

УДК 911.9

DOI 10.17513/use.38050

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕБОКСАРСКОГО И КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ ЧЕБОКСАРСКОГО УЧАСТКА ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ильина А.А., Никонорова И.В., Ильин В.Н., Никитина Е.А.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары,  
e-mail: nastya67.q@mail.ru, niko-inna@yandex.ru, suvar2009@yandex.ru, elenchyc@mail.ru

С момента заполнения Чебоксарского водохранилища оно эксплуатируется на незапланированной отметке 63 м вместо 68 м НПУ, что создает ряд гидрологических и экологических проблем, в том числе проблему интенсивного цветения сине-зеленых водорослей в летний период. В то же время Волга остается главным источником питьевого водоснабжения крупнейших городов Чувашии – Чебоксар и Новочебоксарска, поэтому к качеству волжской воды предъявляются очень строгие санитарные требования. Коллектив ученых ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» ведет исследования гидрологических и экологических проблем Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ с 1992 г. В работе представлены результаты гидрологических показателей полевого выхода на ключевые участки обоих водохранилищ, изучена степень эвтрофикации Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ на Чебоксарском участке Чебоксарского района Чувашской Республики, а также даны некоторые рекомендации по уменьшению степени эвтрофикации. В частности, внедрение Министерством природных ресурсов и экологии Чувашской Республики новых технологий по очистке сточных вод способствует решению гидрологических и экологических проблем. В последнее время, в условиях оживления круизного туризма, рекреационное значение Волги возрастает, данные исследования приобретают высокую актуальность.

**Ключевые слова:** река Волга, эвтрофикация, водохранилище, экологические проблемы, мелководья, сбросы сточных вод

*Исследование проводилось в рамках внутреннего гранта научных школ Чувашского государственного университета № 16-22 «Устойчивость рек Чувашской Республики к антропогенной нагрузке».*

## HYDROLOGICAL AND ECOLOGICAL PROBLEMS OF CHEBOKSARY AND KUIBYSHEV RESERVOIRS OF CHEBOKSARY SECTION OF THE CHUVASH REPUBLIC

Ilina A.A., Nikonorova I.V., Ilin V.N., Nikitina E.A.

Chuvash State University, Cheboksary,

e-mail: nastya67.q@mail.ru, niko-inna@yandex.ru, suvar2009@yandex.ru, elenchyc@mail.ru

Since the filling of the reservoir, it has been operated at an unplanned level of 63 m instead of 68 m of the normal retaining level, which creates a number of hydrological and environmental problems, including intense blooming of blue-green algae in the summer. At the same time, the Volga River remains the main source of drinking water supply in the largest cities of Chuvashia – Cheboksary and Novocheboksarsk, therefore, very strict sanitary requirements are imposed on the quality of Volga water. The team of scientists of the Chuvash State University named after I.N. Ulyanova has been conducting research on hydrological and environmental problems of Cheboksary and Kuibyshev reservoirs since 1992. The paper presents the results of hydrological indicators of a field trip to key sites of both reservoirs, studied the degree of eutrophication of Cheboksary and Kuibyshev reservoirs in the Cheboksary section of Cheboksary district of the Chuvash Republic, and also gave some recommendations for reducing the degree of eutrophication. In particular, the introduction by the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Chuvash Republic of new technologies for wastewater treatment contributes to solving hydrological and environmental problems. Recently, in the context of the revival of cruise tourism, the recreational importance of the Volga River is increasing, these studies are becoming highly relevant.

**Keywords:** Volga river, eutrophication, reservoir, environmental problems, shallow waters, wastewater discharges

*The study was carried out within the framework of the internal grant of scientific schools of the Chuvash State University No. 16-22 “Resilience of the rivers of the Chuvash Republic to anthropogenic load.”*

Чебоксарское водохранилище является пятым водохранилищем в каскаде Волжских водохранилищ. Оно образовано в 1980 г. плотиной Чебоксарской гидроэлектростанции. На данный момент Чебоксарское водохранилище заполнено до промежуточного уровня в 63 м, в то время как по проекту оно должно было быть заполнено до 68 м. Водохранилище расположено

на территории Республики Марий Эл, Чувашской Республики и Нижегородской области. Площадь составляет 2182 км<sup>2</sup>. Объем составляет 13,85 км<sup>3</sup>. Протяженность 341 км. Осуществляется сезонное и суточное регулирование стока. Колебания уровня до 3 м. Протяженность правобережной линии в пределах Чувашии составляет 50 км, левобережной – 28 км [1].

Фарватер имеет протяженность 127 км, характеризуется максимальными глубинами до 18–21 м. Водообмен Чебоксарского водохранилища является одним из лучших по этому показателю среди каскада Волжских водохранилищ. Водные ресурсы Чебоксарского водохранилища являются источником питьевого водоснабжения г. Чебоксары и Новочебоксарск, поэтому поддержание качества воды является важным вопросом.

Куйбышевское водохранилище образовалось в результате перекрытия Волги плотиной Волжской гидроэлектростанции в Тольятти в 1955 г. Оно заполнено до проектной отметки в 53 м. Располагается на территории Самарской, Ульяновской областей, Республик Татарстан, Марий Эл и Чувашской Республики. Площадь составляет 5900 км<sup>2</sup>. Объем составляет 56 км<sup>3</sup>. Протяженность 510 км. Водоохранилище имеет сезонное регулирование расхода. Колебания уровня составляют до 7,5 м, на территории Чувашской Республики этот показатель составляет 4 м. Протяженность правобережной линии в пределах Чувашии составляет 89 км. Попуски воды Чебоксарским гидроузлом, которые носят как сезонный, так и ежедневный характер, несомненно, влияют на Куйбышевское водохранилище, например происходят изменения уровня режима, меняется площадь мелководий и т.д. [2, 3].

Целью исследования является выявление современных гидрологических и экологических проблем Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ Чебоксарского участка Чувашской Республики.

#### **Материалы и методы исследования**

Кафедра физической географии и геоморфологии ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» совместно с Гидрометеоцентром Чувашской Республики участвует в долгосрочном мониторинге акватории и прибрежной зоны Чебоксарского участка Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ на территории Чувашии. Мониторинг проводится в весенне-летний и осенний навигационные сезоны. Акватория водохранилищ разделена на зону основной чаши и прилегающие к ней зоны. Главная чаша состоит из следующих зон: мелководье, средняя глубина и глубоководная зона [4, с. 33–35].

Глубоководная зона Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ смещена на правый берег и расположена в пределах естественного русла р. Волги. Ширина глу-

боководной зоны Чебоксарского водохранилища составляет 300–1300 м, а максимальная глубина – 20 м. Ширина глубоководной зоны Куйбышевского водохранилища значительно меньше: 100–500 м. Максимальная глубина достигает 18 м.

Глубоководная зона граничит с зоной средних глубин. Ее площадные характеристики намного больше. В Чебоксарском водохранилище ширина зоны средней глубины распределена неравномерно: левая сторона зоны составляет 1700 м, правая – 2000 м. В Куйбышевском водохранилище зона средней глубины расположена несимметрично. Её ширина в 1,5–2 раза меньше ширины аналогичной зоны Чебоксарского водохранилища. Справа от глубоководной зоны она составляет 1000 м, с левой стороны – 700 м. Снижение уровня воды во время работы гидроэлектростанции приводит к тому, что ветровые волны воздействуют на дно водохранилищ. В заполненном состоянии резервуара ветровые волны не взаимодействуют с дном [5].

В пределах Чебоксарского водохранилища зона мелководья занимает большие площади, которые достигают значений в 40%. Это связано с тем, что Чебоксарское водохранилище функционирует на промежуточном уровне. Зона мелководья приурочена к левому берегу исследуемых водоемов.

Незначительная глубина выбранных зон приводит к затруднению водообмена и нагреву воды. В связи с этим зона мелководий характеризуется «цветением воды» летом из-за размножения сине-зеленых водорослей. Процесс «цветения воды» приводит к тому, что дно начинает заиливаться и в некоторых местах достигает 1 м [6, 7]. Процессы развития сине-зеленых водорослей, гибели рыбы и последующего заиливания наблюдаются и в Куйбышевском водохранилище, но масштабы заметно уменьшаются. Глубины здесь колеблются от 4 до 8 м, а площадь мелководья достигает всего 5–6%.

Для более детального анализа состояния акватории приведены результаты полевого выхода на ключевые участки Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ, в ходе которого были взяты пробы воды и измерены показатели кислотности и температуры воды (таблица).

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ фактических данных гидрологических измерений показал, что средняя кислотность воды в пробах составляет 8,52.

Максимальное значение характерно для ключевого участка № 1 (поверхность верхнего створа Чебоксарского водохранилища) и составило 8,96.

Минимальное значение составило 7,78 (правый берег Куйбышевского водохранилища). Разница в значениях рН в ключевых зонах объясняется прямой корреляцией между уровнем кислотности и температурой воды.

Средняя температура воды в образцах составила 25,5°C. Максимальные значения

характерны для Чебоксарского водохранилища (27,5°C), минимальные – для Куйбышевского водохранилища (24,5°C). Повышенные температуры для Чебоксарского водохранилища объясняются высокой долей мелководья (рис. 1).

На основе полевых данных и аэрофотоснимков была составлена карта интенсивности степени эвтрофикации Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ Чебоксарского участка Чувашской Республики (рис. 2).

#### Данные гидрологических измерений Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ

№ ключевого участка	№ пробы	Створы	Дата и время отбора пробы	рН	Температура воды (°С)	Глубина взятия пробы (м)
1	1	Чебоксарское вдхр. в/с поверхность	08.08.2022 г. 15:56	8,96	27,3	0,5
	2	Чебоксарское вдхр. в/с дно	08.08.2022 г. 15:59	8,93	27,5	15
2	3	Чебоксарское вдхр. н/с правый берег поверхность	08.08.2022 г. 10:20	8,54	25,2	0,5
	4	Чебоксарское вдхр. н/с правый берег дно	08.08.2022 г. 10:22	8,49	25,4	10,2
3	5	Чебоксарское вдхр. н/с середина поверхность	08.08.2022 г. 10:27	8,81	25,5	0,5
	6	Чебоксарское вдхр. н/с середина дно	08.08.2022 г. 10:31	8,48	25,0	14,0
4	7	Чебоксарское вдхр. н/с левый берег поверхность	08.08.2022 г. 10:39	8,83	25,5	0,5
	8	Чебоксарское вдхр. н/с левый берег дно	08.08.2022 г. 10:41	8,81	25,7	10
5	9	Куйбышевское вдхр. середина	08.08.2022 г. 12:53	7,82	24,5	0,5
6	10	Куйбышевское вдхр. правый берег	08.08.2022 г. 12:50	7,78	24,5	0,5
7	11	ГЭС в.б.	08.08.2022 г. 11:42	8,79	25,7	0,5
8	12	ГЭС н.б.	08.08.2022 г. 12:25	8,04	25,0	0,5

Примечание: в/с – верхний створ водохранилища, н/с – нижний створ водохранилища, в.б – верхний бьеф водохранилища, н.б. – нижний бьеф водохранилища.



Рис. 1. Сине-зеленые водоросли в пределах Чебоксарского водохранилища

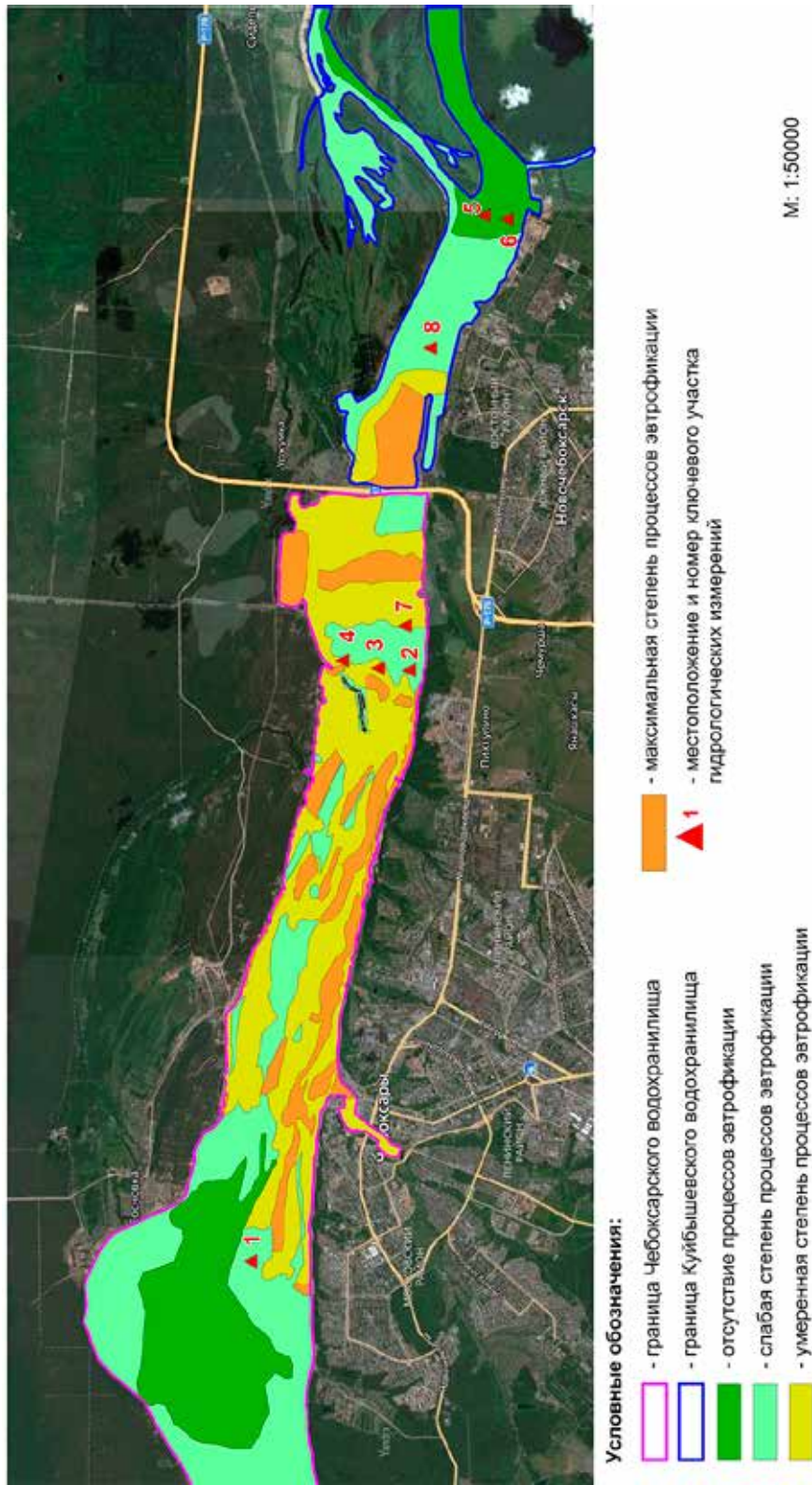


Рис. 2. Степень эвтрофикации Чебоксарского участка Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ

Карта показывает, что зоны максимальной эвтрофикации Чебоксарского водохранилища приурочены к районам с высокой долей площади мелководий и наблюдаются в основном вблизи г. Чебоксары и небольшого залива вблизи Чебоксарской ГЭС. Также можно отметить переходную зону между двумя водохранилищами [8].

Установлено, что на территории Чебоксарского водохранилища в пределах Чебоксарского района Чувашской Республики максимальная степень эвтрофикации составляет 13%, умеренная и слабая степень являются самыми высокими показателями интенсивности цветения воды (рис. 3).

На территории Куйбышевского водохранилища в пределах Чебоксарского района Чувашской Республики интенсивность цветения воды низкая, так как показатели умеренной и низкой степени эвтрофикации достигают наивысших значений, а максимальная степень составляет 10% (рис. 4).

Поскольку Чебоксарское водохранилище не заполнено до проектного уровня в 68 м, площадь мелководья составляет 38%, хотя согласно СНиП допускается 20%.

Мелководье является частой причиной эвтрофикации водоемов. Процессы эвтрофикации создают положительный эффект только вначале, а на заключительных стадиях водоем начинает испытывать неблагоприятные условия, поскольку растворенный в воде кислород идет на окисление мертвого органического вещества [9]. Когда уровень поднимется хотя бы на 2 м, площадь мелководий уменьшится и составит 19%.

С момента реализации мероприятий регионального проекта «Оздоровление Волги» (с 2019 г.) в Чувашии было построено 5 объектов: 1) коллектор хозяйственно-бытовой канализации с очистными сооружениями хозяйственно-бытовых и производственных стоков производительностью 1800 м<sup>3</sup>/сут. в п.г.т. Вурнары; 2) сооружения очистки дождевых стоков центральной части г. Чебоксары; 3) ливневые очистные сооружения в микрорайоне «Волжский-1,2»; 4) комплекс биологических очистных сооружений в с. Порецкое; 5) проведена реконструкция очистных сооружений АУ ФОЦ «Белые камни» Минспорта Чувашии.

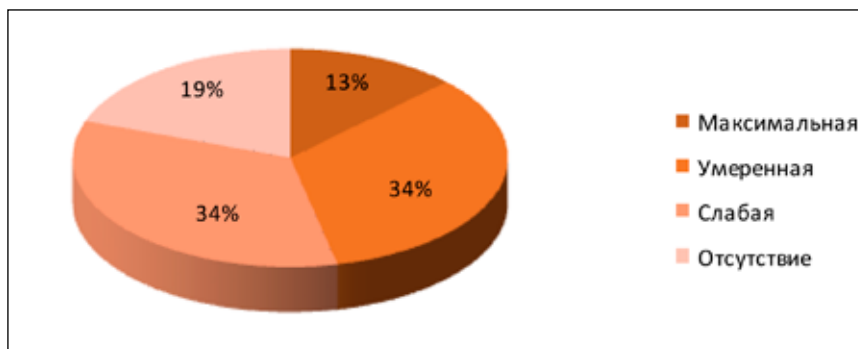


Рис. 3. Интенсивность цветения воды в Чебоксарском водохранилище в пределах Чебоксарского района

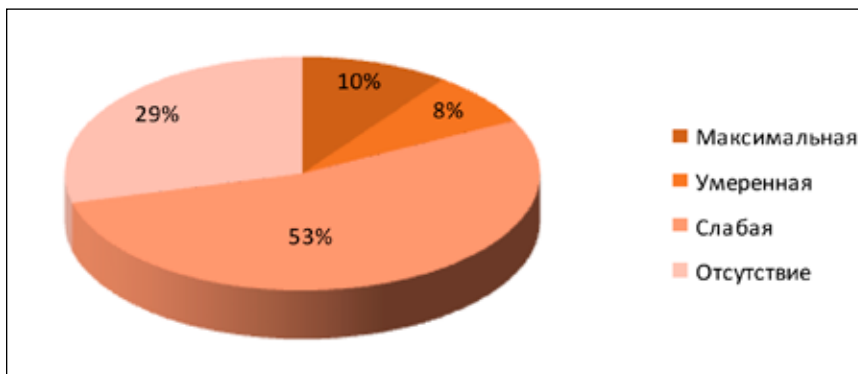


Рис. 4. Интенсивность цветения воды в Куйбышевском водохранилище в пределах Чебоксарского района

В 2023 г. продолжается строительство объекта «Внеплощадочные инженерные сети и сооружения жилого района “Новый город”» в г. Чебоксары. Региональная программа предусматривает переход к применению наилучших технологий очистки сточных вод и обеспечивает снижение объема попадающих в Волгу загрязненных сточных вод [10].

Попуски воды через ГЭС в период половодья способствуют очистке воды. По данным гидрологической сводки Русгидро, к концу весеннего половодья 2023 г., на 10 апреля, через гидроузел было пропущено 10300 м<sup>3</sup> воды, включая 2920 м<sup>3</sup>, прошедших через основное русло Волги, а 7380 м<sup>3</sup> воды – через боковую приточность [11]. Данные показатели соответствуют средним многолетним значениям.

### Заключение

Река Волга является не только источником питьевого водоснабжения Чебоксар и Новочебоксарска, но и объектом круизного туризма «Великий Волжский путь». Поскольку Чебоксарское водохранилище заполнено только до промежуточной отметки в 63 м, а не до проектного уровня в 68 м, возникает ряд проблем. Например, площадь мелководий в некоторых районах достигает 38%, и это значительно превышает санитарную норму, которая составляет всего 20%. Решения по данному вопросу до сих пор нет, так как повышение уровня Чебоксарского водохранилища может спровоцировать ряд других негативных процессов, таких как увеличение площади затопляемых территорий. В Куйбышевском водохранилище ситуация более благоприятная, поскольку оно заполнено до проектного уровня, что не создает негативных последствий, а площадь мелководий не превышает допустимых норм.

Масштабы эвтрофикации можно сократить двумя способами: во-первых, уменьшить площадь мелководий, а во-вторых, усовершенствовать технологии по очистке сбросов сточных вод. Уменьшение мелководий возможно при поднятии нормального подпорного уровня Чебоксарской ГЭС, но данные вопросы могут быть решены только на федеральном уровне. Реализуя национальный проект «Экология», Министерство природных ресурсов и экологии

Чувашской Республики внедряет новые технологии очистки сточных вод, которые обеспечивают снижение объема попадающих в Волгу загрязненных сточных вод.

### Список литературы

1. Чебоксарское водохранилище. Чувашская энциклопедия // Чувашский государственный институт гуманитарных наук, Чувашское книжное издательство, 2009. [Электронный ресурс]. URL: <http://enc.cap.ru/?t=publ&lnk=112> (дата обращения: 05.04.2023).
2. Куйбышевское водохранилище. Чувашская энциклопедия / Чувашский государственный институт гуманитарных наук, Чувашское книжное издательство, 2009. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.enc.cap.ru/?t=publ&hry=156&lnk=113> (дата обращения: 05.04.2023).
3. Рахуба А.В., Турутина Т.В., Шмакова М.В. Донные отложения приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища (по данным экспедиционных исследований 2020 г.) // Географический вестник = Geographical bulletin. 2021. № 3 (58). С. 107–115. DOI: 10.17072/2079-7877-2021-3-107-115.
4. Никонорова И.В., Арчиков Е.И. Геолого-географические особенности формирования Чувашского участка Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ. Чебоксары: Издательство Чувашского университета, 2000. 104 с.
5. Назаров Н.Н., Никонорова И.В., Филиппов О.В., Фролова И.В. Крупные аккумулятивные образования береговых зон водохранилищ // Эрозионные и русловые процессы. 2015. № 6. С. 199–207.
6. Terezinha Ferreira de Oliveira, Isabel Leidianny de Sousa Brandão, Chris M.Mannaerts, Rachel Ann Hauser-Davis, Antonio Augusto Ferreira de Oliveira, Augusto Cesar Fonseca Saraiva, Michele Araujo de Oliveira, Junior Hiroyuki Ishihara Using hydrodynamic and water quality variables to assess eutrophication in a tropical hydroelectric reservoir // Journal of Environmental Management. 2020. Vol. 256. P. 109932. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109932.
7. Qing Zhan, Sven Teurlinx, Frankvan Herpen, Nandini Vasantha Raman, Miquel Lüring, Guido Waajen, Lisette N.de Senerpont Domis Towards climate-robust water quality management: Testing the efficacy of different eutrophication control measures during a heatwave in an urban canal // Science of The Total Environment. 2022. Vol. 828. P. 154421. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.154421.
8. Carolina Acuña-Alonso, Xana Álvarez, Enrique Valero, Fernando António Leal Pacheco Modelling of threats that affect Cyano-HABs in an eutrophicated reservoir: First phase towards water security and environmental governance in watersheds // Science of The Total Environment. 2022. Vol. 809. P. 152155. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152155.
9. Xiaoyu Zhang, Jian Zhao, Lin Ding, Yuan Li, Hai Xia Liu, Yan Fang Zhao, Guo Fu 2022 Eutrophication evolution trajectory influenced by human activities and climate in the shallow Lake Gehu, China // Ecological Indicators. 2022. Vol. 138. P. 108821. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108821.
10. О ходе реализации регионального проекта «Оздоровление Волги» // Министерство природных ресурсов и экологии Чувашской Республики. [Электронный ресурс]. URL: <https://minpriroda.cap.ru/news/2021/07/21/o-hode-realizacii-regionaljnogo-proekta-ozdorovlen> (дата обращения: 10.04.2023).
11. Данные гидрологической сводки Чебоксарской ГЭС Русгидро // Изменения уровней водохранилищ ГЭС Русгидро. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rushydro.ru/hydrology/informer/?date=2023-04-10> (дата обращения: 12.04.2023).