... VI этап. В 3 кн. Кн. 2 ; РД 52.24.309-2016 ...

Продолжение табл. 1

Наименование водного объекта	Пункт наблюдений			Антропогенное воздействие на водный объект в зоне расположения пункта наблюдений	Виды наблюдений / периодичность, раз/год			
	Номер ³	Расположение	Категория ⁴		Гидрологические	Гидрофизические	Гидрохимические	Загр. донных отл.
р. Сухая Речка	18*	Южная окраина с. Черноречье	3	Поверхностный сток: с застроенной территории, а/д	+/4	+/4	+/4	–
	8ГА*	Водоем у горы Гасфорта	–	Сброс сточных вод не производится, поверхностный сток с а/д	+/4	+/4	+/4	+/3
	6ТД*	Пруд Торопова дача	–	Сброс сточных вод не производится	+/4	+/4	+/4	+/3
	9ЛО*	Пруд Лесное озеро	–	Сброс сточных вод не производится	+/4	+/4	+/4	+/3
	4ВР*	Пруд Варнаутский	–	Сброс сточных вод не производится	+/4	+/4	+/4	+/3
р. Узунджа	22*	Северо-восточная окраина с. Родникового	3	Поверхностный сток: с застроенной территории, а/д, а/д моста	+/4	+/4	+/4	–
	1У*	с. Родниковое	–	Сброс сточных вод, поверхностный сток: с застроенной территории, а/д	–	–	–	+/3
р. Арманка	10*	0,9 км на ССЗ от с. Подгорного	4	Поверхностный сток: с а/д, а/д моста, территории заброшенной птицефабрики, с/х угодий	+/4	+/4	+/4	–
р. Календа	11*	0,8 км на СВ от с. Подгорного	4	Поверхностный сток с а/д, а/д моста	+/4	+/4	+/4	–
р. Бага Нижняя	13*	1,3 км ниже с. Новобобровского	4	Поверхностный сток: с а/д, а/д моста, с/х угодий	+/4	+/4	+/4	–
	2НБ*	Пруд Новобобровский	–	Сброс сточных вод не производится	+/4	+/4	+/4	+/3

³ Итоговый отчет о выполнении VI этап. В 3 кн. Кн. 2 ; Итоговый отчет о выполнении работ по Государственному мониторингу поверхностных водных объектов. I этап. В 3 кн. Кн. 1. Доп. № 1 к Территориальной системе наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод города Севастополя (Территориальная система наблюдений). 18 с. Государственный контракт №76/20 от 24.11.2020

⁴ Итоговый отчет о выполнении ... VI этап. В 3 кн. Кн. 2 ; РД 52.24.309-2016 ...

Окончание табл. 1

Наименование водного объекта	Пункт наблюдений			Антропогенное воздействие на водный объект в зоне расположения пункта наблюдений	Виды наблюдений / периодичность, раз/год			
	Номер ⁵	Расположение	Категория ⁶		Гидро- логиче- ские	Гидро- физиче- ские	Гидро- химиче- ские	Загр. донных отл.
р. Боса	12*	Западная окраина с. Родникового	4	Поверхностный сток: с а/д, а/д моста, с/х угодий, застроенной территории	+/4	+/4	+/4	–
р. Уркуста	15*	2,5 км ниже с. Передового	3	Поверхностный сток: с а/д, а/д моста, стройпло- щадок	+/4	+/4	+/4	–
	5УР*	Водохранилище Уркуста	–	Сброс сточных вод не производится	+/4	+/4	+/4	+/3
руч. Кобалар-Су (приток р. Уркуста)	14*	14.1 – 1 км выше и 14.2 – 0,5 км ниже сброса КОС, с. Передовое	3	Сброс сточных вод КОС ООО «Черномор-Тур»	+/4	+/4	+/4	–
	1СД*	с. Передовое	–	Сброс сточных вод КОС ООО «Черномор-Тур», поверхностный сток с застроенной территории	–	–	–	+/3
р. Уппа	16*	2,3 км ниже с. Родного	3	Поверхностный сток с с/х угодий	+/4	+/4	+/4	–
р. Ай-Тодорка	17*	0,5 км ниже с. Черноречье	3	Поверхностный сток с застроенной территории, с/х угодий, а/д	+/4	+/4	+/4	–

Примечания: организация, проводящая наблюдения: * – Севприроднадзор; ** – ГУПС «Водоканал».

⁵ Итоговый отчет о выполнении ... VI этап. В 3 кн. Кн. 2 ; Итоговый отчет о выполнении работ ... I этап. В 3 кн. Кн. 1. Доп. № 1.

⁶ Итоговый отчет о выполнении ... VI этап. В 3 кн. Кн. 2 ; РД 52.24.309-2016 ...

Программа наблюдений за загрязнением донных отложений поверхностных водных объектов г. Севастополя¹ на притоках р. Черной предусматривает:

- отбор проб донных отложений в пунктах наблюдений ТСН, установленных в местах сброса сточных вод;
- определение физических свойств и токсикологических показателей (биотестирование) донных отложений 3 раза в год: на спаде половодья (апрель-май), в периоды дождевого паводка летом и осенней межени.

В рамках Территориальной программы наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных водных объектов г. Севастополя² в каждом створе ТСН на притоках р. Черной 4 раза в год выполняются:

- определение гидрологических показателей (на водотоках – расход и скорость течения, на водоемах – уровень воды);
- определение гидрофизических показателей (запах, цветность, прозрачность, мутность, температура);
- химико-аналитическое определение хлоридов, сульфатов, БПК₅, ХПК, ионов аммония, нитритов, нитратов, общего железа, меди, цинка, никеля, марганца, нефтепродуктов, фенолов, pH, взвешенных веществ, магния, суммы ионов (сухой остаток), кальция, фосфатов, кремния, хрома (VI), АПАВ, хлорорганических пестицидов (α -ГХЦГ, β -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДД, ДДЭ, ГХБ), растворенного кислорода, процента насыщения кислородом, диоксида углерода, общей жесткости, гидрокарбонатов, суммы натрия и калия, азота общего, фосфора общего.

Пункты наблюдений ТСН расположены на участках притоков р. Черной в пределах особо охраняемых природных территорий, в местах организованного сброса сточных вод и на замыкающих створах рек. Кроме того, согласно Дополнению № 1 к ТСН³, наблюдения проводятся на следующих водных объектах притоков р. Черной: водоем у горы Гасфорта (3 точки отбора проб), водохранилище Уркуста (3 точки отбора проб), пруд Варнаутский (3 точки отбора проб), пруд Новобобровский (3 точки отбора проб), пруд Биюк-Мускомия (3 точки отбора проб), пруд Торопова дача (3 точки отбора проб), пруд Лесное озеро (3 точки отбора проб).

ГУПС «Водоканал» проводит контроль качества воды Хайтинского водотока и р. Байдарки при осуществлении сброса сточных вод КОС № 5 и КОС № 8 в соответствии со следующими программами, согласованными с Главным управлением природных ресурсов и экологии г. Севастополя:

- Программа ведения регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохраной зоной (река Байдарка (левый приток реки Черная), в районе с. Озерное, Балаклавский район города федерального значения Севастополь);

¹ Итоговый отчет о выполнении ... VI этап. В 3 кн. Кн. 3 ; Итоговый отчет о выполнении ... I этап. В 3 кн. Кн. 1

² Итоговый отчет о выполнении ... VI этап. В 3 кн. Кн. 2 ; Итоговый отчет о выполнении ... I этап. В 3 кн. Кн. 1.

³ Итоговый отчет о выполнении ... I этап. В 3 кн. Кн. 1.

– Программа ведения регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохраной зоной (Хайтинский водоток – приток реки Байдарка, в районе с. Тыловое, город федерального значения Севастополь, Балаклавский район).

Программы содержат:

– точки отбора проб воды (створ начального разбавления выпуска – КОС № 5 с. Озерного; КОС № 8 с. Тылового);

– периодичность проведения наблюдений (ежемесячно);

– перечень определяемых показателей на водном объекте: рН, прозрачность, окраска, БПК₅, БПК_{полн.}, растворенный кислород, ХПК, взвешенные вещества, плавающие примеси, запах, цветность, температура, сухой остаток, жиры, нефтепродукты, ПАВ, хлориды, сульфаты, железо, фенолы летучие, алюминий, фосфат-ионы, нитрит-ионы, нитрат-ионы, ион аммония, медь, цинк, никель, марганец, удельная суммарная активность альфа-излучающих радионуклидов, удельная суммарная активность бета-излучающих радионуклидов.

При отборе проб воды и проведении аналитических исследований в рамках реализации всех перечисленных выше программ наблюдений выполняются действующие на период наблюдений требования руководящих и методических документов. Химические анализы воды производятся в лабораториях, имеющих соответствующую аккредитацию. Применяемые методики определения каждого показателя обеспечивают нижний предел обнаружения не выше 0,5 ПДК.

На основании результатов мониторинга 2016–2022 гг. установлено:

– систематически регистрируются превышения нормативов качества поверхностных вод в бассейне р. Черной;

– перечень веществ, по которым наблюдались превышения, различен для разных притоков [Осадчая, Азаренко, Ничкова, 2024] и включает БПК₅, нитриты, фенолы, медь, марганец, железо общее, сульфаты, магний, фосфаты, нефтепродукты, АПАВ, аммоний-ион, никель, цинк;

– донные отложения исследуемых рек не оказывают хронического и острого токсического действия;

– причины превышения рыбохозяйственных нормативов качества вод притоков р. Черной – поступление загрязняющих веществ с водосборной площади и в составе сточных вод от точечных и диффузных источников;

– колебания содержания фенолов имеют сезонный характер, что может являться следствием влияния диффузного стока.

Представленные сведения, характеризующие программы и результаты наблюдений на притоках р. Черной, могут служить основой для разработки мер по повышению эффективности информационного обеспечения использования и охраны малых рек Севастопольского региона.

В дальнейшем для достижения цели исследования применялись общелогические методы – анализ и синтез, позволившие предложить рекомендации для совершенствования системы мониторинга малых рек Севастопольского региона.

Результаты и обсуждение

В настоящее время в рамках ТСН на притоках р. Черной отбор проб проводится в 12 створах на 11 пунктах наблюдений 3–4-й категории (категории пунктов наблюдений установлены в соответствии с РД52.24.309-2016):

- р. Арманка (ниже по течению с. Подгорного), р. Календа (ниже по течению с. Подгорного), р. Боса (с. Родниковое), р. Бага Нижняя (с. Новобобровка), р. Уппа (с. Родное), р. Узунджа (выше по течению с. Родникового, ниже по течению с. Колхозного) – категория 4 – ООПТ заказник «Байдарский»;
- р. Ай-Тодорка (с. Черноречье), р. Сухая Речка (с. Черноречье), р. Уркуста (с. Передовое) – категория 3 – замыкающие створы рек;
- р. Байдарка (с. Озерное) – категория 3 – замыкающий створ реки, организованный сброс сточных вод;
- р. Сулу-Дере (приток р. Уркусты, выше по течению с. Передового) – категория 3 – организованный сброс сточных вод (фоновый и контрольный створы), замыкающий створ реки.

Характеристика структуры системы ТСН и пунктов наблюдения ГУПС «Водоканал» представлена в табл. 1.

Проведенный анализ действующей системы мониторинга качества вод и донных отложений притоков р. Черной показал наличие ряда недостатков, основными из которых являются:

- частота наблюдений на водных объектах (4 раза в год) не позволяет выполнить объективную оценку и выделение характерных внутригодовых и многолетних изменений качества воды по отдельным загрязняющим веществам;
- на водных объектах отсутствуют створы, позволяющие обосновать значения естественного природного фона для каждого притока р. Черной, что существенно влияет на качество разработки нормативов допустимого воздействия на малые реки и эффективность управления использованием и охраной притоков р. Черной;
- отсутствуют систематические наблюдения за диффузным поступлением загрязняющих веществ в водные объекты с поверхностным стоком с территорий населенных пунктов, сельхозугодий, автодорог, промышленных и строительных площадок.

Для устранения указанных недостатков предлагаются следующие мероприятия.

1. С целью выявления характерных внутригодовых и многолетних изменений качества воды по отдельным загрязняющим веществам, установить ежемесячный режим измерения гидрохимических и гидрологических показателей во всех створах притоков р. Черной на период не менее трех лет, с последующим анализом результатов наблюдений и корректировкой на этой основе программы мониторинга.

2. Организовать на постоянной основе систематические наблюдения в дополнительных фоновых створах, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Пункты и створы наблюдений за естественным гидрохимическим фоном
(четвертая категория)

Пункт наблюдений	Наименование водного объекта	Расстояние от устья, км	Географические координаты	
			широта, с.ш.	долгота, в.д.
Ф-А	р. Арманка	1,9	44,450941	33,808723
Ф-К	р. Календа	2,4	44,450109	33,828757
Ф-Б	р. Боса	1,9	44,456330	33,842606
Ф-У	р. Узунджа	4,8	44,483234	33,886356
Ф-БВ	р. Бага Верхняя	3,9	44,493719	33,861993
Ф-БН	р. Бага Нижняя	3,1	44,500276	33,855350
Ф-Ур	р. Уркуста	4,3	44,516892	33,826979
Ф-У	р. Уппа	5,8	44,553848	33,761116
Ф-АТ	р. Ай-Тодорка	12,8	44,566816	33,788174
Ф-СР	р. Сухая Речка	11,6	44,464352	33,709754
Ф-Бк	р. Байдарка	9,6	44,429763	33,791238

Фоновые створы предлагается расположить выше по течению относительно возможных сосредоточенных и диффузных источников загрязнения на каждом притоке (см. табл. 2). Гидрологические и гидрохимические наблюдения на пунктах предлагается проводить ежемесячно (12 проб в год, для пересыхающих водных объектов – в летне-осенний период после интенсивного дождя). Перечень определяемых показателей – в соответствии с действующей программой наблюдений ТСН, исключая нефтепродукты, АПАВ, хлорорганические пестициды. Вертикаль в створе – стрежень реки. Горизонты на вертикали – 0,2 м от поверхности, корректируется с учетом фактических условий на момент отбора пробы.

Основная задача данных наблюдений – обоснование естественного гидрохимического фона дифференцированно для каждого притока р. Черной.

3. Организовать систематические наблюдения в зонах влияния диффузных источников загрязнения. Предлагаемые дополнительные пункты наблюдений представлены в табл. 3.

Таблица 3

Пункты наблюдений третьей категории в зонах влияния диффузных источников загрязнения

Пункт наблюдений	Наименование водного объекта	Расстояние от устья, км	Географические координаты	
			широта, с.ш.	долгота, в.д.
ДС-А	р. Арманка	0,7	44,459001	33,814969
ДС-К1	р. Календа	1,6	44,456236	33,832331
ДС-К2	р. Календа	0,7	44,462723	33,828087
ДС-Б1	р. Боса	1,4	44,461288	33,841995
ДС-Б2	р. Боса	0,4	44,466396	33,846116
ДС-У1	р. Узунджа	3,0	44,471388	33,874645
ДС-У2	р. Узунджа	0,5	44,466338	33,854304
ДС-БВ	р. Бага Верхняя	0,8	44,484200	33,842328
ДС-БН1	р. Бага Нижняя	1,9	44,498937	33,842040
ДС-БН2	р. Бага Нижняя	0,6	44,497874	33,827398
ДС-Ур1	р. Уркуста	2,9	44,508564	33,815327
ДС-Ур2	р. Уркуста	0,3	44,493009	33,796681

Окончание табл. 3

Пункт наблюдений	Наименование водного объекта	Расстояние от устья, км	Географические координаты	
			широта, с.ш.	долгота, в.д.
ДС-У1	р. Уппа	4,2	44,550029	33,742736
ДС-У2	р. Уппа	1,4	44,540536	33,719200
ДС-АТ1	р. Ай-Тодорка	8,7	44,580212	33,746092
ДС-АТ2	р. Ай-Тодорка	4,0	44,567322	33,702490
ДС-АТ3	р. Ай-Тодорка	0	44,542504	33,669873
ДС-СР1	р. Сухая Речка	8,7	44,479512	33,692247
ДС-СР2	р. Сухая Речка	0	44,542321	33,678548
ДС-Бк1	р. Байдарка	4,7	44,456833	33,768149
ДС-Бк2	р. Байдарка	0,2	44,486684	33,794407

Пункты отбора проб воды рекомендованы с учетом следующих условий:

– контрольные створы отбора условно загрязненных вод расположены ниже по течению непосредственно после каждого участка территории водосбора с диффузными источниками загрязнения так, чтобы охарактеризовать антропогенное влияние и пространственное распределение гидрохимических показателей с учетом морфологии русла, расположения других источников загрязнения и интересов водопользователей;

– пункты отбора проб воды назначены с учетом безопасности работы (доступность по тропе или дороге, крутизна склонов русла и др.).

В указанных пунктах предлагается ежемесячно (12 проб в год) и оперативно (в периоды формирования максимальных показателей стока) проводить гидрологические (расход воды и скорость течения) и гидрохимические наблюдения (перечень определяемых показателей – в соответствии с действующей программой наблюдений ТСН).

Оперативный контроль диффузного загрязнения необходимо осуществлять в периоды зимней и летне-осенней межени, весеннего или весенне-летнего половодья (начало, пик и спад); выпадения стокообразующих осадков (ливни); орошения сельскохозяйственных культур; внесения удобрений, пестицидов и пр. (сроки до начала и после внесения в зависимости от первого стокообразующего дождя); резкого повышения концентраций загрязняющих веществ, выявленного при плановом контроле.

Условия отбора проб: вертикаль – стрежень реки, горизонты на вертикали пункта наблюдений – 0,2–0,5 м и у дна корректируются с учетом фактических условий на момент отбора пробы.

Заключение

Устойчивое развитие Севастопольского региона неразрывно связано с решением задачи водообеспеченности. Организация эффективного мониторинга состояния и загрязнения малых рек региона – необходимое условие сохранения водной безопасности, позволяющее своевременно выявлять причины и источники негативных воздействий, прогнозировать развитие процессов, приводящих к ухудшению качества вод и состояния экосистемы притоков р. Черной, разрабатывать мероприятия по их предупреждению. Повы-

шение эффективности действующей системы мониторинга малых рек Севастопольского региона возможно за счет реализации комплексного подхода к оценке их состояния на основе изучения естественного гидрохимического фона и зависимости качества вод от антропогенного воздействия на водосборную территорию.

Проведение мониторинга с одновременным отслеживанием хозяйственной деятельности на водосборной территории притоков р. Черной и реализацией разработанных в ходе настоящего исследования рекомендаций позволит:

- определять значения естественного гидрохимического фона по отдельным загрязняющим веществам для каждого притока р. Черной;
- выявлять источники диффузного загрязнения, значимо влияющие на качество вод водных объектов;
- изучать механизмы формирования, уровень и режимы диффузного загрязнения притоков;
- устанавливать характерные внутригодовые и многолетние изменения качества воды по приоритетным загрязнителям;
- обосновывать нормативы допустимого воздействия на водные объекты с учетом динамики фактической антропогенной нагрузки;
- решать задачи оперативного управления, перспективного планирования, охраны и рационального использования водных ресурсов малых рек Севастопольского региона.

Список литературы

- Азаренко Е. И., Осадчая Л. И.* Приоритетные загрязнители и нормативы качества воды притоков реки Черной // Системы контроля окружающей среды. 2022. № 4 (50). С. 104–111.
- Байков А. М.* Анализ существующей системы мониторинга окружающей природной среды автономной республики Крым (на примере мониторинга основных рек Крыма) // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского Серия: География. 2009. Т. 22 (61), № 2. С. 33–40.
- Гусев Е. М., Джоган Л. Я., Насонова О. Н.* Водная безопасность Степного Крыма и возможные пути ее повышения // Водные ресурсы. 2022. № 4. С. 383–396.
- Данилов-Данильян В. И., Розенталь О. М.* О репрезентативности санитарно-гигиенических данных // Гигиена и санитария. 2023. № 102(2). С. 206–210. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-2-206-210>
- Демин А. П., Зайцева А. В., Харламов М. А.* Водопотребление и водоотведение в муниципальных образованиях Республики Крым и г. Севастополь: современное состояние и проблемы // Водные ресурсы. 2022. № 4. С. 397–408.
- Джамалов Р. Г., Егоров Ф. Б., Сафронова Т. И.* Ресурсы подземных вод и их роль в водоснабжении Крыма // Водные ресурсы. 2018. Т. 45, № 6. С. 596–602. <https://doi.org/10.1134/S0321059618060056>
- Зорина И. Г., Макарова В. В.* Социально-гигиенический мониторинг как основа управления в контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора // Гигиена и санитария. 2020. № 99(1). С. 13–19. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-1-13-19>
- Каюкова Е. П., Барабошкина Т. А., Бударина В. А.* Ресурсный потенциал пресных вод Крыма. Статья 2. Водные ресурсы, экология и политика // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2016. № 1. С. 131–135.
- Ландшафтно-гидрологический подход к обоснованию мониторинга речных бассейнов горных территорий / П. А. Кипкеева, Я. В. Волосухин, Т. В. Иванкова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12 (54), ч. 1. С. 87–93. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.54.194>

Мониторинг донных отложений нижнего течения реки Казанка / Д. В. Иванов, Р. Р. Шагидуллин, И. И. Зиганшин [и др.] // Российский журнал прикладной экологии. 2018. № 2. С. 11–16.

Научное обеспечение водной безопасности Крыма: проблемы и решения / В. И. Данилов-Данильян, М. А. Козлова [и др.] // Водные ресурсы. 2022. Т. 49, № 4. С. 363–371. <https://doi.org/10.31857/S0321059622040022>

Осадчая Л. И., Азаренко Е. И. Ограничение допустимого воздействия по привносу химических и взвешенных минеральных веществ на малые реки Севастопольского региона на примере реки Байдарка // Системы контроля окружающей среды. 2023. № 2 (52). С. 67–72.

Осадчая Л. И., Азаренко Е. И., Ничкова Л. А. Особенности разработки нормативов допустимого воздействия на малые реки Севастопольского региона // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2024. Т. 47. С. 43–56. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2024.47.43>

Полянин В. О. Концептуальные подходы к мониторингу диффузного загрязнения водных объектов // Водные ресурсы. 2020. Т. 47, № 5. С. 603–612. <https://doi.org/10.31857/S0321059620050156>

Школьный Д. И., Завадский А. С. Мониторинг берегов рек в рамках государственного мониторинга водных объектов: современное состояние и перспективы развития // Водное хозяйство России. 2021. № 2. С. 22–37.

Altenburger R., Brack W., Krauss M. Future water quality monitoring: improving the balance between exposure and toxicity assessments of real-world pollutant mixtures // Environ Sci. Eur. 2019. Vol. 31. Art. N 12. <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0193-1>

Duncan A. E., De Vries N., Nyarko K. B. The effectiveness of water resources management in Pra Basin. Water Policy. 2019. Vol. 21, Iss. 4. P. 787–805.

Grey D., Sadoff C. W. Sink or Swim? Water security for growth and development. Water Policy // Official Journal of the World Water Council. 2007. Vol. 9, N 6. P. 545–557.

Hall J., Borgomeo E. Risk-based principles for defining and managing water security // Phil. Trans. R. Soc. A. 2013. Vol. 371. Art. N 20120407.

Jain S. K., Singh V. P. Water Resources Systems Planning and Management. Amsterdam : Elsevier Science B.V., 2003. 858 p.

Monitoring and Evaluating Nonpoint Source Watershed Projects / S. A. Dressing, D. W. Mitals, J. B. Harcum [et al.]. Washington : EPA, 2016. 522 p.

Monitoring the ecological state of a hypertrophic lake (Albufera of València, Spain) using multitemporal Sentinel-2 images / X. Sòria-Perpinyà, P. Urrego, M. Pereira-Sandoval [et al.] // Limnética. 2019. Vol. 38, N 1. P. 457–469. <https://doi.org/10.23818/limn.38.26>

Monitoring water resources governance progress globally: Experiences from monitoring SDG indicator 6.5.1 on integrated water resources management implementation / M. Bertule, P. Glennie, P. K. Bjornsen [et al.] // Water (Switzerland). 2018. Vol. 10, Iss. 12, Art. N 1744.

Nature-Based Solutions for Water / The United Nations World Water Development Rep. Paris : UNESCO, 2018. 139 p.

Novotny V., Chesters G. Handbook of non-point pollution. N. Y. : Van Nostrand Reinhold Co., 1981. 545 p.

Risk-based water resources planning: Incorporating probabilistic nonstationary climate uncertainties / E. Borgomeo, J. W. Hall, F. Fung [et al.] // Water Resource. Res. 2014. Vol. 50. P. 6850–6873. <https://doi.org/10.1002/2014WR015558>

Sarang A., Vahedi A., Shamsai A. How to quantify sustainable development: A risk-based approach to water quality management // Environmental Management. 2008. Vol. 41. P. 200–220. <https://doi.org/10.1007/s00267-007-9047-5>

Speidel D. H., Agnew A. F. The natural geochemistry of our environment. Boulder (Col.), 1982. 214 p.

Sustainable Management of Water Resources in Agriculture. Paris : OECD publ., 2010. 120 p.

The RiBaTox web tool: selecting methods to assess and manage the diverse problem of chemical pollution in surface waters / K. J. M. Kramer, F. Sleuwaert, G. Engelen [et al.] // Environ Sci. Eur. 2019. Vol. 31. Art. No. 68. <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0244-7>

References

- Azarenko E.I., Osadchaya L.I. Prioritetnye zagryazniteli i normativy kachestva vody pritokov reki Chernoj [Priority pollutants and water quality standards of the Black river tributaries]. *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy* [Environmental Monitoring Systems], 2022, no. 4 (50), pp. 104-111. (in Russian)
- Bajkov A.M. Analiz sushchestvuyushchej sistemy monitoringa okruzhayushchej prirodnoj sredy avtonomnoj respubliky Krym (na primere monitoringa osnovnykh rek Kryma) [Analysis of the existing environmental monitoring system of the Autonomous Republic of Crimea (based on the example of monitoring the main rivers of Crimea)]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo Seriya: Geografiya* [Scientific Notes of the Tavrichesky National University named after V.I. Vernadsky Series: Geography], 2009, vol. 22 (61), no. 2, pp. 33-40. (in Russian)
- Gusev E.M., Dzhogan L.Ya., Nasonova O.N. Vodnaya bezopasnost' Stepnogo Kryma i vozmozhnyye puti yeye povysheniya [Water security of the Steppe Crimea and possible ways to improve it]. *Vodnyye resursy* [Water resources], 2022, no. 4, pp. 383-396.
- Danilov-Danil'yan V.I., Rozental O.M. O reprezentativnosti sanitarno-gigienicheskikh dannykh [On the representativeness of sanitary and hygienic data]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], 2023, no. 102(2), p. 206-210. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-2-206-210> (in Russian)
- Demin A.P., Zaitseva A.V., Kharlamov M.A. Vodopotrebleniye i vodootvedeniye v munitsipal'nykh obrazovaniyakh Respubliki Krym i g. Sevastopol: sovremennoye sostoyaniye i problemy [Water consumption and sanitation in the municipalities of the Republic of Crimea and the city of Sevastopol: current state and problems]. *Vodnyye resursy* [Water resources], 2022, no. 4, pp. 397-408.
- Dzhamalov R.G., Egorov F.B., Safronova T.I. Resursy podzemnykh vod i ikh rol v vodosnabzhenii Kryma [Groundwater resources and their role in water supply of Crimea]. *Vodnyye resursy* [Water resources], 2018, vol. 45, no. 6, pp. 596-602. <https://doi.org/10.1134/S0321059618060056>
- Zorina I.G., Makarova V.V. Social'no-gigienicheskij monitoring kak osnova upravleniya v kontrol'no-nadzornoj deyatel'nosti Rospotrebnadzora [Social and hygienic monitoring as a basis for management in the control and supervisory activities of Rospotrebnadzor]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], 2020, no. 99(1), pp. 13-9. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-13-19> (in Russian)
- Kayukova E.P., Baraboshkina T.A., Budarina V.A. Resursnyj potencial presnykh vod Kryma. Stat'ya 2. Vodnye resursy, ekologiya i politika [Resource potential of fresh waters of Crimea. Art. 2. Water resources, ecology and politics]. *Vestnik VGU. Seriya: geologiya* [VSU Bulletin. Series: geology], 2016, no. 1, pp. 131-135. (in Russian)
- Kipkeeva P.A., Volosuhin Ya.V., Ivankova T.V. [et al.]. Landshaftno-gidrologicheskij podhod k obosnovaniyu monitoringa rechnykh bassejnov gornyykh ter ritorij [Landscape-hydrological approach to substantiation of monitoring of river basins of mountainous territories]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International research journal], 2016, no. 12 (54), part 1, pp. 87-93. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.54.194> (in Russian)
- Ivanov D.V., Shagidullin R.R., Ziganshin I.I. [et al.]. Monitoring donnykh otlozhenij nizhnego techeniya reki Kazanka [Monitoring of bottom sediments of the lower reaches of the Kazanka River]. *Rossiiskij zhurnal prikladnoj ekologii* [Russian Journal of Applied Ecology], 2018, no. 2, pp. 11-16. (in Russian)
- Danilov-Danil'yan V. I., Kozlova M. A. [et al.]. Nauchnoe obespechenie vodnoj bezopasnosti Kryma: problemy i resheniya [Scientific support for water security in Crimea: problems and solutions]. *Vodnye resursy* [Water resources], 2022, vol. 49, no. 4, pp. 363-371. <https://doi.org/10.31857/S0321059622040022> (in Russian)
- Osadchaya L.I. Azarenko E.I. Ogranichenie dopustimogo vozdejstviya po privnosu himicheskikh i vzveshennykh mineral'nykh veshchestv na malye reki Sevastopol'skogo regiona na primere reki Bajdarka [Limitation of permissible impact on the input of chemical and suspended mineral substances into the small rivers of the Sevastopol region on the example of the Baidarka river]. *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy* [Environmental Monitoring Systems]. 2023, no. 2 (52), pp. 67-72. (in Russian)

Osadchaya L.I., Azarenko E.I., Nichkova L.A. Osobennosti razrabotki normati-vov dopustimogo vozdejstviya na malye reki Sevastopol'skogo regiona [Features of the development of standards for permissible impact on small rivers of the Sevastopol region]. *Izvestiya Irkutskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya "Nauki O Zemle"* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series "Earth Sciences"]. 2024, vol. 47, pp. 43-56. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2024.47.43> (in Russian)

Polyanin V.O. Konceptualnye podhody k monitoringu diffuznogo zagryazneniya vodnyh ob"ektov [Conceptual approaches to monitoring diffuse pollution of water bodies]. *Vodnye resursy* [Water resources], 2020, vol. 47, no. 5, pp. 603-612. <https://doi.org/10.31857/S0321059620050156> (in Russian)

Shkol'nyj D.I., Zavadskij A.S. Monitoring beregov rek v ramkah gosudarstvennogo monitoringa vodnyh ob"ektov: sovremennoe sostoyanie i perspektivy raz-vitiya [Monitoring of river banks within the framework of state monitoring of water bodies: current state and development prospects]. *Nauchno-prakticheskij zhurnal Vodnoe hozyajstvo Rossii* [Scientific and practical journal Water management of Russia], 2021, no. 2, pp. 22-37. (in Russian)

Altenburger R., Brack W., Krauss M. Future water quality monitoring: improving the balance between exposure and toxicity assessments of real-world pollutant mixtures. *Environ Sci. Eur.*, 2019, vol. 31, article no. 12. <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0193-1>

Duncan A.E., De Vries N., Nyarko K.B. The effectiveness of water resources management in Pra Basin. *Water Policy*, 2019, vol. 21, iss. 4, pp. 787- 805.

Grey D., Sadoff C.W. Sink or Swim? Water security for growth and development. *Water Policy. Official Journal of the World Water Council*, 2007, vol. 9, no. 6, pp. 545-57.

Hall J., Borgomeo E. Risk-based principles for defining and managing water security // *Phil. Trans. R. Soc. A.*, 2013, vol. 371, article no. 20120407.

Jain S. K., Singh V. P. *Water Resources Systems Planning and Management*. Amsterdam, Elsevier Science B.V., 2003. 858 p.

Dressing S.A., Mtals D.W., Harcum J.B. [et al.]. *Monitoring and Evaluating Nonpoint Source Watershed Projects*. Washington, EPA. 2016, 522 p.

Sòria-Perpinyà X., Urrego P., Pereira-Sandoval M. [et al.]. Monitoring the ecological state of a hypertrophic lake (Albufera of València, Spain) us-ing multitemporal Sentinel-2 images. *Limnetica*, 2019, vol. 38, no. 1, pp. 457–469. <https://doi.org/10.23818/limn.38.26>

Bertule M., Glennie P., Bjornsen P.K. [et al.] Monitoring water resources governance progress globally: Experiences from monitor-ing SDG indicator 6.5.1 on integrated water resources management implementation. *Water (Switzerland)*, 2018, vol. 10, iss.12, no. 1744.

Nature-Based Solutions for Water. *The United Nations World Water Development Rep.* Paris, UNESCO, 2018, 139 p.

Novotny V., Chesters G. *Handbook of non-point pollution*. N. Y., Van Nostrand Reinhold Co., 1981. 545 p.

Borgomeo E., Hall J.W., Fung F. [et al.]. Risk-based water resources planning: Incorporating probabilistic nonstationary climate uncertainties. *Water Resource. Res.*, 2014, vol. 50, pp. 6850–6873. doi: 10.1002/2014WR015558

Sarang A., Vahedi A., Shamsai A. How to quantify sustainable development: A risk-based approach to water quality management. *Environmental Management*, 2008, vol. 41, pp. 200–220. <https://doi.org/10.1007/s00267-007-9047-5>

Speidel D.H., Agnew A.F. *The natural geochemistry of our environment*. Boulder (Col.), 1982. 214 p.

Sustainable Management of Water Resources in Agriculture. Paris, OECD publ., 2010. 120 p.

Kramer K.J.M., Sleuwaert F., Engelen G. [et al.]. The RiBaTox web tool: selecting methods to assess and manage the diverse problem of chemical pollution in surface waters// *Environ Sci. Eur.*, 2019, vol. 31, article no. 68. <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0244-7>

Сведения об авторах***Азаренко Елена Игоревна***

кандидат технических наук, доцент
кафедры техногенной безопасности и
метрологии
Севастопольский государственный
университет
Россия, 299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
e-mail: e.i.azarenko@yandex.ru

Гутник Сергей Андреевич

кандидат технических наук, доцент кафедры
техногенной безопасности и метрологии
Севастопольский государственный
университет
Россия, 299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
e-mail: gutnikserg@gmail.com

Осадчая Лилия Ивановна

кандидат географических наук, доцент
кафедры техногенной безопасности и
метрологии
Севастопольский государственный
университет
Россия, 299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
e-mail: liosadchaya@mail.sevsu.ru

Information about the authors***Azarenko Elena Ivanovna***

Candidate of Sciences (Technical),
Associate Professor of the Department
of Technogenic Safety and Metrology
Sevastopol State University
33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053,
Russian Federation
e-mail: e.i.azarenko@yandex.ru

Gutnik Sergei Andreevich

Candidate of Sciences (Technical),
Associate Professor of the Department
of Technogenic Safety and Metrology
Sevastopol State University
33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053,
Russian Federation
e-mail: gutnikserg@gmail.com

Osadchaya Lilia Ivanovna

Candidate of Sciences (Geography),
Associate Professor of the Department
of Technogenic Safety and Metrology
Sevastopol State University
33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053,
Russian Federation
e-mail: liosadchaya@mail.sevsu.ru