

DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-3-381-389

EDN: VQUMGP

УДК 504.06

Научная статья / Research article

Влияние зарегулирования стока на гидрохимические показатели воды малых рек на примере р. Теплая Саратовской области

А.А. Фомина✉, К.В. Шеина, О.В. Абросимова 

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов, Российская Федерация*

✉fomina-aa@mail.ru

Аннотация. Малые реки чрезвычайно чувствительны к любой антропогенной деятельности, в том числе зарегулированию стока, и выполняют роль своеобразных индикаторов экологического состояния природных комплексов. В основном хорошо изучены крупные реки, а малые водотоки практически не исследуются, хотя имеют важное хозяйственное значение. Для р. Теплая Саратовской области была дана эколого-географическая характеристика, выявлены источники антропогенной нагрузки на водоем, проведен анализ степени изученности и фоновых показателей рек данного бассейна. На примере р. Теплая рассмотрено влияние зарегулирования малой реки плотиной на ряд физико-химических параметров качества природной воды. Установлено, что температура воды в реке Теплая в осенний период до зарегулирования стока была постоянной величиной, а после плотины увеличивалась к последнему по течению месту отбора. Водородный показатель изменялся в пределах 7,5–8,4, общая минерализация воды последовательно повышалась на исследованном участке реки (0,66–1,08 г/дм³). Показано, что содержание ионов аммония и нитритов было значительно выше санитарно-гигиенических нормативов, что указывает на равномерный характер свежего органического загрязнения воды данного участка реки. Установлено повышение концентрации хлоридов в последнем из каскада прудов – практически в 1,5 раза по сравнению с вышерасположенными точками отбора, что, однако, не превысило нормативные значения.

Ключевые слова: малые реки, река Теплая, качество воды, гидрохимические показатели, антропогенная нагрузка, зарегулирование стока

© Фомина А.А., Шеина К.В., Абросимова О.В., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

История статьи: поступила в редакцию 25.05.2022; доработана после рецензирования 25.10.2022; принята к публикации 20.02.2023.

Для цитирования: Фомина А.А., Шеина К.В., Абросимова О.В. Влияние зарегулирования стока на гидрохимические показатели воды малых рек на примере р. Теплая Саратовской области // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. Т. 31. № 3. С. 381–389. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2023-31-3-381-389>

Influence of runoff regulation on hydrochemical indicators of water in small rivers on the example of the Teplaya river in the Saratov region

Alla A. Fomina✉, Kristina V. Sheina, Olga V. Abrosimova^{ID}

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russian Federation

✉fomina-aa@mail.ru

Abstract. Small rivers are extremely sensitive to any anthropogenic activity, including runoff regulation, and serve as a kind of indicator of the ecological state of natural complexes. In general, large rivers are well studied, and small water bodies are practically not studied, although they are of great economic importance. For Teplaya river of the Saratov region was given an ecological and geographical characteristic, sources of anthropogenic load on the reservoir were identified, an analysis was made of the degree of knowledge and background indicators of the rivers of this basin. On the example of Teplaya river effect of runoff regulation of a small river by a dam on a number of physical and chemical parameters of pond water quality is considered. It has been established that the water temperature in the Teplaya river in the autumn period before the runoff regulation was a constant value, and after the dam it increased to the last sampling point downstream. The hydrogen index varied within 7.5-8.4, the total mineralization of water consistently increased in the studied section of the river (0.66-1.08 g/dm³). It is shown that the content of ammonium ions and nitrites was much higher than the sanitary and hygienic standards, which indicates the uniform nature of fresh organic water pollution in this section of the river. An increase in the concentration of chlorides in the last of the cascade of ponds was established – almost 1.5 times compared to the higher sampling points, which, however, did not exceed the standard values.

Keywords: small rivers, Teplaya river, water quality, hydrochemical indicators, anthropogenic pressure, runoff regulation

Authors' contributions: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Article history: received 25.05.2022; revised 25.09.2022; accepted 20.02.2023.

For citation: Fomina AA, Sheina KV, Abrosimova OV. Influence of runoff regulation on hydrochemical indicators of water in small rivers on the example of the Teplaya river in the Saratov region. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2023;31(3):381–389. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2023-31-3-381-389>

Введение

Малые реки являются важной частью гидрографической сети и наиболее распространенным типом водных объектов. Все малые водотоки чрезвычайно чувствительны к любой антропогенной деятельности, изменяющей природные условия территории бассейна реки [1; 2]. Они в первую очередь реагируют на хозяйственную деятельность человека, такую как вырубка лесов, распашка полей, осушение и орошение земель. Протекая по территориям населенных пунктов, малые реки загрязняются стоками промышленных и коммунальных хозяйств, а также стоками с сельскохозяйственных полей, животноводческих комплексов и ферм. Высока степень загрязнения выбросами автотранспорта водотоков, пересекаемых дорогами и мостовыми переходами. В результате строительства плотин и водохранилищ зарегулирован сток большинства рыбохозяйственных рек. Плотины резко изменяют гидрологические характеристики водоема и условия миграций рыб, происходит исчезновение или резкое сокращение численности и ареалов рыб. Сложный характер имеет влияние лесных вырубок и образование гарей на водность рек и нарушение речного стока¹. Малые реки формируют сток больших рек и определяют качество их воды, поэтому изменение режима малых рек приводит к изменению гидрологического режима больших рек [1].

Малые реки быстро реагируют на все изменения и, таким образом, выполняют роль своеобразных индикаторов экологического состояния природных комплексов, а также играют значительную средообразующую и хозяйственную роль.

Целью исследования являлось изучение влияния зарегулирования стока на гидрохимические показатели качества воды реки Теплая, являющейся притоком реки Чардым Саратовской области.

Водосбор реки Чардым находится на восточном склоне Приволжской возвышенности в Саратовской области. Протекает Чардым в Новобурасском, Саратовском и Воскресенском районах Саратовской области, впадает в Волгоградское водохранилище примерно в 40 км севернее г. Саратова. Согласно государственному водному реестру России месторасположение реки Теплая – 29 км по левому берегу реки Чардым – имеет длину 20 км и водосборную площадь – 195 км².

Бассейн Чардыма – один из наиболее интересных в природном и рекреационном отношении в Саратовском Поволжье. Для данной местности характерны ступенчатый рельеф и богатый ландшафтный покров [3]. Почвы весьма

¹ Научно-прикладной справочник: основные гидрологические характеристики рек бассейна Нижней Волги / под ред. В.Ю. Георгиевского. Ливны: ГГИ, 2015. 129 с.

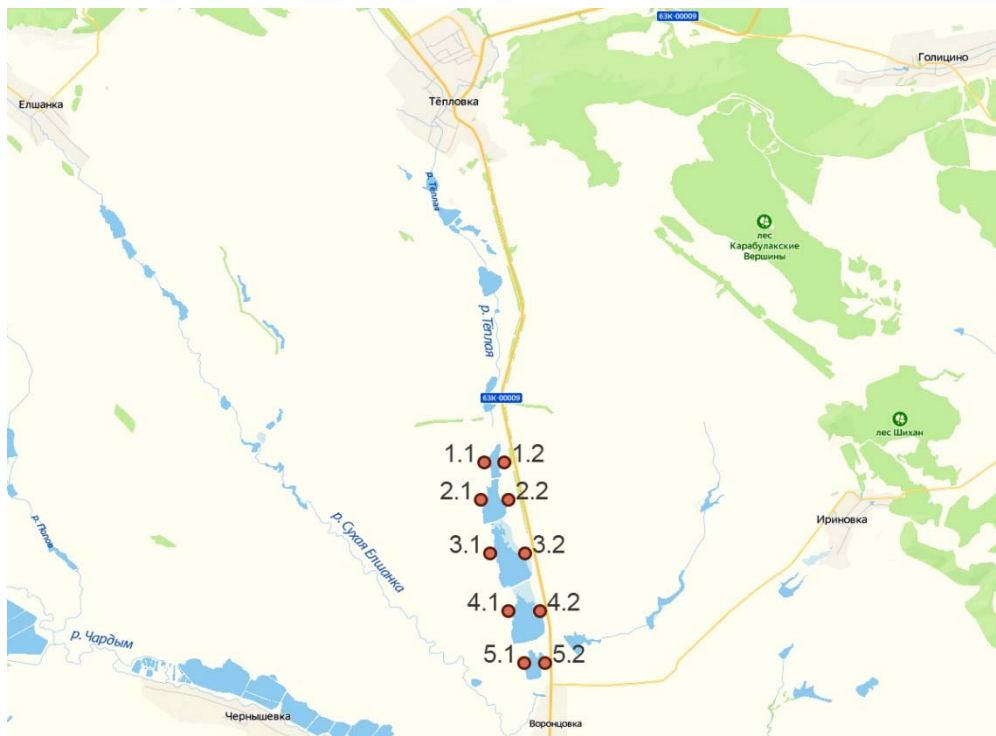
разнообразны – от серых лесных до обыкновенных черноземов, преобладают выщелоченные черноземы. Климат умеренно-континентальный.

Согласно данным докладов о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области (2015–2020 гг.), постоянные наблюдения за качеством вод малых рек осуществляют на семи гидрохимических постах. Регулярные исследования качества воды реки Чардым и ее притоков (река Теплая) не проводятся и существуют лишь отрывистые данные об экологическом состоянии водного объекта.

Материалы и методы

Отбор проб воды проводился в октябре 2019 г. на реке Теплая (левом притоке реки Чардым) вблизи села Тепловка в Новобурасском районе Саратовской области. В настоящее время в районе реки Теплая ведут свою деятельность предприятия стройиндустрии (выпуск асфальтобетона, добыча и первичная обработка известняка и гипсового камня). В расположенном вблизи селе находятся фермерские хозяйства.

Водные пробы отбирали согласно ГОСТ 31861–2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» в пяти точках водного объекта с двух противоположных берегов, поэтому в нумерации точек присутствуют подразделы 1 и 2, обозначающие разные берега места отбора (рис.).



Расположение точек отбора проб воды из реки Теплая
(координаты 52.019063, 46.151770) /
Location of water sampling points from the Teplaya river
(coordinates 52.019063, 46.151770)

На исследуемой территории берега являлись пологими, крутых склонов не наблюдалось. На реке Теплая установлена земляная плотина для создания сети проточных прудов и разведения рыб, таких как карп, толстолобик, речной окунь. Известно, что плотины существенно влияют на водоемы и прилегающие территории: изменяются режим стока реки, температура воды, затрудняется миграция рыб, меняется микроклимат прибрежных территорий. Плотина находится между вторым и третьим пунктом отбора проб воды. В нижних точках отбора проб отмечено наибольшее зарастание искусственных прудов высшей водной растительностью.

Анализ проб воды был выполнен в лаборатории кафедры экологии и техноферной безопасности Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. В ходе исследования водного объекта определяли ряд органолептических и физико-химических параметров проб воды для оценки степени загрязнения и качества природной вод.

Температуру воды определяли исключительно в момент отбора проб ртутным термометром с ценой деления 0,1 °С, мутность воды измеряли турбидиметрическим методом, цветность фотометрически относительно хром-кобальтовой шкалы на спектрофотометре КФК-3. Водородный показатель и общую минерализацию воды анализировали на рН-метре (Hanna). Определение перманганатной окисляемости проводили согласно ГОСТ 23268.12-78. Фотометрическими методами определяли ионы аммония в реакции с реактивом Несслера, нитриты с помощью реактива Грисса, нитраты в реакции с салицилатом натрия, фосфат-ионы с молибдатом аммония. Хлориды в исследуемых пробах находили в результате аргентометрического определения по методу Мора [2; 3].

Биотестирование природной воды проводили с помощью стандартного тест-объекта – дафний (*Daphnia magna* Straus). Аспектом острой токсичности служит гибель 50 % и более дафний за 48 ч в исследуемой пробе при условии, что в контрольном эксперименте все рачки сохраняют свою жизнеспособность согласно методике ПНД Ф Т 16.1:2:3:3.9-06.

Полученные данные обрабатывались с применением стандартных статистических методов.

Обсуждение результатов

Сравнительный анализ качества воды проводили, используя показатели качества воды из нормативных документов для вод водных объектов рыбохозяйственного значения² и вод водных объектов – источников

² Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 г. № 45203) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (дата обращения: 21.01.2022).

питьевого и хозяйственно-питьевого водопользования и рекреационного водопользования³.

В ходе исследований установлено, что температура природной воды в реке Теплая в исследуемый период изменялась от +7 до +9 °С: до зарегулирования стока была постоянной величиной, а после плотины увеличивалась к последнему по течению месту отбора. Согласно многолетним исследованиям [8], в течение года температура воды в реках бассейна Чардым изменяется в пределах от 3,5 °С зимой до 28 °С летом.

Образование пленок нефтепродуктов, масел и жиров на поверхности воды в речной воде не обнаружено. Все исследуемые пробы воды реки Теплая обладали мутностью и цветностью на границе верхних значений нормативов, что является положительным показателем, так как мутная вода способствует стимуляции роста бактерий и эвтрофикации водоемов. Известно, что изменение таких показателей, как цветность, мутность, носит сезонный характер [7].

Выявлено, что общая минерализация воды последовательно повышалась на исследованном участке реки вниз по течению (0,66–1,08 г/дм³), и природная вода является слабоминерализованной (табл.). Известно, что речные воды системы Волги относятся почти целиком к карбонатному классу с минерализацией от 0,2 до 1 г/дм³. Минерализация воды река Теплая также могла повышаться за счет зарегулирования водного стока.

Кислотность воды в точках отбора проб воды на реке Теплая в среднем колебалась от 7,4 до 8,4, классифицирует водоток как нейтральный или слабощелочной. Согласно [7] водородный показатель должен соответствовать фоновому значению показателя для воды водного объекта рыбохозяйственного значения. По данным А.Н. Чумаченко с соавт. [3] реакция воды реки Чардым в нескольких точках от истока до устья находилась в пределах 7,7...8,1 с тенденцией к щелочному рН, что согласуется с нашими результатами.

Перманганатная окисляемость является единственным показателем химического потребления кислорода (ХПК), регламентирующим качество питьевой воды и, согласно⁴ СанПиН 1.2.3685–21, составляет не более 5–7 мг О₂/дм³. Величина окисляемости природных вод может варьироваться в широких пределах от долей миллиграммов до десятков миллиграммов О₂ на литр воды. Согласно результатам исследований, перманганатная окисляемость не превышала нормативные показатели во всех точках отбора проб воды.

³ СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». URL: <https://base.garant.ru/400274954/> (дата обращения: 21.01.2022).

⁴ Там же.

Установлено, что максимальные значения содержания ионов аммония в пробах воды отмечены в точках 1.1 и 1.2, отобранной из реки до зарегулирования стока, а также в точках 5.1. и 5.2, последнем месте отбора ниже по течению реки. Установлено шестикратное превышение рыбохозяйственного ПДК. Повышенное содержание аммония в воде может быть причиной неприятного запаха у последнего места отбора. Показано, что содержание нитритов значительно выше санитарно-гигиенических нормативов во всех точках отбора. Содержание нитратов в воде после плотины изменялось к третьему пруду из каскада: концентрация уменьшалась практически в 2 раза. Полученные результаты по азотсодержащим веществам свидетельствуют о накоплении отходов жизнедеятельности разводимых в сети прудов рыб либо о нерационально проведенном процессе унавоживания (или удобрения) данных прудов, а также могут являться результатом выпаса скота на близкорасположенных пастбищах или стока минеральных удобрений с полей.

Результаты измерения гидрохимических показателей воды реки Теплая Саратовской области

| Показатель | Пробы воды | | | | | | | | | | Норматив согласно* | Норматив согласно СанПиН 1.2.3685-21 |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------------------------|
| | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 4.1 | 4.2 | 5.1 | 5.2 | | |
| pH | 8.4± 0.5 | 8.2± 0.6 | 8.1± 0.8 | 8.1± 0.7 | 7.5± 0.6 | 8.0± 0.8 | 8.4± 0.3 | 8.2± 0.5 | 7.5± 0.7 | 7.6± 0.3 | – | 6.0-9.0 |
| Минерализация, г/дм ³ | 0.66± 0.02 | 0.67± 0.02 | 0.7± 0.01 | 0.78± 0.03 | 0.78± 0.05 | 0.84± 0.04 | 0.84± 0.03 | 0.9± 0.01 | 1.05± 0.06 | 1.08± 0.04 | – | <1 (1.5)** |
| Перманганатная окисляемость, мг O ₂ /дм ³ | 1.4± 0.14 | 0.8± 0.08 | 1.2± 0.12 | 3.1± 0.20 | 2.5± 0.21 | 1.6± 0.10 | 1.8± 0.07 | 1.6± 0.15 | 0.9± 0.03 | 1.2± 0.14 | – | >5 (7)** |
| Аммоний-ион, NH ₄ ⁺ , мг/дм ³ | 3.2± 0.31 | 3.3± 2.9 | 2.4± 0.18 | 1.1± 0.16 | 1.4± 0.20 | 1.7± 0.14 | 2.6± 0.11 | 1.9± 0.15 | 2.3± 0.12 | 3.0± 0.32 | <0.5 | <1.5 <2.0** |
| Нитрат-анион, NO ₃ ⁻ , мг/дм ³ | 0.52± 0.05 | 0.54± 0.05 | 0.4± 0.04 | 0.16± 0.02 | 0.22± 0.02 | 0.26± 0.03 | 0.42± 0.04 | 0.14± 0.01 | 0.32± 0.03 | 0.66± 0.07 | <40 | <45 |
| Нитрит-анион, NO ₂ ⁻ , мг/дм ³ | 5.0± 0.5 | 3.8± 0.5 | 5.0± 0.6 | 2.6± 0.3 | 5.0± 0.6 | 5.2± 2.5 | 3.8± 0.4 | 4.4± 1.6 | 5.8± 0.6 | 4.2± 0.4 | <0.08 | <3.0 |
| Хлорид-анион, Cl ⁻ , мг/дм ³ | 165± 6.5 | 135± 5.4 | 128± 5.4 | 110± 3.2 | 157± 6.5 | 154± 5.5 | 157± 7.1 | 246± 7.7 | 220± 5.5 | 231± 7.2 | <300 | <350 |
| Фосфат-анион, PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³ | 0.002± 0.0002 | 0.002± 0.0001 | 0.003± 0.0002 | 0.002± 0.0003 | 0.002± 0.0003 | 0.002± 0.0001 | 0.001± 0.0001 | 0.001± 0.0001 | 0.002± 0.0003 | 0.001± 0.0003 | <0.2 | <0.0001 (P) |

* Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 г. № 45203) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (дата обращения: 21.01.2022).

** Норматив указан для воды питьевой централизованного водоснабжения, в скобках – для воды питьевой нецентрализованного водоснабжения.

Results of measuring hydrochemical indicators water from the Teplya river in the Saratov region

| Parameter | Water samples | | | | | | | | | | Standard from* | Standard from SanPiN 1.2.3685-21 |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------------------------|
| | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 4.1 | 4.2 | 5.1 | 5.2 | | |
| pH level | 8.4± 0.5 | 8.2± 0.6 | 8.1± 0.8 | 8.1± 0.7 | 7.5± 0.6 | 8.0± 0.8 | 8.4± 0.3 | 8.2± 0.5 | 7.5± 0.7 | 7.6± 0.3 | – | 6.0-9.0 |
| Mineralization, g/dm ³ | 0.66± 0.02 | 0.67± 0.02 | 0.7± 0.01 | 0.78± 0.03 | 0.78± 0.05 | 0.84± 0.04 | 0.84± 0.03 | 0.9± 0.01 | 1.05± 0.06 | 1.08± 0.04 | – | <1 (1.5)** |
| Permanganate oxidizability, mg O ₂ / dm ³ | 1.4± 0.14 | 0.8± 0.08 | 1.2± 0.12 | 3.1± 0.20 | 2.5± 0.21 | 1.6± 0.10 | 1.8± 0.07 | 1.6± 0.15 | 0.9± 0.03 | 1.2± 0.14 | – | >5 (7)** |
| Ammonium ion, NH ₄ ⁺ , mg/dm ³ | 3.2± 0.31 | 3.3± 2.9 | 2.4± 0.18 | 1.1± 0.16 | 1.4± 0.20 | 1.7± 0.14 | 2.6± 0.11 | 1.9± 0.15 | 2.3± 0.12 | 3.0± 0.32 | <0.5 | <1.5 <2.0** |
| Nitrates, NO ₃ ⁻ , mg/dm ³ | 0.52± 0.05 | 0.54± 0.05 | 0.4± 0.04 | 0.16± 0.02 | 0.22± 0.02 | 0.26± 0.03 | 0.42± 0.04 | 0.14± 0.01 | 0.32± 0.03 | 0.66± 0.07 | <40 | <45 |
| Nitrites, NO ₂ ⁻ , mg/dm ³ | 5.0± 0.5 | 3.8± 0.5 | 5.0± 0.6 | 2.6± 0.3 | 5.0± 0.6 | 5.2± 2.5 | 3.8± 0.4 | 4.4± 1.6 | 5.8± 0.6 | 4.2± 0.4 | <0.08 | <3.0 |
| Chlorides, Cl ⁻ , mg/dm ³ | 165± 6.5 | 135± 5.4 | 128± 5.4 | 110± 3.2 | 157± 6.5 | 154± 5.5 | 157± 7.1 | 246± 7.7 | 220± 5.5 | 231± 7.2 | <300 | <350 |
| Phosphates, PO ₄ , mg/dm ³ | 0.002± 0.0002 | 0.002± 0.0001 | 0.003± 0.0002 | 0.002± 0.0003 | 0.002± 0.0003 | 0.002± 0.0001 | 0.001± 0.0001 | 0.001± 0.0001 | 0.002± 0.0003 | 0.001± 0.0003 | <0.2 | <0.0001 (P) |

* Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 13.12.2016 No. 552 «On approval of water quality standards of water bodies of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance» (registered with the Ministry of Justice of Russia on 13.01.2017 No. 45203) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (accessed: 01/21/2022).

** The standard is indicated for drinking water from centralized water supply, in brackets – for drinking water from non-centralized water supply.

Содержание фосфатов было постоянной величиной на всем протяжении исследуемого участка реки и значительно ниже по сравнению с рыбохозяйственным нормативом. Концентрация хлоридов после зарегулирования стока практически не менялась, однако в последнем из каскада прудов установлено значительное повышение концентрации практически в 1,5 раза по сравнению с вышерасположенными точками отбора. Значения содержания хлоридов достаточно большие (110–246 мг/дм³) по сравнению с данными других исследователей [3; 6] по реке Чардым и его притокам. Следует отметить, что данный показатель наиболее изменчивый в пространственной, сезонной и даже суточной динамике, и именно в осеннее время концентрации хлоридов максимальны для рек бассейна Чардым [6–7].

Проведенное биотестирование речной воды с использованием в качестве тест-объекта дафний магна показало, что все без исключения пробы природной воды не обладали острой токсичностью. Единичные случаи гибели дафний в опытных пробах отмечены в воде, отобранной из точки 1.1, распо-

ложенной ближе всего к селу Тепловка. В условиях постоянной антропогенной нагрузки на водные объекты важное значение имеет биотестирование воды для прогнозирования различных по природе воздействий и их комбинированного действия.

Заключение

На малых реках пруды с земляными плотинами получали достаточно широкое распространение. Во время половодий такие плотины могут прорываться, продукты их размыва откладываются уже в руслах ниже по течению и способствуют их заилению. В межень такой сток может полностью отсутствовать, пока не происходит его восстановление за счет грунтовых вод и притоков. Зарегулирование стока разрушает функциональные связи между всеми звеньями экосистемы и приводит к нарушению саморегуляции водных экосистем. В проведенных исследованиях реки Теплая, протекающей в Новобурасском районе Саратовской области и зарегулированной плотиной ниже поселка Тепловка, показана важная роль азотсодержащих веществ и хлоридов. Изменение содержания в воде минеральных форм азота носит достаточно сложный характер и свидетельствует о затрудненном процессе нитрификации. Чрезмерное накопление биогенных соединений связано как с зарегулированием стока, так и с их поступлением в результате хозяйственной деятельности на реке и указывает на недавнее загрязнение воды органическими веществами. Высокая степень насыщенности воды биогенными элементами может привести к качественной деградации водного объекта.

Список литературы

- [1] *Ткачев Б.П., Булатов В.И.* Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: аналит. обзор. ГПНТБ СО РАН: Новосибирск, 2002. 114 с.
- [2] *Смирнова М.В., Батанина А.И.* Исследование роли природных и антропогенных факторов в формировании качества воды малых рек на примере р. Велетьмы Нижегородской области // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2021. Т. 29. № 2. С. 162–173. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2021-29-2-162-173>
- [3] *Чумаченко А.В., Гусев В.А., Данилов В.З., Макаров В.А., Затонский В.А., Пичугина Н.В. и др.* Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод бассейна реки Чардым Саратовской области // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия науки о Земле*. 2016. № 16 (2). С. 93–98. <http://doi.org/10.18500/1819-7663-2016-16-2-93-97>
- [4] *Никаноров А.М.* Гидрохимия: учебник. СПб.: Гидрометеоздат, 2001. 444 с.
- [5] *Пименова Е.В.* Химические методы анализа в мониторинге водных объектов. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. 138 с.
- [6] *Бочкарева Е.А., Беляченко А.А.* Пространственная изменчивость химического состава воды реки Чардым // *Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова*. 2013. № 3. С. 12–17.
- [7] *Абдюкова Э.А., Хаббибулин Р.Р.* Информативность гидрохимических показателей в системе мониторинга малых рек // *Башкирский химический журнал*. 2009. Т. 16. № 2. С. 173–177.

References

- [1] Tkachev BP, Bulatov VI. *Small rivers: state-of-the act and ecological problems: analytical review*. Novosibirsk: SPSTL SB RAS; 2002. 144 p.
- [2] Smirnova MV, Batanina AI. Study of the role of natural and anthropogenic factors in the formation of water quality in small rivers on the example of the Veletma river in the Nizhny Novgorod region. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2021;29(2):162–173. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2021-29-2-162-173>
- [3] Chumachenko AV, Gusev VA, Danilov VZ, Makarov VA, Zatonsky VA, Pichugina NV, et al. Geocological Assessment of Quality of a Surface Water of a River Basin Chardym in the Saratov Region. *Series: Earth Sciences*, 2016;16(2):93–97. <http://doi.org/10.18500/1819-7663-2016-16-2-93-97>
- [4] Nikanorov AM. *Hydrochemistry*: textbook. Saint Petersburg: Gidrometeoizdat; 2001. 444 p.
- [5] Pimenova EV. *Chemical methods of analysis in the monitoring of water objects* Perm: Publishing House of PSAA; 2011. 138 p.
- [6] Bochkareva EA, Belyachenko AA. Territorial heterogeneity of chemical compound of water of the Chardym river. *Saratov State Vavilov Agrarian University*. 2013;(03):12–17.
- [7] Abdyukova EA, Khabibullin RR. Informity of hydrochemical parameters in system of monitoring of the small rivers. *Bashkir chemistry journal*. 2009;16(2):173–177.

Сведения об авторах:

Фомина Алла Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии и техносферной безопасности, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Российская Федерация, 410054, Саратов, Политехническая ул., 77. eLibrary SPIN-код 5743-9628; AuthorID: 671316. E-mail: fomina-aa@mail.ru

Шейна Кристина Витальевна, студент 4-го курса направления «Экология и природопользование», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Российская Федерация, 410054, Саратов, Политехническая ул., 77. E-mail: kristina_sheina0.2@bk.ru

Абросимова Ольга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии и техносферной безопасности, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Российская Федерация, 410054, Саратов, Политехническая ул., 77. ORCID: 0000-0002-0754-8373; eLibrary SPIN-код 8758-7875; AuthorID: 234295. E-mail: ecology.saratov@gmail.com

Bio notes:

Alla A. Fomina, Cand. Biol. Sci., Associate Professor of the Department of Ecology and Technosphere Safety, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov. 77 Politechnicheskaya St, Saratov, 410054, Russian Federation. eLibrary SPIN-код 5743-9628; AuthorID: 671316. E-mail: fomina-aa@mail.ru

Kristina V. Sheina, 4rd year student of the «Ecology and Nature Management» course, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 77 Politechnicheskaya St, Saratov, 410054, Russian Federation. E-mail: kristina_sheina0.2@bk.ru

Olga V. Abrosimova, Cand. Biol. Sci., Associate Professor of the Department of Ecology and Technosphere Safety, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 77 Politechnicheskaya St, Saratov, 410054, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-0754-8373; eLibrary SPIN-код 8758-7875; AuthorID: 234295. E-mail: ecology.saratov@gmail.com