

Краткое сообщение

УДК 574.589

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-4-468-477>

ВЛИЯНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ МАЛЫХ РЕК САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Кияшко ^{1✉}, И. А. Кияшко ²

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии, Саратовский филиал*

Россия, 410002, г. Саратов, ул. Чернышевского, д. 152

² *Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.
Россия, 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77*

Поступила в редакцию 14.06.2021 г., после доработки 12.08.2021 г., принята 15.08.2021 г.

Аннотация. Представлены результаты мониторинга малых рек Саратовской области притоков Волгоградского водохранилища. Проведен гидрохимический и органолептический анализ качества воды. Исследован видовой состав ихтиофауны водных объектов. Показаны факторы, влияющие на химический состав и органолептические параметры воды малых рек – степень хозяйственной освоенности речной долины и геоморфологические характеристики. Увеличение степени загрязнения (эвтрофирования) малых притоков Волгоградского водохранилища негативно влияет на ихтиофауну водоёмов: снижается численность, затем исчезают наиболее требовательные к качеству воды виды рыб (стенобионты) и, как следствие, происходит переход водоема из одного рыбохозяйственного типа в другой.

Ключевые слова: ихтиофауна, гидрохимические показатели, малые реки, Волгоградское водохранилище

Для цитирования. Кияшко В. В., Кияшко И. А. Влияние гидрохимических параметров на видовое разнообразие ихтиофауны малых рек Саратовской области // Поволжский экологический журнал. 2021. № 4. С. 468 – 477. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-4-468-477>

Во многих водоемах в течение нескольких последних десятилетий наблюдается возрастание трофии, сопровождающееся резким увеличением обилия фитопланктона, зарастания водной растительностью прибрежных мелководий и изменением качества воды.

Процесс природного эвтрофирования обусловлен рядом природных факторов – вымыванием из грунтов поверхностным стоком, притоком аллохтонного вещества за счет попадающих в водоем растительных и животных остатков; берегоразрушением; атмосферными осадками; фотосинтезом и азотфиксацией, за счет чего происходит обогащение минеральными и органическими веществами.

✉ *Для корреспонденции.* Саратовский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии.

ORCID и e-mail адреса: Кияшко Владимир Валентинович: <https://orcid.org/0000-0002-7376-5085>, coba80@mail.ru; Кияшко Ирина Анатольевна: <https://orcid.org/0000-0003-4490-1452>, kiyashko_81@list.ru.

Хотя загрязнение (эвтрофирование) водоемов является природным процессом и его развитие оценивается в рамках геологических масштабов времени, за несколько последних веков человек существенно увеличил использование биогенных веществ, особенно в сельском хозяйстве в качестве удобрений и детергентов.

Водные объекты, за исключением специальных резервуаров технического назначения, являются местообитанием множества видов живых организмов. Именно биота обеспечивает важнейшее свойство водных экосистем – способность к самоочищению. Если этот предел превзойден, происходит деградация водной экосистемы (Стрелков и др., 2014).

В таких условиях закономерно происходит ухудшение гидродинамического и гидрохимического режимов, существенно замедляющее процессы самоочищения водоема, провоцируя вторичное загрязнение (Шашуловский, 2006; Шашуловская, Мосияш, 2019).

Сегодня реки и водно-болотные угодья представляют собой наиболее уязвимые экосистемы во всем мире (Cui et al., 2015). Наиболее сильно эти изменения проявляются в небольших речных системах – притоках Волгоградского водохранилища. Малые речные бассейны весьма чувствительны к антропогенной нагрузке и отвечают на эту нагрузку негативными изменениями, вследствие которых ухудшаются условия обитания рыб.

В рыбохозяйственном аспекте указанные негативные факторы с неизбежностью изменяют экологические условия и жизненное пространство молоди и взрослых рыб. Ухудшаются условия естественного воспроизводства, сокращаются зоны нагула, изменяется видовой состав, при этом происходит снижение доли ценных промысловых и возрастание малоценных и непромысловых видов, существенное снижение продукционных характеристик ихтиоценоза (Шашуловский, 2006).

Относительно постоянные условия среды необходимы для поддержания популяций в долгосрочной перспективе, иначе происходит её вымирание (Stanford et al., 2005). Основным параметром, влияющим на жизнедеятельность рыб, является показатель качества воды как среды их обитания.

Поэтому при оценке экологической ситуации в водоемах широкое распространение получили геохимические и гидрогеохимические методы. Они являются основой для изучения распространения ингредиентов загрязнения в различных природных средах (Двинских, 2020). В настоящее время система нормирования качества вод в России базируется на определении в лабораторных условиях предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ и расчете на их основе удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) (Шашуловская и др., 2021).

Факторы, влияющие на динамику основных наиболее изменчивых компонентов гидрохимического состава водохранилищ – биогенных элементов и органического вещества, связанных с жизнедеятельностью организмов различного трофического уровня, позволяют получить некоторое представление об основных тенденциях развития водной экосистемы (Шашуловская, Мосияш, 2019).

Особый научно-практический интерес представляют малые притоки водохранилищ, которые в настоящее время изучены недостаточно, отчасти потому, что

еще не в полной мере разработаны методы наблюдений за состоянием малых водотоков. Недостаточность информации затрудняет разработку мероприятий по охране и защите водной среды от загрязнений (Чермных, 2004).

Фактический материал собирался весной (май – июнь), летом (август), осенью (октябрь) и зимой (февраль) с 2019 по 2020 г. на реках Чардым, Курдюм, Елшанка, Терса, Терешка, Большой Иргиз, Малый Караман.

Отбор гидрохимического материала проводили согласно ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб (2013). В пробах воды (224 пробы) определяли концентрацию растворенного кислорода, солевой состав, pH, биогенные элементы и некоторые металлы (общее железо, медь) Лабораторно-аналитические исследования выполнены в научно-образовательном центре «Промышленная экология» и испытательном аккредитованном центре «ЭкоОС» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А. Гидрохимический анализ выполнен с использованием современного поверенного испытательного оборудования, включающего в том числе двухлучевой сканирующий УФ-ВИД спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-6100УФ (Shanghai Mapada Instruments Co., Ltd., Китай), и аттестованных методик. Предельно допустимые концентрации веществ взяты в соответствии с государственными нормативами (Беспамятных и др., 2000).

Определение видового состава ихтиофауны осуществляли на основе контрольных обловов и изучении уловов рыболовов-любителей. Таксономическую принадлежность рыб устанавливали по определителю А. Ф. Коблицкой (1981) с учетом уточнений изменений таксономических категорий и латинских названий рыб (Атлас пресноводных рыб..., 2002 а, б; Богуцкая, Насека, 2004; Завьялов и др., 2007; FishBase, 2021).

Для оценки видового разнообразия использовали индекс Шеннона (H') по численности (Мэгарран, 1992). Зависимость числа видов от минерализации воды анализировали с помощью аппроксимации нелинейной степенной функцией, качество которой оценивали с помощью коэффициента детерминации (R^2). Для статистической обработки материала применяли пакет программ Microsoft Office Excel 10 (Microsoft Corp.) и STATISTICA 6.0 (Statsoft Inc., OK, USA).

Наибольшую антропогенную нагрузку испытывают реки Курдюм и Елшанка, которые расположены вблизи г. Саратова, ПДК в этих реках превышен по всем химическим показателям. Общая жесткость в среднем составляет 9.5 – 9.6 мг экв/л, что, в первую очередь, связано с наличием карбонатных осадочных пород. По данному показателю вода относится к классу очень жесткой. Окисляемость воды в среднем составляет 6.5 мг/л, это обусловлено содержанием в воде органических веществ и служит индикатором загрязнённости рек сточными водами и начинающемся ухудшением качества воды. Концентрация хлоридов составляет 101 мг/л, что указывает на загрязненность речной воды бытовыми сточными водами, однако ПДК по этому параметру не превышен. Органолептические показатели воды также неудовлетворительные: запах составляет в среднем 4 балла (очень сильный, делающий воду совершенно непригодной), в основном запах плесневый или гнилостный. Осадок большой, глинистый или песчаный. Ихтиофауна рек небогата как по видовому, так и по количественному составу и насчитывает 12 – 14 видов рыб (табл. 1).

Таблица 1. Разнообразие и выравненность ихтиофауны малых рек**Table 1.** Diversity and equalization of the ichthyofauna of small rivers

Показатель / Parameter	Река / River						
	Чардым / Chardym	Курдюм / Kurdium	Елшанка / Elshanka	Терса / Tersa	Терешка / Tereshka	Большой Иргиз / Bol'shoi Irgiz	Малый Караман / Malyi Karaman
Индекс Шеннона / Shannon Index	1.93	2.32	1.68	2.18	2.64	2.69	2.44
Число видов / Number of species	20	14	12	13	25	31	18

Из промысловых видов рыб обитают обыкновенная щука – *Esox lucius* L., сазан – *Cyprinus carpio* L., плотва – *Rutilus rutilus* L., краснопёрка – *Scardinius erythrophthalmus* (L.), речной окунь – *Perca fluviatilis* L., линь – *Tinca tinca* (L.), серебряный карась – *Carassius auratus* (L.). Остальные виды относятся к мелким непромысловым, но играющим важную роль в экосистеме реки, являясь пищей хищных рыб. В период половодья в р. Елшанку из р. Курдюм заходит на нерест рыба, преимущественно плотва, речной окунь, обыкновенная щука. Нерест, как правило, происходит на залитой пойме, субстратом для нереста служит прошлогодняя растительность. Отнерестившаяся рыба уходит, а молодь постепенно (с понижением уровня воды) скатывается в основной водоток.

В реках Терса и Терешка наблюдается концентрации аммония (от 0.8 до 0.9 мг/л), что объясняется средней антропогенной нагрузкой. Ихтиофауна р. Терса насчитывает 13 видов, относящихся к четырем семействам. Семейство карповых наиболее многочисленно и включает 9 видов (сазан, лещ – *Abramis brama* (L.), серебряный карась, плотва, линь, горчак – *Rhodeus sericeus* (Pallas), обыкновенная верховка – *Leucaspis delimitatus* (Heckel), уклейка – *Alburnus alburnus* (L.), обыкновенный пескарь – *Gobio gobio* L.); семейство окуневых – 2 вида (речной окунь, обыкновенный ёрш – *Gymnocephalus cernuus* (L.)). Семейство щуковых и вьюновых представлено по одному виду, обыкновенная щука и обыкновенная щиповка – *Cobitis taenia* L. соответственно. Такие виды рыб, как сазан, лещ и линь, обитают на зарегулированных участках реки.

Ихтиофауна р. Терешка насчитывает 25 видов. Среди них промысловое значение имеют лещ, обыкновенный судак – *Sander lucioperca* (L.), бёрш – *Sander volgensis* (Gmelin), обыкновенный сом (*Silurus glanis* L.), обыкновенный жерех (*Aspius aspius* L.), обыкновенный голавль (*Leuciscus cephalus* L.), обыкновенная щука, обыкновенный язь (*Leuciscus idus* L.), сазан, налим (*Lota lota* L.), плотва, густера (*Blicca bjoerkna* L.), синец (*Abramis ballerus* L.), речной окунь, чехонь (*Pelecus cultratus* L.). Сезонная динамика уловов показала, что наибольшая концентрация рыб в р. Терешка наблюдается в конце мая – начале июня, во время нереста большинства фитофильных рыб и в сентябре в период нагула. Ихтиофауна верхнего течения представлена местными видами рыб: обыкновенная щука, краснопёрка, линь, плотва, речной окунь, уклейка, обыкновенная верховка, обыкновенный ёрш, обыкновенная щиповка, обыкновенный вьюн (*Misgurnus fossilis* L.), серебряный карась, обыкновенный пескарь.

В р. Чардым выявлена повышенная концентрация нитратов (10.2 мг/л), что указывает на присутствие органического загрязнения воды. В то же время в реке отмечено 20 видов рыб. Среди них промысловое значение имеют лещ, обыкновенный жерех, обыкновенный голавль, обыкновенная щука, обыкновенный язь, плотва, густера, речной окунь и др. Наибольшая концентрация рыб в р. Чардым наблюдается в нижнем течении в начале мая – середине июня во время нереста большинства фитофильных рыб и в сентябре в период нагула. Ихтиофауна верхнего течения представлена местными видами рыб: обыкновенная щука, краснопёрка, плотва, речной окунь, уклейка, обыкновенная верховка, обыкновенный ёрш, серебряный карась, обыкновенный пескарь и др. Благоприятные морфологические условия района (большое количество открытых от волнобоя, хорошо прогреваемых и зарастаемых водной растительностью мелководных участков) способствуют высокой концентрации здесь мальков и старшевозрастной молодежи рыб.

В реках Большой Иргиз и Малый Караман химические и органолептические показатели (осадок, запах, температура, прозрачность) воды в среднем одинаковы. Превышение ПДК отмечено только по концентрации аммония в 2.4 – 2.6 раза. Это связано с расположением вблизи рек населенных пунктов, дорог, полей, сельскохозяйственных ферм и указывает на свежее загрязнение. Ихтиофауна р. Б. Иргиз насчитывает 31 вид, относящихся к 8 семействам. Основу составляют представители семейства карповых (лещ, плотва, густера, краснопёрка, обыкновенный язь, обыкновенный голавль, линь, золотой карась – *Carassius carassius* (L.), серебряный карась, обыкновенная верховка, горчак, уклейка и др.) и окуневых (обыкновенный судак, окунь речной, бёрш, обыкновенный ёрш, остальные семейства (щуковые, сомовые, бычковые, вьюновые, морские иглы, сельдевые) представлены каждое 1-2 видами. В уловах также встречаются рыбы-вселенцы: толстолобики пёстрый – *Aristichthys nobilis* (Richardson) и белый – *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes), белый амур – *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes). Основными объектами промысла являются лещ, густера, плотва, обыкновенный судак, бёрш, обыкновенный сом, обыкновенная щука, обыкновенный язь, краснопёрка. Среди перечисленных видов преобладает лещ. Начиная с августа месяца в уловах преобладает в основном плотва. Такие виды рыб, как уклейка, обыкновенный пескарь, обыкновенный елец – *Leuciscus leuciscus* (L.), обыкновенный ёрш, черноморско-каспийская тюлька – *Clupeonella cultriventris* (Nordmann), пухлощёкая рыба-игла – *Syngnathus abaster* Risso, обыкновенная щиповка, бычок-песочник – *Neogobius fluviatilis* (Pallas) и каспийский бычок-головач – *Ponticola goralap* Pjin промыслового значения не имеют. Они являются объектами любительского лова и кормом для хищных рыб.

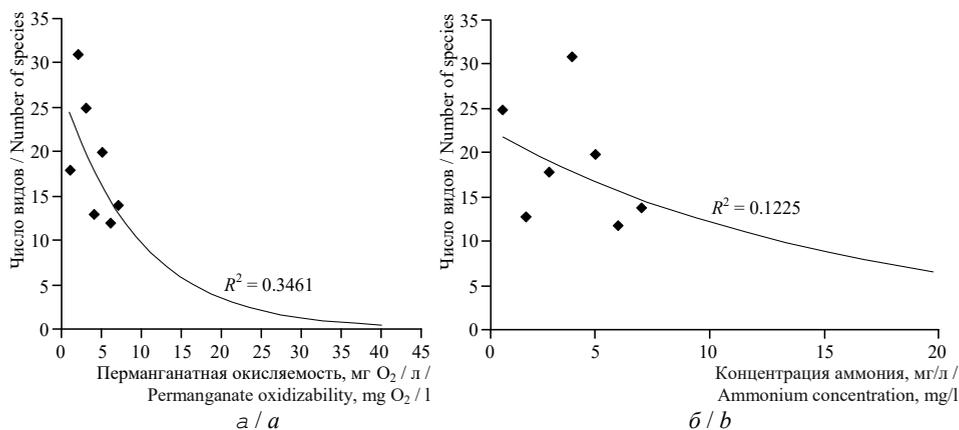
Ихтиофауна р. М. Караман насчитывает 18 видов из семи семейств (карповые, окуневые, щуковые, сомовые, налимовые, сельдевые, вьюновые). Доминирующее положение принадлежит карповым видам (лещ, густера, плотва, краснопёрка, серебряный карась, золотой карась, линь, обыкновенный язь, обыкновенный голавль, обыкновенная верховка, уклейка и др.). Остальные семейства представлены небольшим количеством видов.

В весенний период устьевой участок р. М. Караман вместе с устьевым участком р. Б. Караман образует огромную пойму с большим количеством островов,

ВЛИЯНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

заросших высшей водной растительности. В весенний период на пойме нерестятся все виды рыб Волгоградского водохранилища. В летний период этот участок реки является местом нагула рыб и ее молоди.

По полученным данным о видовом разнообразии ихтиофауны и концентрации некоторых загрязняющих веществ малых рек прослеживается корреляция указанных параметров (рисунок).



Видовое разнообразие ихтиофауны в малых реках в зависимости от перманганатной окисляемости (а) и концентрации аммония (б)

Figure. Species diversity of the ichthyofauna in small rivers depending on permanganate oxidation (a) and the ammonium concentration (b)

Все исследуемые реки являются притоками Волгоградского водохранилища, поэтому между ними наблюдается небольшой разброс значений индексов видового сходства – от 0.42 до 0.85. Наибольшие значения (0.85) отмечены между реками Елшанка и Курдюм, наименьшие – между реками Большой Иргиз и Елшанка (0.42) (табл. 2).

Таблица 2. Индексы сходства (Чекановского – Серенсена) ихтиофауны малых рек
Table 2. Similarity indices (Chekanovsky–Sorensen ones) of the ichthyofauna of small rivers

Река / River	Чардым / Chardym	Курдюм / Kurdium	Елшанка / Elshanka	Терса / Tersa	Терешка / Tereshka	Большой Иргиз / Bol'shoi Irgiz	Малый Караман / Malyi Karaman
Чардым / Chardym	1.00						
Курдюм / Kurdium	0.82	1.00					
Елшанка / Elshanka	0.69	0.85	1.00				
Терса / Tersa	0.79	0.81	0.80	1.00			
Терешка / Tereshka	0.80	0.72	0.59	0.63	1.00		
Большой Иргиз / Bol'shoi Irgiz	0.75	0.58	0.42	0.52	0.81	1.00	
Малый Караман / Malyi Karaman	0.84	0.76	0.67	0.58	0.74	0.65	1.00

Видовое разнообразие и выравненность ихтиофауны представленных водных объектов по значениям индекса Шеннона исследуемые водные объекты можно разделить на 3 группы: первая – реки Чардым, Елшанка; вторая – реки Терса, Курдюм, Малый Караман и третья – реки Терешка и Большой Иргиз. При этом следует отметить, что некоторые более разнообразные сообщества имеют меньшую выравненность (см. табл. 1).

Одной из важнейших практических задач современной экологии является контроль состояния водных объектов.

В ходе работы удалось выявить основные факторы, влияющие на химический состав и органолептические параметры воды малых рек – степень хозяйственной освоенности речной долины и геоморфологические характеристики. Увеличение степени загрязнения (эвтрофирования) малых притоков Волгоградского водохранилища негативно влияет на ихтиофауну водоёмов: снижается численность, затем исчезают наиболее требовательные к качеству воды виды рыб (стенобионты) и, как следствие, водоем переходит из одного рыбохозяйственного типа в другой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас пресноводных рыб России : в 2 т. М. : Наука, 2002 а. Т. I. 379 с.
Атлас пресноводных рыб России : в 2 т. М. : Наука, 2002 б. Т. II. 253 с.
Беспамятнов Г. П., Кротов Ю. А., Лойт А. О. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. СПб. : Мир и семья, 2000. 358 с.
Богуцкая Н. Г., Насека А. М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М. : Т-во науч, изд. КМК, 2004. 389 с.
ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. М. : Стандартинформ, 2013. 30 с.
Двинских С. А. Факторы формирования и элементы химического состава поверхностных вод : учебно-методическое пособие. Пермь, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. 77 с.
Завьялов Е. В., Ручин А. Б., Шляхтин Г.В., Шашуловский В. А., Сонин К. А., Табачишин В. Г., Малинина Ю. А., Ермолин В. П., Якушев Н. Н., Мосолова Е. Ю. Рыбы севера Нижнего Поволжья : в 3 кн. Кн. 1. Состав ихтиофауны, методы изучения. Саратов : Изд-во Саратовского университета, 2007. 208 с.
Коблицкая А. Ф. Определение молоди пресноводных рыб. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. 208 с.
Мэгарран Э. Биологическое разнообразие и его измерение. М. : Мир, 1992. 182 с.
Стрелков А. К., Теплых С. Ю., Горикалев П. А. Влияние хозяйственной деятельности на качественный состав поверхностных водотоков // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. № 8. С. 21 – 25.
Чермных Л. П. Сравнительная оценка методов в комплексном исследовании экологического состояния малых рек : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2004. 26 с.
Шашуловская Е. А., Мосияш С. А. Некоторые подходы к оценке экологического состояния разнотипных водохранилищ на основе взаимосвязи основных гидрохимических параметров // Поволжский экологический журнал. 2019. № 3. С. 371 – 383. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-3-371-383>

ВЛИЯНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

Шацуловская Е. А., Мосияш С. А., Шацуловская О. В., Филимонова И. Г., Гришина Л. В., Кузина Е. Г. К вопросу оценки экологического состояния различных водотоков в условиях антропогенного пресса // Водное хозяйство России. 2021. № 2. С. 106 – 120.

Шацуловский В. А. Динамика биологических ресурсов Волгоградского водохранилища : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Саратов, 2006. 50 с.

Cui N., Wu J., Zhong F., Yang L., Xiang D., Cheng S., Zhou Q. Seed banks and their implications of rivers with different trophic levels in Chaohu Lake Basin, China // Environmental Science and Pollution Research. 2015. Vol. 22, iss. 3. P. 2247 – 2257.

FishBase. World Wide Web electronic publication / eds. R. Froese, D. Pauly. 2021. URL: <http://www.fishbase.org> (дата обращения: 15.06.2021).

Stanford J. A., Lorang M. S., Hauer F. R. The shifting habitat mosaic of river ecosystems // Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie. 2005. Bd. 29. S. 123 – 136.

Influence of hydrochemical parameters on the species diversity of the fish fauna of small rivers in the Saratov region

V. V. Kiyashko ¹✉, I. A. Kiyashko

¹ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Saratov branch
152 Chernyshevskogo St., Saratov 410002, Russia

² Yuri Gagarin State Technical University of Saratov
77 Politechnicheskaya St., Saratov 410054, Russia

Received: 14 June 2021 / revised: 12 August 2021 / accepted: 15 August 2021

Abstract. The results of our monitoring of small rivers in the Saratov region (tributaries of the Volgograd reservoir) are presented. Hydrochemical and organoleptic analysis of water quality was carried out. The species composition of the ichthyofauna of water bodies has been investigated. Factors affecting the chemical composition and organoleptic parameters of small river water are shown, namely: the degree of economic development of the river valley and geomorphological characteristics. An increase in the degree of pollution (eutrophication) of the small tributaries of the Volgograd reservoir negatively affects the ichthyofauna of the reservoirs by reducing the numbers of the most water-demanding fish species (stenobionts) with their subsequent disappearance and, as a result, the reservoir passes from one fishery type to another one.

Keywords: fish fauna (ichthyofauna), hydrochemical indicators, small rivers, Volgograd reservoir

For citation: Kiyashko V. V., Kiyashko I. A. Influence of hydrochemical parameters on the species diversity of the fish fauna of small rivers in the Saratov region. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2021, no. 4, pp. 468–477 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-4-468-477>

REFERENCES

- Atlas of Russian Freshwater Fishes*. Moscow, Nauka Publ., 2002 a, vol. I. 379 p. (in Russian).
Atlas of Russian Freshwater Fishes. Moscow, Nauka Publ., 2002 b, vol. II. 253 p. (in Russian).
Bespamyatnov G. P., Krotov Yu. A., Loit A. O. *Predel'no dopustimye kontsentratsii khimicheskikh veshchestv v okruzhaiushchei srede* [Maximum Permissible Concentration of Chemical Agents in Natural Environment]. Saint Petersburg, Mir i sem'ya Publ., 2000. 358 p. (in Russian).
Bogutskaya N. G., Naseka A. M. *Catalogue of Agnathans and Fishes of Fresh and Brackish Waters of Russia With Comments on Nomenclature and Taxonomy*. Moscow. KMK Scientific Press Ltd., 2004. 389 p. (in Russian).
GOST 31861-2012 Water. General Requirements for Sampling. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 30 p. (in Russian).
Dvinskikh S. A. *Faktory formirovaniia i elementy khimicheskogo sostava poverkhnostnykh vod: uchebno-metodicheskoe posobie* [Factors of Formation and Elements of the Chemical Com-

✉ *Corresponding author.* Saratov branch, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Vladimir V. Kiyashko: <https://orcid.org/0000-0002-7376-5085>, coba80@mail.ru;
Irina A. Kiyashko: <https://orcid.org/0000-0003-4490-1452>, kiyashko_81@list.ru.

position of Surface Waters: An Educational and Methodical Manual]. Perm, Permskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet Publ., 2020. 77 p. (in Russian).

Zavialov E. V., Ruchin A. B., Shlyakhtin G. V., Shashulovskiy V. A., Sonin K. A., Tabachishin V. G., Malinina Yu. A., Ermolin V. P., Yakushev N. N., Mosolova E. Yu. *Fishes of the Northern Lower-Volga Region: in 3 vols. Vol. I. Composition of the Ichthyofauna, Methods of Study*. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 2007. 208 p. (in Russian).

Koblitskaya A. F. *Opreделение molodi presnovodnykh ryb* [The Determinant of Juvenile Freshwater Fish]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1981. 208 p. (in Russian).

Magurran E. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Moscow, Mir Publ., 1992. 182 p. (in Russian).

Strelkov A. K., Teplykh S. Yu., Gorshkalev P. A. The impact of economic activity on the qualitative composition of surface water courses. *Water Supply and Sanitary Technique*, 2014, no. 8, pp. 21–25 (in Russian).

Chernykh L. P. *Comparative Evaluation of Methods in a Comprehensive Study of the Ecological State of Small Rivers*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Moscow, 2004. 26 p. (in Russian).

Shashulovskaya E. A., Mosiyash S. A. Some approaches to the assessment of the ecological state of different-type reservoirs based on the relationship among their main hydrochemical parameters. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2019, no. 3, pp. 371–383 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-3-371-383>

Shashulovskaya E. A., Mosiyash S. A., Shashulovskaya O. V., Filimonova I. G., Grishina L. V., Kuzina E. G. On the issue of assessing the ecological state of various watercourses in the conditions of anthropogenic pressure. *Water Sector of Russia*, 2021, no. 2, pp. 106–120 (in Russian).

Shashulovskiy V. A. *Dynamics of Biological Resources of the Volgograd Water Reservoir*. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Saratov, 2006. 50 p. (in Russian).

Cui N., Wu J., Zhong F., Yang L., Xiang D., Cheng S., Zhou Q. Seed banks and their implications of rivers with different trophic levels in Chaohu Lake Basin, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, vol. 22, iss. 3, pp. 2247–2257.

Froese R., Pauly D., eds. *FishBase. World Wide Web electronic publication*, 2021. Available at: <http://www.fishbase.org> (accessed: 15 June 2021).

Stanford J. A., Lorang M. S., Hauer F. R. The shifting habitat mosaic of river ecosystems. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 2005, Bd. 29, S. 123–136.