



УДК 504.06:504.4.054(282.247.3)
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2024.47.43>

Особенности разработки нормативов допустимого воздействия на малые реки Севастопольского региона

Л. И. Осадчая, Е. И. Азаренко, Л. А. Ничкова*

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

Аннотация. Целью исследования является выявление неопределенностей для совершенствования информационного обеспечения разработки нормативов допустимого воздействия (НДВ) на малые реки Севастопольского региона. Исходными данными послужили результаты мониторинга поверхностных водных объектов Севастопольского региона, иные материалы по бассейну р. Черной, характеризующие условия формирования стока и качества вод малых рек. Выявлены недостатки информационного обеспечения разработки НДВ, проведено ранжирование загрязняющих веществ по значимости для экосистемы притоков р. Черной и распространению в водных объектах, обоснованы нормативы качества вод. Предложены допущения, позволяющие решить задачу разработки НДВ в условиях неполной информации, выполнены расчеты объема стока для лет 50 и 95%-ной обеспеченности, величины допустимого воздействия по привносу химических веществ $\text{НДВ}_{\text{хим}}$ по приоритетным загрязнителям для основных гидрологических сезонов. Анализ результатов показал, что НДВ существенно отличаются по гидрологическим сезонам и по каждому показателю загрязнения для разных притоков, что подтверждает необходимость дифференцированного нормирования допустимого воздействия на отдельные притоки р. Черной. При разработке НДВ для малых рек Севастопольского региона выявлены нормативно-методические, информационные, масштабные и целевые неопределенности. Предложенные в работе допущения позволяют решать практические задачи управления в области использования и охраны водных объектов, но не снижают актуальности мероприятий, направленных на совершенствование информационного обеспечения разработки НДВ.

Ключевые слова: нормативы допустимого воздействия, речной сток, организованный сброс, диффузный сброс, фоновый створ.

Для цитирования: 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>

Original article

Features of the Standards of Permissible Impact Elaboration for Small Rivers of the Sevastopol Region

L. I. Osadchaya, E. I. Azarenko, L. A. Nichkova*

Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Abstract. The aim of the study is the identification of uncertainties to improve information support for the standards of permissible impact (SPI) elaboration for small rivers of the Sevastopol region. Materials and methods. The initial data were the results of surface water bodies monitoring in the

Sevastopol region, other materials on the Chernaya River basin, characterizing the conditions for the formation of runoff and the quality of waters of small rivers. Monitoring data has been provided by the territorial bodies of Roshydromet, Rospotrebnadzor, Rosprirodnadzor and State Unitary Enterprise of Sevastopol for Water Use (SUES "Vodokanal"). The shortcomings of information support for the elaboration of SPI are revealed. Pollutants were ranked according to their importance for the ecosystem of the Chernaya River tributaries and distribution in water bodies, the water quality standards are substantiated. The list of pollutants in descending order of importance for the ecosystem includes: phosphates, nitrites, ammonium ion, BOD5, suspended solids, iron, manganese, copper, magnesium, calcium, nickel, zinc, phenols, sulfates, surfactants, oil products. The most common pollutants (indicators of pollution) in the tributaries of the Chernaya River are BOD5, nitrites, phenols, manganese, iron and copper (excesses of standards are recorded for almost all objects). MPC for objects of fishery importance were adopted as standards for SPI elaboration. The exception was BOD5, for this indicator the hygienic standard was used. Assumptions are proposed that allow solving the problem of elaboration SPI under conditions of incomplete information. The calculations of the runoff volume for the years of 50 % and 95 % security, SPIchem for priority pollutants on the main hydrological seasons were performed. Analysis of the results showed that SPI differ significantly by hydrological seasons (up to 48 times) and by each indicator of pollution for different tributaries, which is especially pronounced (more than 10 times) for the Uzundzha and Kalenda Rivers in terms of BOD5, iron, phenols and phosphates. The results obtained confirms the need for differentiated regulation of the permissible impact on individual tributaries of the Chernaya River. When developing the SPI for the small rivers of the Sevastopol region, normative-methodological, informational, large-scale and target uncertainties were identified. The assumptions proposed in the work make it possible to solve practical problems of management in the field of use and protection of water bodies, but do not reduce the relevance of measures aimed at improving the information support for the SPI elaboration. Measures aimed at improving the information support for the SPI elaboration includes: organizing access to the monitoring data of the territorial body of Roshydromet («Crimean UGMS»), increasing the frequency of observations on tributaries of the Chernaya River, organization of systematic observations in the background sections and in the zones of influence of diffuse sources of pollution.

Keywords: standards of permissible impact, river runoff, organized discharge, diffuse discharge, background section.

For citation: Osadchaya L.I., Azarenko E.I., Nichkova L.A. Features of the Standards of Permissible Impact Elaboration for Small Rivers of the Sevastopol Region. *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)

Введение

Нормирование воздействия на окружающую среду, в том числе на водные объекты, является основным инструментом контроля и предупреждения негативных экологических последствий хозяйственной деятельности, результирующим показателем нормирования являются НДВ. НДВ на водные объекты предназначены для установления безопасных уровней содержания загрязняющих веществ, а также других показателей, характеризующих воздействие на водные объекты, с учетом природно-климатических особенностей водных объектов конкретного региона и сложившейся в результате хозяйственной деятельности природно-техногенной обстановки⁴ [Speidel, 1982; Dojlido, Best, 1993; Greenwood, 1997; Носаль, Шубарина, Логинова, 2010; Swartjes, 2011; Клименко, Косолапов, 2013; Петрова, 2018; Duncan, 2019].

⁴ Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты : утв. приказом МПР России от 12.12.2007 № 328. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902083847> (дата обращения: 21.09.2023)

Крым относится к территории Российской Федерации с малой водообеспеченностью, что предъявляет повышенные требования к экологическому состоянию водных ресурсов. Проблемы устойчивого развития Севастопольского региона тесно связаны с использованием водной среды р. Черной [Изменчивость солености воды ... , 2022]. Химический состав воды и сток р. Черной зависит от состояния притоков, которые относятся к категории малых рек, поскольку большинство из них являются верхним звеном основной речной системы, формирующей ресурсы поверхностных вод региона.

Притоками первого порядка р. Черной являются реки Сухая Речка, Ай-Тодорка, Байдарка, Узунджа, Уркуста, Боса, Бага Нижняя, Бага Верхняя, Уппа, Арманка и Календа, которые рассматриваются как отдельные расчетные участки и являются объектом исследования.

Основная цель данной работы – выявление неопределенностей для совершенствования информационного обеспечения разработки НДВ на малые реки Севастопольского региона.

Материалы и методы

Река Черная относится к части водохозяйственного участка (ВХУ) 21.01.00.003: реки бассейна Черного моря от северной границы бассейна р. Черной до западной границы бассейна рек Южного берега Крыма [Ivankova, 2019].

Современная структура природопользования в пределах бассейнов указанных рек представлена следующими типами: природоохранное (11 % площади); рекреационное на лесных территориях, находящееся в ведомстве лесных хозяйств Севастополя и Бахчисарайского района Крыма (59 %); водохозяйственное (3 %) – водоохранная зона ГУПС «Водоканал»; сельскохозяйственное (24 %) – распаеванные земли бывшего совхоза «Красный октябрь»; селитебное (3 %) – 15 населенных пунктов Балаклавского района г. Севастополя [Каширина, Голубева, 2016].

На территории бассейна р. Черной в границах города федерального значения Севастополь проживает сельское население в количестве 9104 чел. Плотность населения составляет 5 тыс. чел. на 1 км², а с 2014 г. население региона увеличилось почти в 2 раза, что вызвало в последние 5 лет увеличение доли сброса неочищенных сточных вод (в общем объеме стоков) на 8 % [Изменчивость солености воды ... , 2022].

В целом за 20-летний период развития природопользования на территории исследования произошли количественные и качественные изменения характера хозяйственной деятельности: увеличение площади селитебных объектов; снижение интенсивности сельского хозяйства с перепрофилированием с растениеводства на животноводство неконтролируемого характера; широкое развитие рекреации; расширение сети дорог и коммуникаций [Ларина, 2008].

Режимные гидрологические и гидрометрические измерения в бассейне в настоящее время ведутся в нижней части (г/п Хмельницкое) и в верховье р. Черной (г/п Родниковое), которые выполняются ФГБУ «Крымское УГМС»⁵.

⁵ Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) : офиц. сайт. URL: <https://portal.eskigov.ru/fgis/267> (дата обращения: 21.09.2023)

В данной статье ограничимся разработкой НДС по привносу химических и взвешенных минеральных веществ.

С учетом требований действующей методики разработки НДС, на основе анализа региональных особенностей водных объектов и существующей системы мониторинга, были выявлены следующие недостатки информационного обеспечения разработки НДС:

1. На притоках р. Черной стационарные гидрологические посты исследуемых малых реках отсутствуют. В связи с этим имеет место проблема определения объемов речного стока по основным гидрологическим сезонам.

2. Не проводятся гидрохимические наблюдения на участках притоков р. Черной, не подверженных какой-либо антропогенной нагрузке, что не позволяет обосновать значения естественного гидрохимического фона дифференцированно для конкретных малых рек.

3. На территории исследования отсутствует система мониторинга и контроля диффузного загрязнения водных объектов, что не позволяет выделить и в полной мере учесть влияние диффузных источников на значения показателей качества вод и донных отложений.

В качестве исходных данных при разработке НДС использовались:

– данные государственного мониторинга качества воды водных объектов за 2017–2019 гг.;

– данные наблюдений Филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Республике Крым и ГФЗ Севастополе», Роспотребнадзора и основного водопотребителя – ГУПС «Водоканал» за качеством вод водоисточников за 2017–2019 гг.;

– данные о водопользователях (формы отчетности 2-ТП водхоз и справочники водопользователей по бассейну реки) за 2017–2019 гг.;

– данные государственного водного реестра о водных объектах бассейна;

– справочные, аналитические и научно-исследовательские материалы по бассейну р. Черной, соответствующие тематике данной работы;

– материалы, предоставленные Департаментом природных ресурсов и экологии г. Севастополя и другими организациями.

При выполнении исследования опирались на материалы по приоритетным загрязнителям и нормативам качества воды притоков р. Черной, опубликованных нами ранее [Азаренко, Осадчая, 2022]. Результирующие данные по ограничению допустимого воздействия по привносу химических и взвешенных минеральных веществ в р. Байдарку, в которую производится сброс всех групп источников, выделены в отдельную публикацию [Осадчая, Азаренко, 2023].

Ниже представлены результаты и обсуждение по остальным малым рекам ВХУ, привнос загрязняющих веществ в которые осуществляется потенциально управляемыми и неуправляемыми диффузными источниками.

Результаты и обсуждение

На начальном этапе исследования проведено ранжирование загрязняющих веществ по степени значимости для экологической системы водных объектов с учетом классов опасности веществ и имеющихся данных монито-

ринга 2016–2020 гг., включая гидробиологические показатели, качественно характеризующие состояние водной среды, а также определены нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) химических и взвешенных веществ в притоках р. Черной.

По степени опасности исследуемые показатели качества воды притоков р. Черной относятся к 3, 4 и 4-э классам для водных объектов рыбохозяйственного значения (приказ Федерального агентства по рыболовству от 04.08.2009 № 695)⁶; 2, 3 и 4 классам для поверхностных водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (СанПиН 1.2.3685-21)⁷. По результатам мониторинга для рек Байдарка и Сухая Речка характерен процесс эвтрофикации, который связан с постоянно растущей антропогенной нагрузкой на все малые реки Севастопольского региона.

С учетом изложенного, список загрязняющих веществ, привносимых в исследуемые водные объекты, в порядке снижения степени значимости для экологической системы притоков р. Черной ранжирован следующим образом: фосфаты, нитриты, аммоний-ион, БПК₅, взвешенные вещества, железо, марганец, медь, магний, кальций, никель, цинк, фенолы, сульфаты, АПАВ, нефтепродукты.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 58556-2019 сохранение экологических систем обеспечивается, если класс качества воды, определенный по базовому показателю антропогенной нагрузки (ПАН), не хуже II – «чистая»⁸.

Сравнение нормативов качества вод класса II с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 и приказа Минсельхоза РФ от 13.12.2016 № 552⁹ для ряда загрязняющих веществ (показателей) представлено в табл. 1.

Таблица 1

Нормативы качества вод водных объектов

Показатель	Нормативное значение для класса качества вод II – чистые (ГОСТ Р 58556-2019)	Норматив для водных объектов питьевого и хозяйственно-бытового водопользования (СанПиН 1.2.3685-21)	Норматив для водных объектов рыбохозяйственного значения Приказ Минсельхоза РФ от 13.12.2016 № 552)
Взвешенные в-ва природного происхождения, мг/дм ³	20–30	10*	10*
Железо общее, мг/дм ³	0,5–1	0,3	0,1
Марганец общий, мг/дм ³	0,05–0,1	0,1	0,01
Нитриты, мг/дм ³	0,002–0,005	3,0	0,08
Фосфаты, мг/дм ³	0,025–0,2	–	0,2
БПК ₅ , мг/дм ³	2–4	2,0	2,1

Примечание: * – принято для притоков р. Черной с учетом результатов мониторинга и нормативных требований^{4,5,6}

⁶ Приказ Федерального агентства по рыболовству от 04.08.2009 № 695. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902172637> (дата обращения: 21.09.2023)

⁷ Постановление об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» от 28.01.2021 № 2. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 21.09.2023)

⁸ ГОСТ Р 58556-2019. Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200168048> (дата обращения: 21.09.2023)

⁹ 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 Минсельхоза РФ от 13.12.2016 № 552. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 21.09.2023)

Анализ фактического состояния водных объектов по результатам мониторинга 2016–2020 гг. показал, что минимальное зарегистрированное содержание нитритов в воде притоков р. Черной составляет $0,02 \text{ мг/дм}^3$, систематически выявляются превышения ПДКр-х по данному показателю. Таким образом, экологический класс качества воды II по нитритам не может быть обеспечен и установление норматива более жесткого чем ПДКр-х не целесообразно.

С учетом изложенного, в качестве нормативов, включая и показатели, не вошедшие в табл. 1, для расчета НДВ приняты рыбохозяйственные ПДК. Исключение составил БПК₅, по этому показателю использован норматив для водных объектов питьевого и хозяйственно-бытового водопользования.

На следующем этапе были сформированы перечни приоритетных загрязнителей, подлежащих учету в составе НДВ дифференцированно для каждого притока р. Черной [Азаренко, Осадчая, 2022], из веществ, по которым в течение 5 лет регистрировались превышения ПДК, и дополнительно из веществ, значимых для экосистемы малых рек, по которым регистрировались превышения порога $0,5 \text{ ПДК}$. Взвешенные вещества и фосфаты были включены в приоритетные списки всех притоков независимо от наблюдаемых концентраций ввиду их большого экологического значения. Проведено ранжирование всех учтенных веществ по числу притоков, для которых регистрируется превышение нормативного или порогового значения. Выявлено, что превышения регистрируются практически для всех притоков по БПК₅, нитритам, фенолам, марганцу, железу и меди. Концентрации взвешенных веществ, превышающие 10 мг/л , отмечаются для 70 % исследуемых водных объектов.

При расчете НДВ исходили из того, что величина допустимого воздействия по привносу химических веществ $\text{НДВ}_{\text{хим}}$ зависит от гидрологического и гидрохимического режима водных объектов, а также режима функционирования источников загрязнения [Jain, Singh, 2003; Roderick, Farquhar, 2011]. В связи с этим расчет $\text{НДВ}_{\text{хим}}$ проводится дифференцированно по основным гидрологическим сезонам. Расходы воды в реке в летне-осенний межень период года 95%-ной обеспеченности рассматривались как наиболее неблагоприятные с позиций возможности разбавления загрязняющих веществ, также учитывалось, что в паводочный период года 50%-ной обеспеченности привносится наибольшее количество загрязняющих веществ от диффузных неуправляемых источников [Dzhamalov, Safronova, Telegina, 2017; Wu, 2007].

В силу вышеизложенного в работе приняты следующие допущения:

1. Величины общего объема стока ($W_{\text{уч}}$) для рек с зарегулированным стоком приняты согласно данным отчетов и паспортов прудов, предоставленных Департаментом природных ресурсов и экологии г. Севастополя. Для рек с незарегулированным стоком суммарные объемы годового стока получены расчетными методами путем соотношения площадей и стока определенной обеспеченности искомой реки и реки-аналога. В качестве реки-аналога принималась река в рамках исследуемого ВХУ с одинаковыми условиями формирования стока. Ежемесячный объем стока определен исходя из внутригодового распределения стока, приведенного в составе материалов, опубликованных нами ранее [Осадчая, Азаренко, 2023].

2. Данные по изъятию стока при расчете объема стока по периодам не учитывались в виду того, что для года 95%-ной обеспеченности в лимитирующий период сток отсутствует, в меженный период сток не превышает минимальный гарантированный расход. Целевое назначение изъятия стока для исследуемых рек – гидромелиорация земель, следовательно, в паводочном периоде года 50%-ной обеспеченности изъятие также не учитывалось.

3. Отсутствие наблюдательных постов на участках рек, не подверженных антропогенной нагрузке, не позволяет обосновать значения естественного гидрохимического фона, в связи с чем региональный фон концентраций загрязняющих веществ, при которых сохраняется экологическое благополучие водных объектов, используемый при расчетах $НДВ_{хим}$, принят на уровне минимальных наблюдаемых значений концентраций загрязняющих веществ.

В то же время следует отметить, что исследуемые реки имеют различные условия формирования стока, что определяется сложностью геологических и гидрогеологических условий горной части Крыма. Особенно сложные гидрогеологические условия в верховьях рассматриваемых рек, где бассейны трещинно-карстовых и трещинных вод приурочены к тектоническим структурам и носят пластово-блочный характер. В связи с этим питание рассматриваемых рек различное: снежно-дождевое, преимущественно подземное и смешанное. Именно существенно разные условия формирования стока дают основания считать, что при реализации программы мониторинга естественного гидрохимического фона малых рек будут выявлены значимые различия фоновых концентраций, подтверждающие необходимость расчета $НДВ$ отдельно для каждой реки.

4. В виду того что управляемый сброс в пределах исследуемых бассейнов малых рек отсутствует, возникает необходимость в сравнении с фактическими усредненными концентрациями, определяющими текущую нагрузку по привносу химических и взвешенных минеральных веществ от потенциально управляемых и неуправляемых диффузных источников.

5. Исходя из отсутствия системы мониторинга и контроля диффузного загрязнения водных объектов появляется необходимость в использовании расчетных характеристик. При расчете стока общая площадь территорий, на которой формируется загрязненный поверхностный сток, может быть определена по данным генерального плана землеустройства, который на сегодняшний день для ГФЗ Севастополь не утвержден, следовательно, сравнительный анализ нормативов $НДВ_{хим}$ с фактическим привносом массы загрязняющих веществ в водные объекты потенциально управляемыми и неуправляемыми диффузными источниками в данной работе не выполнялся.

Результаты расчета общего объема стока притоков р. Черной по расчетным участкам ($W_{уч}$) для лет 50 и 95%-ной обеспеченности приведены в табл. 2.

При расчете значения $НДВ_{хим}$ использован математический аппарат, представленный в Методических указаниях по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты, утвержденных приказом МПР России от 12.12.2007 № 328.

Результаты расчета $\text{НДВ}_{\text{хим}}$ для малых рек – притоков р. Черной по приоритетным загрязнителям в тоннах за расчетный период представлены в табл. 3 со следующими примечаниями: ПП – паводочный период, МП – межженный период, УГ – условный год, * – вещество не является приоритетным загрязнителем для притока.

Анализ результатов расчетов показал, что величины НДВ существенно отличаются по гидрологическим сезонам (до 48 раз), а также по каждому показателю загрязнения для разных притоков, что особенно ярко (более 10 раз) проявляется для рек Узунджа и Календа по БПК₅, железу, фенолам и фосфатам. Полученные результаты подтверждают необходимость дифференцированного нормирования допустимого воздействия на отдельные притоки р. Черной.

Заключение

Актуальность работы обусловлена объективной необходимостью оперативного управления и контроля качества воды малых рек Севастопольского региона, оценки соблюдения требований экологического законодательства с позиций ограничения антропогенной нагрузки. Однако при разработке НДВ для малых рек Севастопольского региона выявлены различного рода неопределенности.

1. Нормативно-методические. Отсутствует легитимный действующий документ по расчетам диффузного поверхностного стока. Наиболее надежно величину поверхностного склонового стока можно определить по данным наблюдений на стоковых площадках воднобалансовых (стоковых) станций, но на территории исследования они отсутствуют.

2. Информационные. В условиях отсутствия безвозмездного доступа к фондовым и оперативным материалам Росгидромета использование материалов мониторинга становится практически невозможным. Массивы данных в подавляющем большинстве случаев являются недостаточными, что снижает достоверность оценок нормируемых показателей. 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.

3. Масштабные. Реки обычно азональны, локальные особенности бассейнов могут играть существенную роль. При малой освещенности гидрохимическими данными различных частей бассейна проблематично определить границу отрезка расчетного участка, для которой типичны экстремально высокие природные концентрации того или иного химического вещества.

4. Целевые. Отсутствие наблюдательных постов на участках рек, не подверженных антропогенной нагрузке, не позволяет обосновать значения естественного гидрохимического фона. Определение регионального фона особенно важно для веществ двойного генезиса, поскольку на основании его допускается установление норм качества воды для расчетных ВХУ, что позволяет учесть местную гидрохимическую специфику. При этом региональный фон не является единственным критерием для установления норм качества воды, хотя он наиболее отвечает условиям экологического благополучия для конкретного водного объекта или его участка.

Таблица 2

Объем стока притоков р. Черной по расчетным участкам ($W_{\text{уч}}$) для лет 50 и 95%-ной обеспеченности

Расчетный участок (РУ)	Обеспеченность водности года, %	$W_{\text{ест}} + W_{\text{лиф}} - W_{\text{из}}$							$W_{\text{супр}}$			$W_{\text{уч}} = W_{\text{ест}} + W_{\text{лиф}} + W_{\text{супр}} - W_{\text{из}}$		
		Распределение стока боковой приточности по периодам, % от годового			Объем стока, млн м ³				Сброс сточных вод от точечных источников					
		паводочный (12-04)	меженный (05-08)	лимитирующий (09-11)	Год	по периодам			по периодам, млн м ³			по периодам, млн м ³		
						паводочный (12-04)	меженный (05-08)	лимитирующий (09-11)	паводочный (12-04)	меженный (05-08)	лимитирующий (09-11)	паводочный (12-04)	меженный (05-08)	лимитирующий (09-11)
р. Сухая Речка	50	91,5	*	*	4,650	4,255	*	*	0	*	*	4,255	*	*
	95	*	4,1	0,0	2,200	*	0,090	0,000	*	0	0	*	0,090	0,000
р. Узунджа	50	91,5	*	*	6,766	6,191	*	*	0	*	*	6,191	*	*
	95	*	4,1	0,0	3,193	*	0,130	0,000	*	0	0	*	0,130	0,000
р. Арманка	50	91,5	*	*	1,742	1,593	*	*	0	*	*	1,593	*	*
	95	*	4,1	0,0	0,822	*	0,034	0,000	*	0	0	*	0,034	0,000
р. Календа	50	91,5	*	*	0,498	0,456	*	*	0	*	*	0,456	*	*
	95	*	4,1	0,0	0,235	*	0,010	0,000	*	0	0	*	0,010	0,000
р. Бага Нижняя	50	91,5	*	*	3,093	2,830	*	*	0	*	*	2,830	*	*
	95	*	4,1	0,0	1,459	*	0,060	0,000	*	0	0	*	0,060	0,000
р. Бага Верхняя	50	91,5	*	*	0,939	0,859	*	*	0	*	*	0,859	*	*
	95	*	4,1	0,0	0,443	*	0,018	0,000	*	0	0	*	0,018	0,000
р. Боса	50	91,5	*	*	1,266	1,158	*	*	0	*	*	1,158	*	*
	95	*	4,1	0,0	0,597	*	0,024	0,000	*	0	0	*	0,024	0,000
р. Уркуста	50	91,5	*	*	3,190	2,919	*	*	0	*	*	2,919	*	*
	95	*	4,1	0,0	1,510	*	0,062	0,000	*	0	0	*	0,062	0,000
р. Уппа	50	91,5	*	*	1,310	1,198	*	*	0	*	*	1,198	*	*
	95	*	4,1	0,0	0,620	*	0,025	0,000	*	0	0	*	0,025	0,000
р. Ай-Тодорка	50	91,5	*	*	1,157	1,059	*	*	0	*	*	1,059	*	*
	95	*	4,1	0,0	0,301	*	0,012	0,000	*	0	0	*	0,012	0,000

Примечание: * данные не используются в дальнейших расчетах.

Таблица 3

НДВ_{хим} для притоков р. Черной (т/год)

РУ	Период	Нитриты	Фосфаты	Сульфаты	БПК ₅	Железо	Марганец	Медь	Фенолы	Взвешенные вещества	Магний	Кальций	Аммоний-ион
р. Сухая Речка	ПП	0,255300	0,638250	*	2,127500	0,212750	0,021275	0,002128	0,004255	21,275000	160,839000	*	*
	МП	0,005400	0,013500	*	0,045000	0,004500	0,000450	0,000045	0,000090	0,450000	3,402000	*	*
	УГ	0,260700	0,651750	*	2,172500	0,217250	0,021725	0,002173	0,004345	21,725000	164,241000	*	*
р. Узунджа	ПП	*	0,928650	*	3,095500	0,309550	0,030955	0,003096	0,006191	30,955000	*	*	*
	МП	*	0,019500	*	0,065000	0,006500	0,000650	0,000065	0,000130	0,650000	*	*	*
	УГ	*	0,948150	*	3,160500	0,316050	0,031605	0,003161	0,006321	31,605000	*	*	*
р. Арманка	ПП	0,095580	0,238950	*	0,796500	0,079650	0,007965	0,000797	0,001593	7,965000	60,215400	*	*
	МП	0,002040	0,005100	*	0,017000	0,001700	0,000170	0,000017	0,000034	0,170000	1,285200	*	*
	УГ	0,097620	0,244050	*	0,813500	0,081350	0,008135	0,000814	0,001627	8,135000	61,500600	*	*
р. Календа	ПП	0,027360	0,068400	*	0,228000	0,022800	0,002280	0,000228	0,000456	2,280000	*	2,280000	*
	МП	0,000600	0,001500	*	0,005000	0,000500	0,000050	0,000005	0,000010	0,050000	*	0,050000	*
	УГ	0,027960	0,069900	*	0,233000	0,023300	0,002330	0,000233	0,000466	2,330000	*	2,330000	*
р. Бага Нижняя	ПП	0,169800	0,424500	*	1,415000	0,141500	0,014150	0,001415	0,002830	14,150000	*	*	*
	МП	0,003600	0,009000	*	0,030000	0,003000	0,000300	0,000030	0,000060	0,300000	*	*	*
	УГ	0,173400	0,433500	*	1,445000	0,144500	0,014450	0,001445	0,002890	14,450000	*	*	*
р. Бага Верхняя	ПП	0,051540	0,128850	*	0,429500	0,042950	0,004295	0,000435	0,000859	4,295000	*	*	*
	МП	0,001080	0,002700	*	0,009000	0,000900	0,000090	0,000009	0,000018	0,090000	*	*	*
	УГ	0,052620	0,131550	*	0,438500	0,043850	0,004385	0,000439	0,000877	4,385000	*	*	*
р. Боса	ПП	0,069480	0,173700	105,378000	0,579000	0,057900	*	0,000579	0,001158	5,790000	43,772400	172,54200	*
	МП	0,001440	0,003600	2,184000	0,012000	0,001200	*	0,000012	0,000024	0,120000	0,907200	3,576000	*
	УГ	0,070920	0,177300	107,562000	0,591000	0,059100	*	0,000591	0,001182	5,910000	44,679600	176,11800	*

Окончание табл. 3

РУ	Период	Нитриты	Фосфаты	Сульфаты	БПК ₅	Железо	Марганец	Медь	Фенолы	Взвешенные вещества	Магний	Кальций	Аммоний-ион
р. Уркуста	ПП	0,175140	0,437850	*	1,459500	0,145950	0,014595	0,001460	0,002919	14,595000	*	*	1,313550
	МП	0,003720	0,009300	*	0,031000	0,003100	0,000310	0,000031	0,000062	0,310000	*	*	0,027900
	УГ	0,178860	0,447150	*	1,490500	0,149050	0,014905	0,001491	0,002981	14,905000	*	*	1,341450
р. Уппа	ПП	0,071880	0,179700	109,01800	0,599000	0,059900	0,005990	0,000599	0,001198	5,990000	45,284400	*	0,539100
	МП	0,001500	0,003750	2,275000	0,012500	0,001250	0,000125	0,000013	0,000025	0,125000	0,945000	*	0,011250
	УГ	0,073380	0,183450	111,29300	0,611500	0,061150	0,006115	0,000612	0,001223	6,115000	46,229400	*	0,550350
р. Ай-Годорка	ПП	0,063540	0,158850	96,369000	0,529500	0,052950	0,005295	0,000530	0,001059	5,295000	40,030200	157,79100	0,476550
	МП	0,000720	0,001800	1,092000	0,006000	0,000600	0,000060	0,000006	0,000012	0,060000	0,453600	1,7880000	0,005400
	УГ	0,064260	0,160650	97,461000	0,535500	0,053550	0,005355	0,000536	0,001071	5,355000	40,483800	159,57900	0,481950

Предложенные в работе допущения позволяют решать практические задачи управления в области использования и охраны водных объектов, но не снижают актуальности проведения мероприятий, направленных на совершенствование информационного обеспечения разработки НДВ для малых рек Севастопольского региона, включая:

– организацию доступа к первичной информации по гидрологическим и гидрохимическим постам Росгидромета для целевых пользователей на сайте ФГБУ «Крымское УГМС»;

– проведение ежемесячных измерений гидрохимических показателей во всех створах притоков р. Черной с 2024 по 2028 г. для корректировки на основе полученных результатов программы мониторинга;

– обоснование мест расположения и организацию на постоянной основе систематических гидрохимических наблюдений в фоновых створах;

– обоснование мест расположения створов и организацию систематических гидрохимических наблюдений в зонах влияния диффузных источников загрязнения в 2024 г. для решения вопроса о степени воздействия на качество речной воды поверхностного стока с территорий населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий, а также о необходимости включения указанных створов в Территориальную систему наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных водных объектов г. Севастополя.

Реализация предлагаемых мероприятий будет способствовать повышению эффективности управления водными объектами 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.

Изменчивость солености воды устьевого взморья реки Черной (Севастопольский регион) в современный климатический период / С. В. Наривончик, Р. Я. Миньковская, Н. Н. Дьяков [и др.] // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022. Т. 4, № 4. С. 359–379.

Каширина Е. С., Голубева Е. И. Природопользование на особо охраняемых природных территориях Крымского полуострова // Известия РАН. Серия географическая. 2016. № 5. С. 91–97.

Клименко О. А., Косолапов А. Е. Усовершенствованный подход к установлению нормативов допустимого воздействия по привносу в водный объект химических веществ // Водное хозяйство России. 2013. № 2. С. 55–68.

Ларина Т. Г. Природно-антропогенный комплекс заказника «Байдарский». Симферополь: Н. Ореанда, 2008. 56 с.

Носаль А. П., Шубарина Т. В., Логинова В. Т. Проблемы разработки нормативов допустимого воздействия на водные объекты по отдельным видам воздействия // Водное хозяйство России. 2010. № 6. С. 18–34.

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.

Петрова Т. В. Проблемы нормирования воздействия на окружающую среду в российском законодательстве // Правоведение. 2018. Т. 62, № 4. С. 640–650.

Dojlido J., Best G. A. Chemistry of Water and Water Pollution. New York: Ellis Horwood Limited, 1993. 364 p.

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.

Dzhamalov R. G., Safronova T. I., Telegina E. A. Annual distribution of river runoff with estimated contribution of winter low-water season // *Water Resources*. 2017. Vol. 44, N 6. P. 785-792. <https://doi.org/10.1134/S0097807817060045>

Greenwood N. N., Earnshaw A. Chemistry of the Elements. Second Edition. Butterworth-Heinemann, 1997. 1359 p.

Ivankova T. V. Application of Soft Fabric Structures for Improvement of the Selective Irrigation Intake of the Partisan Water Reservoir // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/272/3/032051>

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

Roderick M. L., Farquhar G. D. A simple framework for relating variations in runoff to variations in climatic conditions and catchment properties // *Water Resour. Res.* 2011. N 47. P. 1–11. <https://doi.org/10.1029/2010WR009826>

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

Swartjes F. Introduction to contaminated site management // *Dealing with contaminated sites* / ed. F. A. Swartjes. Dordrecht, Netherlands : Springer, 2011. P. 3–89.

Wu W. Computational River Dynamics. CRC Press, 2007. 509 p.

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 control systems], 2022, no. 4 (50), pp. 104-111. (in Russian)

Narivonchik S.V., Min'kovskaya R.Ya., D'yakov N.N. et al. Izmenchivost' solyonosti vody ust'evogo vzmor'ya reki Chyornoj (Sevastopol'skij region) v sovremennyj klimaticheskij period [Variability of the water salinity at the estuary of the Chernaya river (Sevastopol region) in the modern climatic period]. *Gidrosfera. Opasnye processy i yavleniya* [Hydrosphere. Hazardous processes and phenomena], 2022, vol. 4, no. 4, pp. 359-379. (in Russian)

Kashirina E.S., Golubeva E.I. Prirodopol'zovanie na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah Krymskogo poluostrova [Natural resource use in specially protected areas of the Crimean Peninsula]. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya* [News of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series], 2016, no. 5, pp. 91-97. (in Russian)

Klimenko O.A., Kosolapov A.E. Uovershenstvovannyj podhod k ustanovleniju normativov dopustimogo vozdejstviya po privnosu v vodnyj obekt himicheskikh veshhestv [An improved approach to establishing permissible impact standards for the introduction of chemical substances into a water body]. *Vodnoe hozjajstvo Rossii* [Water management of Russia], 2013, no. 2, pp. 55-68. (in Russian)

Larina T.G. *Prirodno-antropogennyj kompleks zakaznika «Bajdarskij»* [Natural-anthropogenic complex of the Baydarsky reserve]. Simferopol', N. Oreanda, 2008, 56 p.

Nosal' A.P., Shubarina T.V., Loginova V.T. Problemy razrabotki normativov dopustimogo vozdejstviya na vodnye obekty po otdel'nym vidam vozdejstviya [Problems of developing standards for permissible impact on water bodies for certain types of impact]. *Vodnoe hozjajstvo Rossii* [Water Management of Russia], 2010, no. 6, pp. 18-34. (in Russian)

Osadchaya L.I. Azarenko E.I. Ogranichenie dopustimogo vozdejstviya po privnosu himicheskikh i vzheshennyh mineral'nyh veshchestv na malye reki Sevastopolskogo 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 control systems], 2023, no. 2 (52), pp. 67-72. (in Russian)

Petrova T.V. Problemy normirovaniya vozdejstviya na okruzhayushchuyu sredyu v rossijskom zakonodatelstve [Problems of environmental impact regulation in Russian legislation]. *Pravovedenie* [Jurisprudence], 2018, vol. 62, no. 4, pp. 640-650. (in Russian)

Dojlido J., Best G.A. *Chemistry of Water and Water Pollution*. New York, Ellis Horwood Limited, 1993, 364 p.

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.

Dzhamalov R.G., Safronova T.I., Telegina E.A. Annual distribution of river runoff with estimated contribution of winter low-water season. *Water Resources*, 2017, vol. 44, no. 6, pp. 785-792. <https://doi.org/10.1134/S0097807817060045>

Greenwood N.N., Earnshaw A. *Chemistry of the Elements. Second Edition*. Butterworth-Heinemann, 1997, 1359 p.

Ivankova T.V. Application of Soft Fabric Structures for Improvement of the Selective Irrigation Intake of the Partisan Water Reservoir. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/272/3/032051>

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

Roderick M.L., Farquhar G.D. A simple framework for relating variations in runoff to variations in climatic conditions and catchment properties. *Water Resour. Res.*, 2011, no. 47, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1029/2010WR009826>

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

Swartjes F. Introduction to contaminated site management (Ed. by F.A. Swartjes). *Dealing with contaminated sites*. Dordrecht, Netherlands, Springer, 2011, pp. 3-89.

Wu W. *Computational River Dynamics*. CRC Press, 2007, 509 p.

Сведения об авторах

Осадчая Лилия Ивановна

кандидат географических наук, доцент
кафедры техногенной безопасности
и метрологии
Севастопольский государственный
университет
Россия, 299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
e-mail: lila1809@mail.ru

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

Ничкова Лариса Александровна

кандидат технических наук, заведующий
кафедрой Техногенной безопасности и
метрологии Севастопольский
государственный университет
Россия, 299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
e-mail: nichkova@sevsu.ru

Information about the authors

Osadchaya Lilia Ivanovna

Candidate of Sciences (Geography),
Associate Professor at the Department
of Technogenic Safety and Metrology
Sevastopol State University
33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053,
Russian Federation
e-mail: lila1809@mail.ru

Azarenko Elena Igorevna

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

Nichkova Larisa Alexandrovna

Candidate of Sciences (Technics), Head of
Department of Technogenic Safety and
Metrology
Sevastopol State University
33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053,
Russian Federation
e-mail: nichkova@sevsu.ru

Код научной специальности: 1.6.16

Статья поступила в редакцию **21.09.2023**; одобрена после рецензирования **26.10.2023**; принята к публикации **11.03.2024**

The article was submitted **September, 21, 2023**; approved after reviewing **October, 26, 2023**; accepted for publication **March, 11, 2024**