

ЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 556.535.8

doi: 10.31774/2658-7890-2021-3-3-18-33

Оценка качества водных объектов Волго-Ахтубинской поймы с экологических позиций

Сергей Яковлевич Семененко¹, Наталия Владимировна Морозова²,
Сергей Сергеевич Марченко³, Нина Александровна Колобанова⁴

^{1, 3, 4}Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Российская
Федерация

²Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Волгоград, Российская
Федерация

¹sergeysemenenko@list.ru

²moroznatali@bk.ru

³marchenkosergey@mail.ru

⁴kolobanova.nina@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку: Колобанова Нина Александровна,
kolobanova.nina@yandex.ru

Аннотация. Цель: проведение оценки качества воды водных объектов Волго-Ахтубинской поймы с экологических позиций с учетом современной нормативной базы в области охраны окружающей среды. **Материалы и методы.** Для оценки качества природных вод с экологических позиций применен комплексный показатель, рассчитываемый по базовым анализам-маркерам, характеризующим типичные негативные воздействия. В качестве анализов-маркеров нами приняты следующие гидрохимические показатели: водородный показатель, минерализация (сухой остаток), взвешенные вещества природного происхождения, железо общее, марганец общий, аммоний (N), нитриты (N), нитраты (N), фосфаты (PO₄), химическое потребление кислорода (ХПК). **Результаты.** Экологическое состояние водных объектов было определено по гидрохимическим показателям поверхностных вод и донных отложений на примере таких объектов-представителей, как водные объекты на территории Волго-Ахтубинской поймы: оз. Песчаное, Варюжка, Жестково, ер. Чайка, оз. Бешеное, Чубатое, Ямы, ер. Шумроватый, оз. Широкогорлое. В соответствии с положениями ГОСТ Р 58556-2019 «Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций» определено качество воды с экологических позиций, степень нарушения качества и изменения состояния водных экосистем при антропогенной нагрузке. **Выводы.** Нефтепродукты зафиксированы в водных объектах Волго-Ахтубинской поймы (оз. Варюжка, ер. Шумроватый). Анализ гидрохимических показателей качества воды и донных отложений показывает, что общий уровень загрязнения рассмотренных водных объектов в настоящее время не достигает критических уровней допустимых значений.

Ключевые слова: оценка качества вод, гидрохимические показатели, экологические позиции, водные объекты, Волго-Ахтубинская пойма, класс качества воды

ECOLOGY

Original article



Assessment of water bodies quality of the Volga-Akhtuba floodplain from ecological viewpoint

Sergey Ya. Semenenko¹, Nataliya V. Morozova², Sergey S. Marchenko³,
Nina A. Kolobanova⁴

^{1, 3, 4}Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russian Federation

²Federal Research Center “Nemchinovka”, Volgograd, Russian Federation

¹sergeysemenenko@list.ru

²moroznatali@bk.ru

³marchenkoservey@mail.ru

⁴kolobanova.nina@yandex.ru

Corresponding author: Kolobanova Nina Aleksandrovna, kolobanova.nina@yandex.ru

Abstract. Purpose: to assess the quality of water in water bodies of the Volga-Akhtuba floodplain from an ecological viewpoint, taking into account the modern regulatory framework in the field of environmental protection. **Materials and Methods.** To assess the quality of natural waters from an ecological viewpoint, a complex indicator calculated by basic analyte markers that characterize typical negative impacts was used. The following hydrochemical indicators were taken as analyte markers: pH, mineralization (dry residue), suspended solids of natural origin, total iron, total manganese, ammonium (N), nitrites (N), nitrates (N), phosphates (PO₄), chemical oxygen demand (COD). **Results.** The ecological state of water bodies was determined by hydro-chemical indicators of surface waters and bottom sediments using the example of such representative objects as water bodies on the territory of the Volga-Akhtuba floodplain: lakes Peschanoe, Varyuzhka, Zhestkovo, erik Chayka, lakes Beshenoe, Chubatoe, Yamy, erik Shumrovatyy, lake Shirokogorloe. In accordance with the provisions of GOST R 58556-2019 “Assessment of water quality in water bodies from an ecological point of view”, the quality of water from an ecological viewpoint, the degree of quality disturbance and changes in the state of aquatic ecosystems under anthropogenic load have been determined. **Conclusions.** Petroleum products have been recorded in the water bodies of the Volga-Akhtuba floodplain (lake Varyuzhka, erik Shumrovatyy). The analysis of hydrochemical indicators of water quality and bottom sediments shows that currently the overall level of pollution of the considered water bodies does not reach critical levels of permissible values.

Keywords: water quality assessment, hydrochemical indicators, ecological positions, water bodies, Volga-Akhtuba floodplain, water quality class

Введение. Особо охраняемая природная территория (ООПТ) «Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» организована Постановлением главы администрации Волгоградской области от 05.06.2000 № 404, принятым в развитие закона Волгоградской области от 17.04.1998 № 167-ОД «Об охране окружающей среды Волго-Ахтубинской поймы». Учитывая значимость территории Волго-Ахтубинской поймы (ВАП), в 2011 г. природный парк включили во всемирную сеть биосферных заповедников (сертификат президиума Международного координационного совета програм-

мы «Человек и биосфера» Совета ООН по вопросам образования, науки и культуры).

Важно понимать значимость ВАП для регионов (Волгоградской, Астраханской областей и Республики Калмыкия), экологическая ситуация заповедной территории требует постоянного мониторинга по гидрохимическим показателям [1–8].

В практике существуют различные методические подходы к оценке экологического состояния водных объектов с присущими им недостатками и преимуществами [9–11]. Принято решение оценку проводить согласно стандартизированным нормативным документам в области природоохранного законодательства.

Таким образом, цель исследований – провести оценку качества воды водных объектов ВАП с экологических позиций с учетом современной нормативной базы в области охраны окружающей среды.

Материалы и методы. Экологическое состояние водных объектов определялось по гидрохимическим показателям, исходя из позиции, что они в полной мере отражают характер поступления загрязняющих веществ.

Для оценки качества природных вод с экологических позиций применен комплексный показатель ПАН^б, рассчитываемый по базовым анализам-маркерам, характеризующим типичные негативные воздействия, согласно положениям ГОСТ Р 58556-2019 «Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций» [12].

В качестве аналитов-маркеров нами приняты следующие гидрохимические показатели: водородный показатель, минерализация (сухой остаток), взвешенные вещества природного происхождения, железо общее, марганец общий, аммоний (N), нитриты (N), нитраты (N), фосфаты (PO₄), химическое потребление кислорода (ХПК). Расчет комплексного показате-

ля ПАН^б по указанным анализам-маркерам обеспечивает получение однозначных выводов о качестве (классе) воды исследуемого поверхностного водного объекта и благополучии водной экосистемы в соответствии с ГОСТ Р 57075 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков» [13].

Дополнительно в отобранных пробах воды определялись: цветность, мутность и содержание хлоридов, сульфатов, нефтепродуктов, цинка, свинца, меди.

Отбор проб воды проводился в соответствии с положениями ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [14], ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» [15].

Результаты и обсуждение. Между Волгой, Ахтубой и ВАП существует тесная гидрогеологическая взаимосвязь. Она изменяется в зависимости от гидрологических фаз. Естественное дренирование территории ВАП в осенний и зимний периоды, а также в летнюю межень обеспечивается ериками, протоками и озерами, а также р. Волгой и Ахтубой.

Экологическое состояние водных объектов было определено по гидрохимическим показателям поверхностных вод и донных отложений на примере таких объектов-представителей, как водные объекты на территории ВАП: оз. Песчаное, Варюжка, Жестково, ер. Чайка, оз. Бешеное, Чубатое, Ямы, ер. Шумроватый, оз. Широкогорлое.

Протоколы испытаний качества воды и донных отложений образцов, отобранных в оз. Жестково, Песчаное, Варюжка, Бешеное, Ямы и Чубатое в апреле 2018 г., показывают, что имеется превышение ПДК рыбохозяйственных водоемов по содержанию нефтепродуктов, меди и цинка, это под-

тверждает результаты отчета о НИР ФГБУ «ГОИН» 2015 г.¹. Лабораторный анализ образцов донных отложений показал, что содержание нефтепродуктов, тяжелых металлов и других опасных веществ не превышает или находится ниже их фонового содержания в донных отложениях.

Вода ер. Шумроватый по результатам лабораторных исследований характеризуется как «грязная». Характерным загрязняющим веществом является медь, в отдельных пробах фосфат-ионы, железо. Указанные вещества и ХПК превышают ПДК рыбохозяйственных водоемов. Лабораторный анализ образцов донных отложений показал, что содержание нефтепродуктов, тяжелых металлов и других опасных веществ не превышает или находится ниже их фонового содержания в донных отложениях².

Гидрохимическая характеристика водных объектов ВАП и содержание в них тяжелых металлов представлены на рисунках 1 и 2 соответственно. Анионы, биогенные элементы и тяжелые металлы, которые были выше проанализированы, могут присутствовать в водных объектах в силу природного характера, но не нефтепродукты, так как их наличие в поверхностных слоях биосферы указывает на проявление антропогенной деятельности и воздействия, в результате которых они появились.

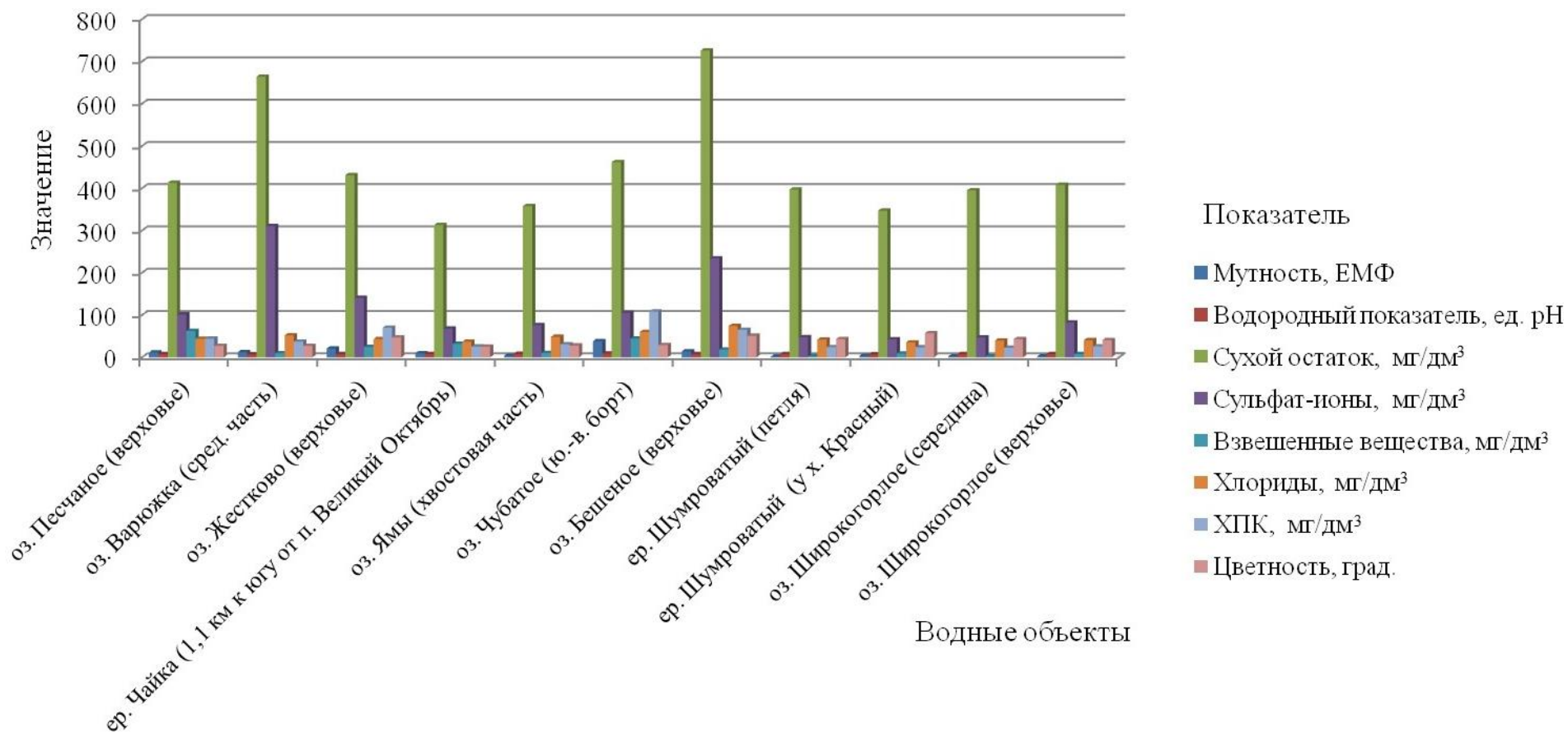
Далее проведем оценку качества воды водных объектов ВАП с экологических позиций.

В таблице 1 приведен расчет базовых показателей антропогенной нагрузки (ПАН⁶) по каждому рассматриваемому водному объекту.

¹Отчет о научно-исследовательской работе по государственному контракту от 13 сент. 2013 г. № 10-ГК/ФИП-2013 на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по реализации федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах» по научному обоснованию мероприятий, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов и устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса Нижней Волги, сохранение уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы. ФГБУ «ГОИН», 2015. 136 с.

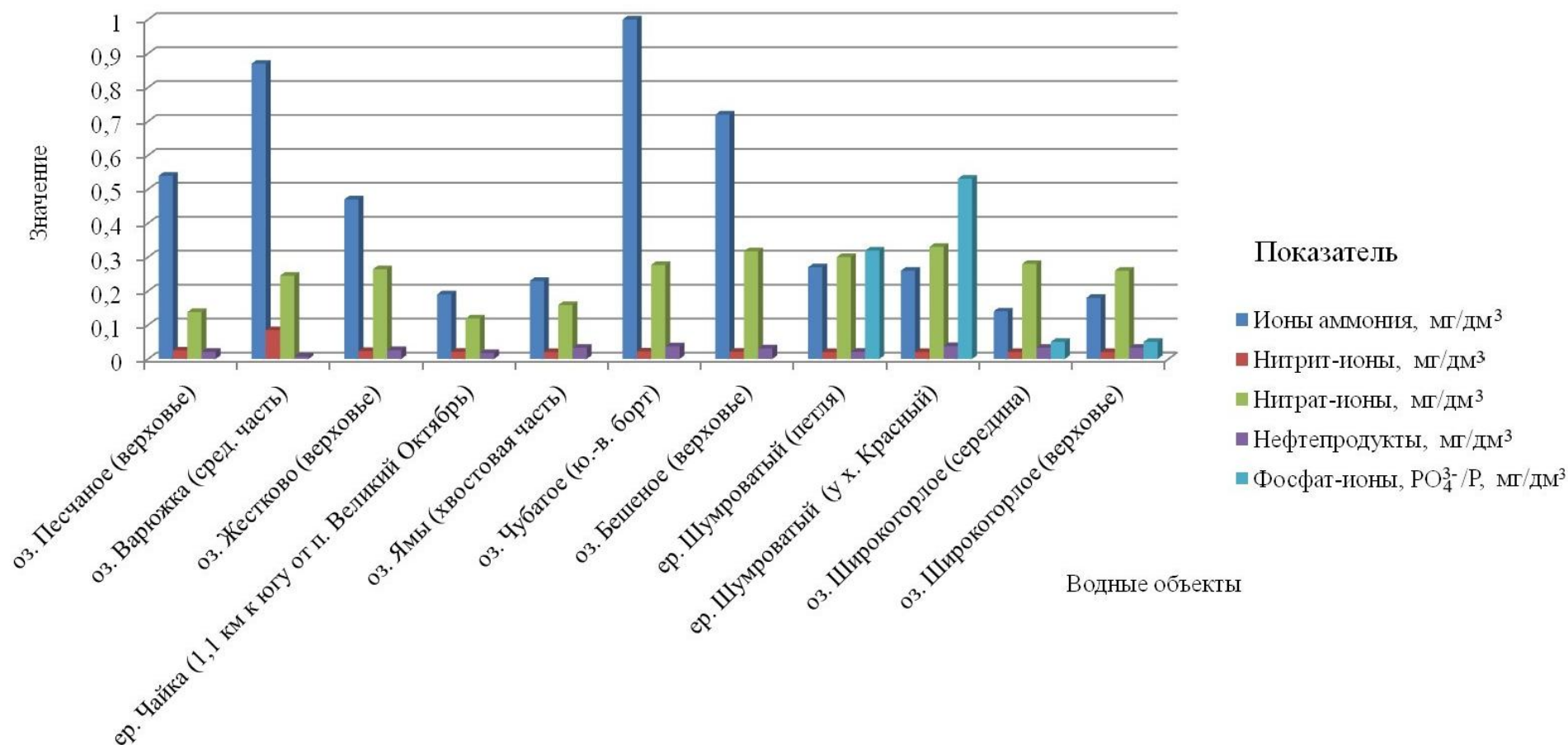
²Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям ГК № 382/18-ИЭИ, выполненный Волговодпроектом в 2018 г. для проектной документации «Экологическая реабилитация озер Жестково, Большая Киляшка и Песчаное на территории Волго-Ахтубинской поймы в Среднеахтубинском муниципальном районе Волгоградской области». 121 с.

9



a

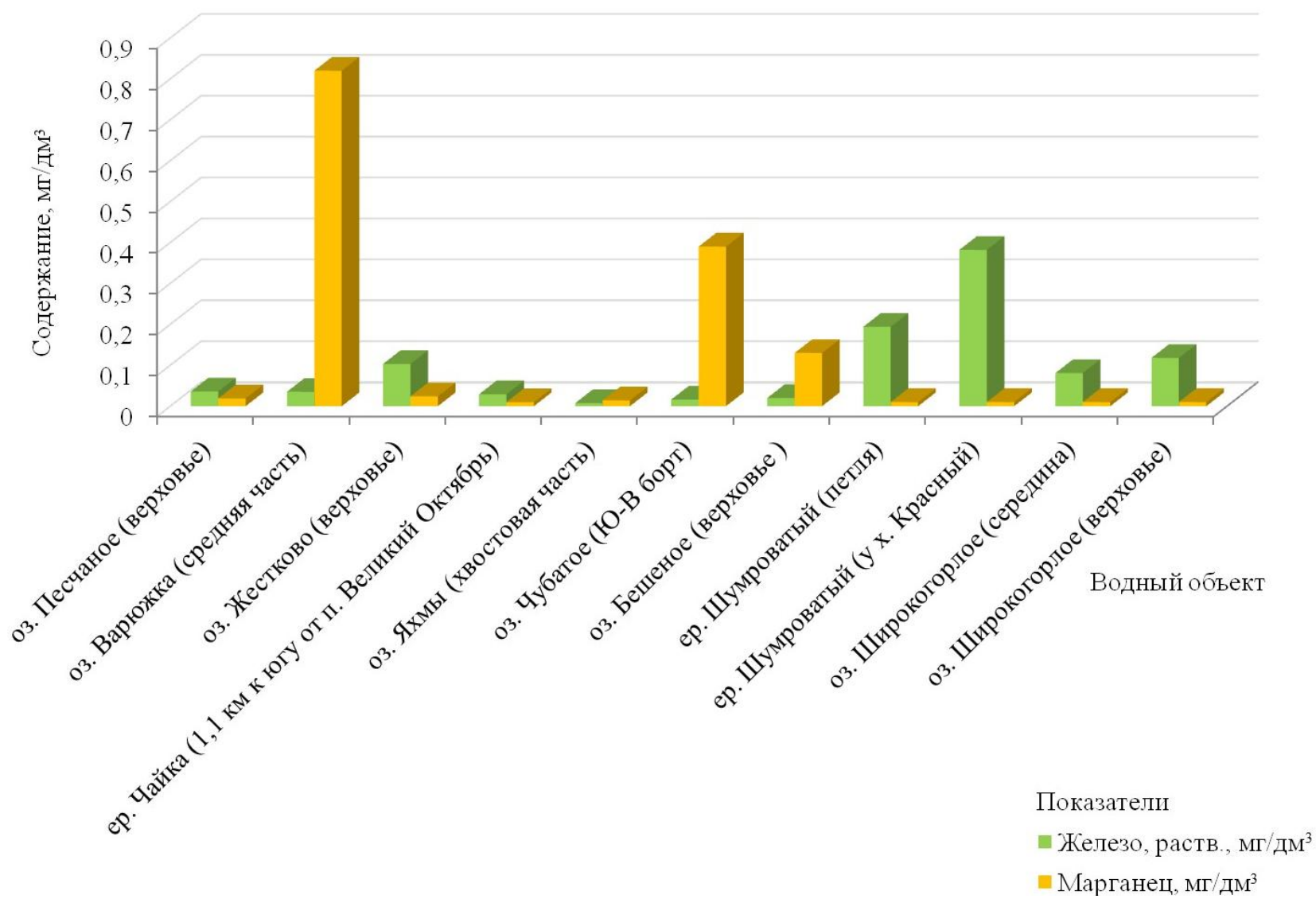
7



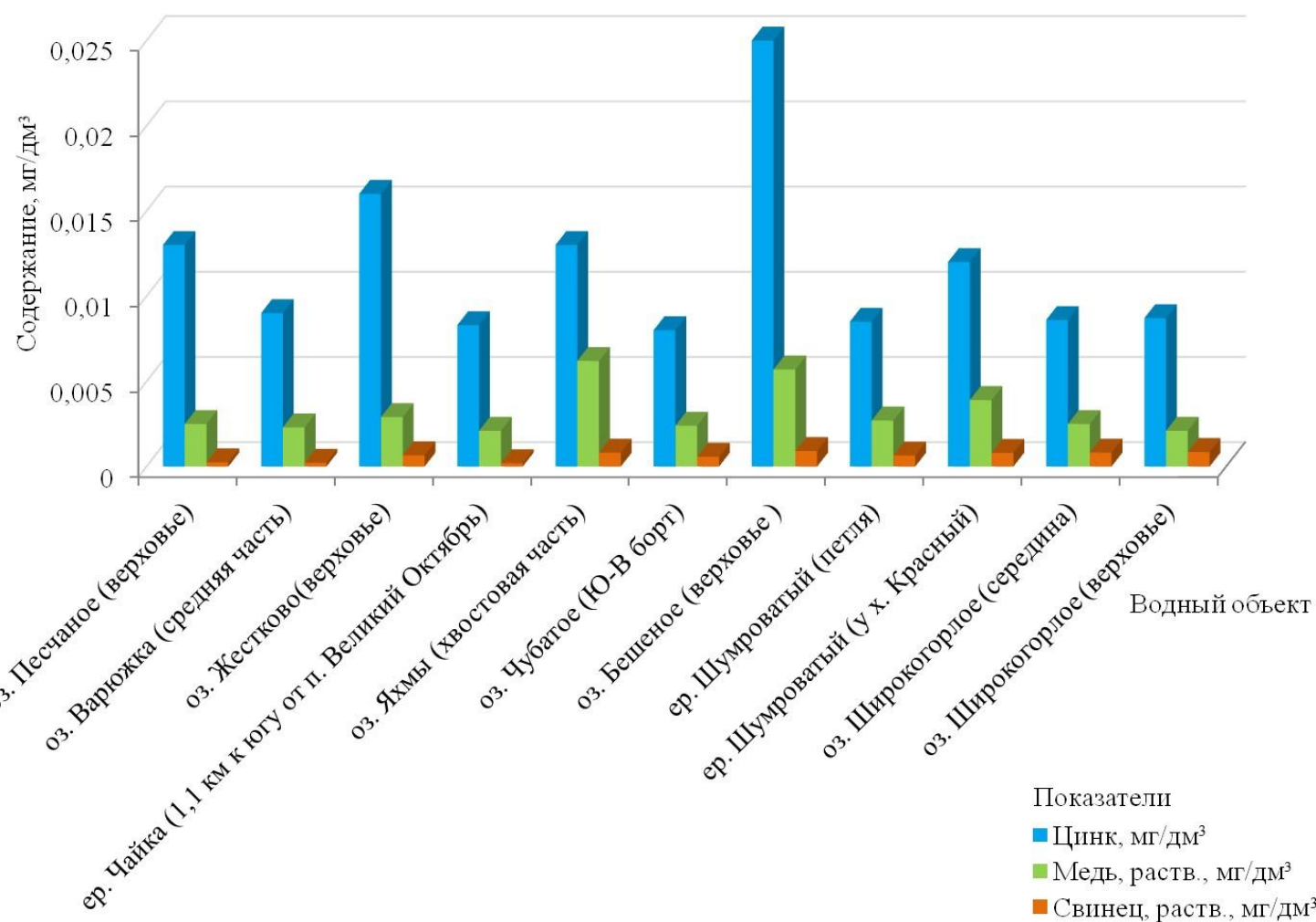
б

а – мутность, водородный показатель, сухой остаток, сульфат-ионы, взвешенные вещества, хлориды, ХПК, цветность;
б – ионы аммония, нитрит-ионы, нитрат-ионы, нефтепродукты, фосфат-ионы

Рисунок 1 – Гидрохимическая характеристика водных объектов Волго-Ахтубинской поймы



а



б

а – соединения железа и марганца; б – соединения цинка, меди и свинца

Рисунок 2 – Содержание соединений тяжелых металлов в водных объектах Волго-Ахтубинской поймы

Таблица 1 – Расчет базовых показателей антропогенной нагрузки для оценки качества воды водных объектов Волго-Ахтубинской поймы

Базовый показатель (аналит-маркер)	Единица измерения	ПАН _i по водным объектам, усл. м ³ /м ³										
		оз. Песчаное (верховье)	оз. Варюжка (средняя часть)	оз. Жестково, (верховье)	ер. Чайка (1,1 км к югу от п. Великий Октябрь)	оз. Ямы (хвостовая часть)	оз. Чубатое (юго-восточный борт)	оз. Бешеное (верховье)	ер. Шумроватый (петля)	ер. Шумроватый (у х. Красного)	оз. Широкогорлое (середина)	оз. Широкогорлое (верховье)
Сухой остаток	мг/дм ³	3,13	5,64	3,31	2,13	2,58	3,62	6,26	2,97	2,47	2,95	3,08
рН	ед. рН	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Взвешенные вещества	мг/дм ³	11,56	0,9	3,94	5,46	1,1	7,94	2,66	0	0,8	0	0,54
ХПК	мгО ₂ /дм ³	3,42	2,73	6,02	1,55	2,09	9,83	5,5	1,38	1,37	1,27	1,57
Фосфор фосфатов	мг/дм ³	–	–	–	–	–	–	–	0,04	0,73	0	0
Азот аммония	мг/дм ³	0,05	0,69	0	0	0	0,94	0,40	0	0	0	0
Азот нитратов	мг/дм ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Азот нитритов	мг/дм ³	0	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Железо общее	мг/дм ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0,26	0	0
Марганец общий	мг/дм ³	0	7,20	0	0	0	2,90	0,30	0	0	0	0
ПАН ⁶		18,16	17,16	13,27	9,14	5,77	31,23	15,12	4,39	5,63	4,22	5,19

В соответствии со значением ПАН⁶ определен класс качества воды:

- I класс качества при $\text{ПАН}^6 \leq 4,2$ усл. м³/м³;
- II класс качества при $4,2 \leq \text{ПАН}^6 \leq 10,8$ усл. м³/м³;
- III класс качества при $10,8 \leq \text{ПАН}^6 \leq 24,0$ усл. м³/м³;
- IV класс качества при $24,0 \leq \text{ПАН}^6 \leq 70,0$ усл. м³/м³;
- V класс качества при $70,0 \leq \text{ПАН}^6 \leq 135,0$ усл. м³/м³.

Таким образом, в соответствии с положениями ГОСТ Р 58556-2019 определим качество воды с экологических позиций, степень нарушения качества и изменения состояния водных экосистем при антропогенной нагрузке (таблица 2).

Таблица 2 – Определение класса качества воды по ПАН⁶ водных объектов Волго-Ахтубинской поймы с экологических позиций

Класс качества воды	Водный объект	Степень нарушения качества воды	
II класс (чистая)	ер. Чайка (1,1 км к югу от п. Великий Октябрь), Ямы (хвостовая часть озера), ер. Шумроватый (петля и у х. Красного), оз. Широкогорлое (середина и верховье)	низкая	водная экосистема находится в хорошем естественном состоянии, не испытывающем или слабо испытывающем антропогенное воздействие от загрязнения воды
III класс (умеренно загрязненная)	Песчаное (верховье озера), Варюжка (средняя часть озера), Жестково (верховье озера), Бешеное (верховье озера)	средняя	водная экосистема испытывает умеренную антропогенную нагрузку из-за постоянного превышения антропогенной нагрузки над самоочищением
IV класс (загрязненная)	Чубатое (юго-восточный борт озера)	высокая	водная экосистема подвержена сильной деградации из-за высоких концентраций загрязняющих веществ в водах

Таким образом, в соответствии с классом качества воды определяется состояние кризисности экосистемы:

- ер. Чайка, Шумроватый, оз. Ямы и Широкогорлое находятся в состоянии обратимых изменений;

- оз. Песчаное, Варюжка, Жестково, Бешеное находятся в пороговом уязвимом состоянии;

- оз. Чубатое находится в состоянии обратимых и необратимых изменений.

По результатам оценки качества воды водных объектов с экологических позиций проводят анализ негативного воздействия на водный объект в результате хозяйственной деятельности, определяют необходимость проведения реабилитационных работ, целесообразность водоохранных мероприятий.

Выводы. На основании проведенных исследований с учетом требований нормативных документов можно сделать следующие выводы об уровне экологического состояния водных объектов Волгоградской области.

1 Нефтепродукты зафиксированы в водных объектах Волго-Ахтубинской поймы (оз. Варюжка, ер. Шумроватый) – уровень антропогенной нагрузки оценивается в 14–76 % от ПДК для рыбохозяйственного водопользования с учетом того, что территория является заповедником.

2 Анализ гидрохимических показателей качества воды и донных отложений показывает, что общий уровень загрязнения рассмотренных водных объектов в настоящее время не достигает критических уровней допустимых значений.

3 По результатам оценки качества воды водных объектов Волго-Ахтубинской поймы с экологических позиций:

- водная экосистема оз. Чубатое подвержена сильной деградации из-за высоких концентраций загрязняющих веществ в водах;

- оз. Песчаное, Варюжка, Жестково, Бешеное испытывают умеренную антропогенную нагрузку из-за постоянного превышения антропогенной нагрузки над самоочищением;

- ер. Чайка и Шумроватый, оз. Ямы и Широкогорлое находятся в состоянии обратимых изменений, в хорошем естественном состоянии, не ис-

пытывающем или слабо испытывающем антропогенное воздействие от загрязнения воды.

Список источников

1. Каблов В. Ф., Костин В. Е., Соколова Н. А. Волго-Ахтубинская пойма. Экологическая ситуация: проблемы и решения по ее улучшению: монография / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015. 241 с.
2. Власенко М. В. Анализ экологического состояния водных ресурсов Волго-Ахтубинской поймы // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2020. № 2(05). С. 67–85. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=64> (дата обращения: 01.08.2021). DOI: 10.31774/2658-7890-2020-2-67-85.
3. Современное состояние и проблемы водного питания Волго-Ахтубинской поймы / О. В. Филиппов, А. И. Кочеткова, М. С. Баранова, Е. С. Брызгалина // Грани познания [Электронный ресурс]. 2015. № 4(38). С. 31–41. URL: <http://www.grani.vspu.ru/jurnal/43> (дата обращения: 01.08.2021).
4. Зайцев В. Ф., Рыбашлыкова Л. П., Конев С. В. Оценка состояния Волго-Ахтубинской поймы по содержанию тяжелых металлов в почве и растительности // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. земледелия. Солен. Займище, 2017. С. 11–13.
5. Кузьмина Е. Г. О состоянии дубрав в Волго-Ахтубинской пойме // Проблемы региональной экологии и природопользования. Естественные науки. 2013. № 4(45). С. 52–55.
6. Барабанов В. В., Ижерская В. А. Оценка состояния пресноводной ихтиофауны Волго-Ахтубинской поймы на современном этапе (в 2018–2019 гг.) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 2. С. 52–58. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-2-52-58.
7. Водно-экологические проблемы Волго-Ахтубинской поймы / М. В. Болгов, К. Ю. Шаталова, О. В. Горелиц, И. В. Землянов // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1, № 3. С. 15–37.
8. Антропогенная нагрузка на реку Сухая Мечётка в границах города Волгограда / С. Я. Семененко, Н. В. Морозова, С. С. Марченко, Н. А. Колобанова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2(62). С. 416–431. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-42.
9. Комплексный подход к оценке экологического благополучия водных экосистем / П. Д. Засыпкин, О. С. Ушакова, Г. А. Оболдина, Т. Е. Павлюк // Водное хозяйство России. 2018. № 5. С. 86–100. DOI: 10.35567/1999-4508-2018-5-7.
10. Зинченко Т. Д., Выхристюк Л. А., Шитиков В. К. Методологический подход к оценке экологического состояния речных систем по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2000. Т. 2, № 2. С. 233–243.
11. Мингазова Н. М., Павлова Л. Р. Методические подходы к оценке экологического состояния водных объектов, основанные на гидрохимических показателях // Экономический форум «Экономика в меняющемся мире»: сб. науч. ст. Казань: Изд-во Каз. ун-та, 2017. С. 306–308.
12. ГОСТ Р 58556-2019. Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций. Введ. 2020-01-05. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.

13. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Введ. 1983-01-01. М.: Стандартиформ, 2010. 18 с.

14. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. Введ. 2014-01-01. М.: Стандартиформ, 2019. 36 с.

15. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. Введ. 1986-07-01. М.: Стандартиформ, 2010. 20 с.

References

1. Kablov V.F., Kostin V.E., Sokolova N.A., 2015. *Volgo-Akhtubinskaya poyma. Ekologicheskaya situatsiya: problemy i resheniya po yeye uluchsheniyu: monografiya* [Volga-Akhtuba Floodplain. Ecological Situation: Problems and Solutions for Its Improvement: monograph]. Volgograd, IUNL VolgGTU, 241 p. (In Russian).

2. Vlasenko M.V., 2020. [Analysis of ecological state of water resources of the Volga-Akhtuba floodplain]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo*, no. 2(05), pp. 67-85, available: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=64> [accessed 01.08.2021], DOI: 10.31774/2658-7890-2020-2-67-85. (In Russian).

3. Filippov O.V., Kochetkova A.I., Baranova M.S., Bryzgalina E.S., 2015. [Current state and problems of water supply of the Volga-Akhtuba floodplain]. *Grani poznaniya*, no. 4(38), pp. 31-41, available: <http://www.grani.vspu.ru/jurnal/43> [accessed 01.08.2021]. (In Russian).

4. Zaitsev V.F., Rybashlykova L.P., Konev S.V., 2017. *Otsenka sostoyaniya Volgo-Akhtubinskoy poymy po sodержaniyu tyazhelykh metallov v pochve i rastitel'nosti* [Assessment of the state of the Volga-Akhtuba floodplain by the heavy metals content in soil and vegetation]. *Nauchno-prakticheskie puti povysheniya ekologicheskoy ustoychivosti i sotsial'no-ekonomicheskoe obespechenie sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf.* [Scientific and Practical Ways of Increasing Environmental Sustainability and Socio-economic Support of Agricultural Production: Proc. of International Scientific-Practical Conference]. Prikaspiy Scientific Research Institute of Arid Agriculture, Salty Zaymishche, pp. 11-13. (In Russian).

5. Kuzmina E.G., 2013. *O sostoyanii dubrav v Volgo-Akhtubinskoy poyme* [On the state of oak groves in the Volga-Akhtuba floodplain]. *Problemy regional'noy ekologii i prirodopol'zovaniya. Estestvennye nauki* [Problems of Regional Ecology and Nature Management. Natural Sciences], no. 4(45), pp. 52-55. (In Russian).

6. Barabanov V.V., Izherskaya V.A., 2020. *Otsenka sostoyaniya presnovodnoy ikhtiofauny Volgo-Akhtubinskoy poymy na sovremennom etape (v 2018–2019 gg.)* [Assessment of the state of the freshwater ichthyofauna of the Volga-Akhtuba floodplain at the present stage (in 2018–2019)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo* [Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries], no. 2, pp. 52-58, DOI: 10.24143/2073-5529-2020-2-52-58. (In Russian).

7. Bolgov M.V., Shatalova K.Yu., Gorelits O.V., Zemlyanov I.V., 2017. *Vodno-ekologicheskie problemy Volgo-Akhtubinskoy poymy* [Water-ecological problems of the Volga-Akhtuba floodplain]. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika* [Ecosystems: Ecology and Dynamics], vol. 1, no. 3, pp. 15-37. (In Russian).

8. Semenenko S.Ya., Morozova N.V., Marchenko S.S., Kolobanova N.A., 2021. *Antropogennaya nagruzka na reku Sukhaya Mechetka v granitsakh goroda Volgograda* [Anthropogenic load on the Sukhaya Mechetka river within the town Volgograd]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshye professional'noe obrazovaniye* [Bulletin of the Nizhnevolzhsky Agro-university Complex: Science and Higher Professional Education], no. 2(62), pp. 416-431, DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-42. (In Russian).

9. Zasyupkin P.D., Ushakova O.S., Oboldina G.A., Pavlyuk T.E., 2018. *Kompleksnyy podkhod k otsenke ekologicheskogo blagopoluchiya vodnykh ekosistem* [An integrated approach to assessing the ecological well-being of aquatic ecosystems]. *Vodnoe khozyaistvo Rossii* [Water Economy of Russia], no. 5, pp. 86-100, DOI: 10.35567/1999-4508-2018-5-7. (In Russian).

10. Zinchenko T.D., Vykhristyuk L.A., Shitikov V.K., 2000. *Metodologicheskiiy podkhod k otsenke ekologicheskogo sostoyaniya rechnykh sistem po gidrokhimicheskim i gidrobiologicheskim pokazatelyam* [Methodological textbook for assessing the ecological state of river systems by hydrochemical and hydrobiological indicators]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], vol. 2, no. 2, pp. 233-243. (In Russian).

11. Mingazova N.M., Pavlova L.R., 2017. *Metodicheskie podkhody k otsenke ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob"ektov, osnovannye na gidrokhimicheskikh pokazatelyakh* [Methodological reference book for assessing the ecological state of water bodies based on hydrochemical indicators]. *Ekonomicheskiiy forum "Ekonomika v menyayushchemsya mire": sb. nauch. st.* [Economic Forum "Economy in a Changing World": Collection of Scientific Articles]. Kazan, Kazan University Publ., pp. 306-308. (In Russian).

12. *GOST R 58556-2019. Otsenka kachestva vody vodnykh ob"ektov s ekologicheskikh pozitsiy* [Assessment of water quality in water bodies from an ecological viewpoint]. Moscow, Publ. of Standards, 2019, 16 p. (In Russian).

13. *GOST 17.1.3.07-82. Okhrana prirody (SSOP). Gidrosfera. Pravila kontrolya kachestva vody vodoemov i vodotokov* [Nature conservation (SSOP). Hydrosphere. Water quality control rules for reservoirs and watercourses]. Moscow, Publ. of Standards, 2010, 18 p. (In Russian).

14. *GOST 31861-2012. Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob* [Water. General requirements for sampling]. Moscow, Publ. of Standards, 2019, 36 p. (In Russian).

15. *GOST 17.1.5.05-85. Okhrana prirody (SSOP). Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, l'da i atmosferynykh osadkov* [Nature conservation (SSOP). Hydrosphere. General requirements for sampling surface and sea waters, ice and precipitation]. Moscow, Publ. of Standards, 2010, 20 p. (In Russian).

Информация об авторах

С. Я. Семененко – ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Н. В. Морозова – старший научный сотрудник, кандидат технических наук;

С. С. Марченко – кандидат технических наук, доцент;

Н. А. Колобанова – доцент кафедры водохозяйственного строительства, кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors

S. Ya. Semenenko – Leading Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

N. V. Morozova – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences;

S. S. Marchenko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

N. A. Kolobanova – Associate Professor at the Department of Water Management Construction, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Экология и водное хозяйство. 2021. Т. 3, № 3. С. 18–33.
Ecology and water management. 2021. Vol. 3, no. 3. P. 18–33.

Статья поступила в редакцию 25.08.2021; одобрена после рецензирования 07.09.2021; принята к публикации 09.09.2021.

The article was submitted 25.08.2021; approved after reviewing 07.09.2021; accepted for publication 09.09.2021.