

ОЦЕНКА ПРИБРЕЖНЫХ ВОД КЛАЗЬМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ОБЩИМ И ИНТЕГРАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА

ASSESSMENT OF THE COASTAL WATERS OF THE KLYAZMA RESERVOIR BY GENERAL AND INTEGRAL QUALITY INDICATORS

**S. Kurbatov
V. Zubkova
A. Gaponenko**

Summary. Based on the monitoring of the water area of the Klyazma reservoir, it was revealed that in terms of such indicators as mineralization, BOD, COD, anionic synthetic surfactants, dissolved oxygen, pH, the water pollution index was 1.77–6.15. Water can be classified as moderately polluted, polluted, dirty and very dirty waters. A lower self-cleaning ability of water in the summer-spring compared to the autumn-winter period was revealed. The potential of self-protective ability varied within 1.16–11.17. According to the results of biotesting, the studied samples are characterized as non-toxic.

Keywords: mineral substances, oxidizable organic substances, self-cleaning ability, water pollution index, test objects.

Курбатов Сергей Андреевич

Аспирант, Российский государственный
социальный университет (Москва)
s.kurbatoff@icloud.com

Зубкова Валентина Михайловна

Д.б.н., профессор, Российский государственный
социальный университет (Москва)
vmzubkova@yandex.ru

Гапоненко Альбина Вячеславовна

К.п.н., доцент, Российский государственный
социальный университет (Москва)
gaponenkoav@rgsu.net

Аннотация. На основе данных мониторинга акватории Клязьминского водохранилища установленный интервал индекса загрязнения воды, определенный по таким показателям как минерализация, БПК, ХПК, АСПАВ, растворенный кислород, рН, составил 1,77–6,15, что характеризует воду отдельных створов как умеренно загрязненную — очень грязную. Выявлена более низкая самоочищающая способность воды в летне-весенний период по сравнению с осенне-зимним. Потенциал самоочищающей способности варьировал в пределах 1,16–11,17. По результатам биотестирования исследуемые пробы характеризуются как нетоксичные.

Ключевые слова: минеральные вещества, окисляемые органические вещества, самоочищающая способность, индекс загрязнения воды, тест-объекты.

Поверхностные воды являются одной из наиболее подверженных антропогенному влиянию систем на Земле, поэтому изменение их состава приводит к обширной экологической деградации, такой как снижение качества и доступности воды, интенсивные наводнения, исчезновение видов и изменения в распределении и структуре водной биоты, что делает поверхностные водоёмы неустойчивыми [4;15].

Водная экосистема имеет естественную тенденцию адаптироваться и компенсировать изменения параметров качества воды за счет разбавления и биодеградации некоторых органических соединений [21]. Однако превышение буферной способности водной экосистемы из-за постоянного поступления экотоксикантов из точечных и неточечных источников приводит к загрязнению воды. Как правило, природное качество воды варьируется от места к месту в зависимости от климатических особенностей, сезонных изменений, а также от типов почв, горных пород и поверхностей, по которым движется вода [3, 20]. Различные виды де-

ятельности человека, такие как сельскохозяйственная, урбанизация, добыча полезных ископаемых и рекреация, существенно изменяют качество природных вод и потенциал водопользования [17]. Снижение качества воды может приводить к увеличению затрат на её очистку, уменьшению урожайности сельскохозяйственных растений, вызвать обострение продовольственной проблемы. Здоровье водной экосистемы во многом определяется наличием в среде токсичных веществ, что особенно усугубляется высокой популяцией патогенов в воде. Использование микробиологически загрязненной воды для хозяйственно-бытовых и других целей наносит ущерб здоровью человека и общества в целом [3]. Водные стоки, богатые разлагаемыми органическими веществами, вызывают первичное органическое загрязнение. Вторичное органическое загрязнение определяется как избыток органического вещества, представляющего собой сумму неразложившегося органического материала, поступившего в водный объект при первичном загрязнении, и материала, образовавшегося в результате чрезвычайно возросшей биопр-

Таблица 1. Место расположения створов

Створ	Место расположения	Координаты (WGS-84)	Створ	Место расположения	Координаты (WGS-84)
1	ТУ Федоскино	N:55.990 E:37.559	9	Клязьминский лесопарк	N:55.981 E:37.635
2	Д. Новосельцево	N:55.996 E:37.578	10	Село Троицкое	N:55.988 E:37.572
3	Д. Чиверёво	N:55.989 E:37.591	11	Д.Новоалександрово	N:55.983 E:37.553
4	Д. Чиверёво	N: 55.987 E:37.605	12	Д. Грибки	N:55.972 E:37.537
5	Д. Осташково	N:55.990 E:37.624	13	27-км Дмитровского шоссе	N:55.971 E:37.523
6	Д. сорокино	N:55.981 E:37.657	14	Д. Капустино	N:55.977 E:37.530
7	Вблизи д. Сорокино	N:55.979 E:37.683	15	Д. Капустино	N:55.984 E:37.538
8	Д. Болтино	N55.975 E37.675	16	Вблизи п. Птицефабрики	N:55.987 E:37.551

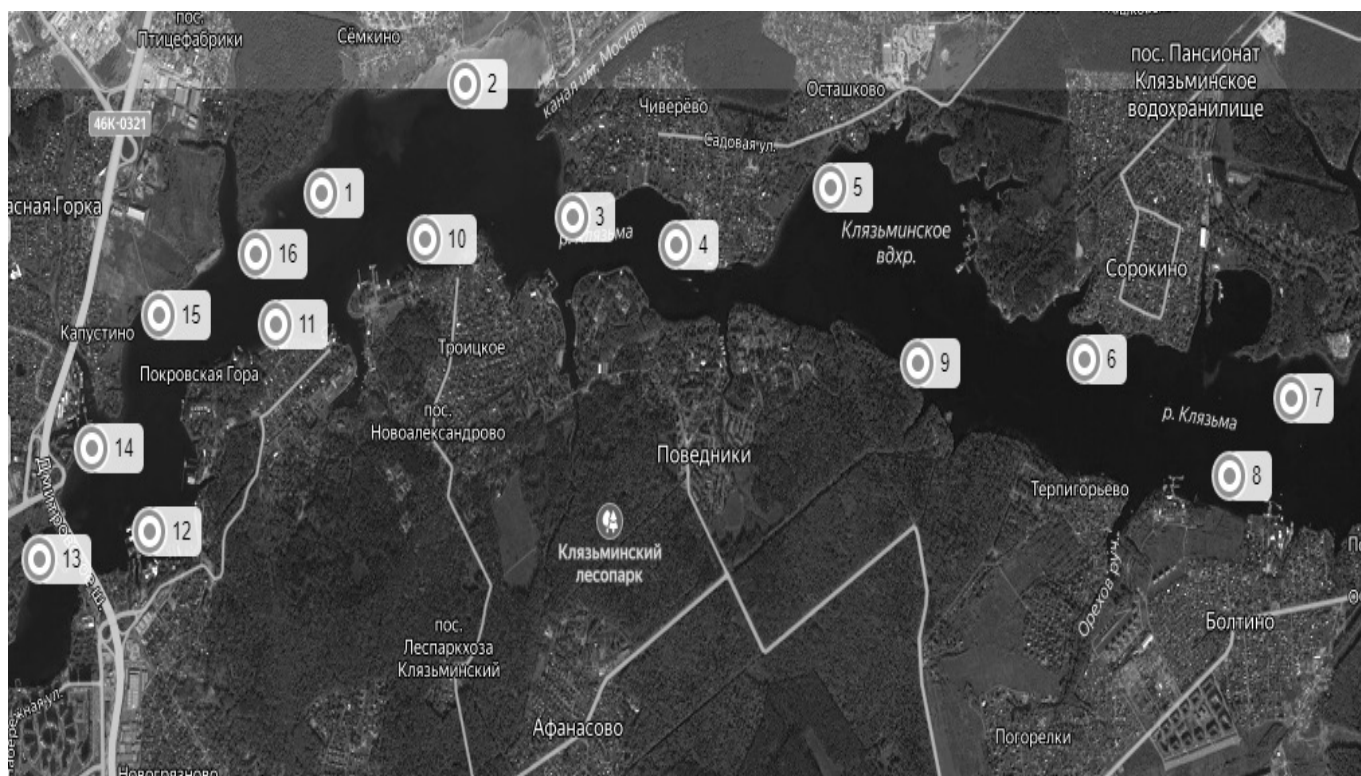


Рис. 1. Места расположения гидрологических створов наблюдения качества вод Клязьминского водохранилища

Таблица 2. Динамика содержания минеральных веществ в воде Клязьминского водохранилища в 2021 г., мг/дм³

Створы	Периоды отбора образцов				Среднее за год (μ)	ПДК
	01.01-31.03	01.04–30.06	01.07–30.09	01.10–31.12		
1	187±7	193±11	189±4	166±4	183,75	1000
2	323±12	317±6	344±11	324±5	327,00	
3	368±12	296±4	356±13	303±4	330,75	
4	322±9	328±11	328±4	318±11	324,00	
5	298±11	299±8	323±9	299±9	304,75	
6	319±9	349±6	351±12	336±6	338,75	
7	310±4	370±6	340±11	298±11	329,50	
8	341±3	346±11	329±8	364±7	345,00	
9	121±7	125±2	136±4	124±4	123,00	
10	188±3	194±4	211±7	200±9	198,25	
11	338±3	362±11	347±9	368±6	353,75	
12	304±4	335±10	325±9	298±7	315,50	
13	320±12	356±11	304±10	305±7	321,25	
14	357±11	311±12	298±7	375±11	335,25	
15	213±7	208±7	175±4	160±6	189,00	
16	232±5	212±2	182±3	190±3	204,00	

дуктивности в самой загрязненной экосистеме [1;22]. Как утверждают Dejoux et al. [19], органические отходы минерализуются в принимающих водоемах, при этом образующиеся питательные элементы стимулируют продуктивность растений, что приводит к эвтрофикации. В этой ситуации биомасса значительно увеличивается и выходит за пределы усвоения гидробионтами. Чрезмерное производство органических веществ способствует накоплению «шлама», при этом в процессе минерализации потребляется весь растворенный кислород из толщи воды, что приводит к гибели рыб. Следовательно, органические загрязнители называются кислородопотребляющими отходами. Относительно высокие температуры в летний период ускоряют этот процесс.

Клязьминское водохранилище осуществляет сезонное регулирование стока и санитарное обводнение рек Москвы, Яузы, Учи и Клязьмы. Основными назначениями водохранилища являются водоснабжение г. Москвы и Московской области, обеспечение работы шлюзов северного и южного склонов канала им. Москвы, обеспечение глубин в судоходной части бьефа, выработка электроэнергии.

Значительный рост населения, сопровождающийся резким ростом урбанизации, промышленного, сельскохозяйственного землепользования, рост рекреационной сферы в водоохранной зоне и акватории Клязьминского водохранилища, а также высокая роль

в водоснабжении г. Москвы определили актуальность исследования.

Методы

Исследования проведены на акватории Клязьминского водохранилища (включая Пироговский рукав) в 2021 г. Отбор проб воды проводили в 1–4 кварталах в 16 репрезентативных створах, с высоким рекреационным прессингом (табл. 1, рис. 1).

Отбор проб воды для всех анализов осуществляли в соответствии с требованиями к отбору проб природных вод, изложенных в ГОСТ 31861[5] и Р52.24.353[13].

Определение загрязняющих веществ в воде Клязьминского водохранилища проводили в аккредитованной бассейновой гидрохимической лаборатории ФГБ-ВУ «Центррегионводхоз» и ООО НПЦ ПромЭнерго.

Оценка токсичности поверхностных вод выполнена по тест-объектам *Chlorella vulgaris* beijer, *Daphnia magna* Straus, *Ceriodaphnia affinis*, Лиминесцентные бактерии *Escherichia coli* M-10 в соответствии с методиками ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10–04 [8], ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12–06[9] и ФР.1.39.2007.03221[16].

Оценку результатов биотестирования проводили в соответствии с приказом Минприроды России № 536 и гигиеническими нормативами [10;11].

Таблица 3. Содержание легко-окисляемых органических веществ в воде в 2021 г., мг/дм³

створы	Периоды отбора образцов				μ	ПДК
	01.01–31.03	01.04–30.06	01.07–30.09	01.10–31.12		
1	1,62±0,01	2,78±0,04	2,69±0,014	1,93±0,016	2,26	3,00
2	1,56±0,02	1,65±0,02	1,89±0,01	2,39±0,01	1,87	
3	1,72±0,07	1,68±0,01	2,00±0,012	2,19±0,07	1,90	
4	1,50±0,02	1,77±0,02	1,69±0,011	1,74±0,04	1,68	
5	1,57±0,01	1,48±0,009	1,86±0,01	2,62±0,011	1,88	
6	2,38±0,01	1,49±0,012	2,23±0,014	1,88±0,03	2,00	
7	2,55±0,06	1,70±0,01	1,82±0,02	2,63±0,009	2,18	
8	1,76±0,03	2,11±0,07	1,66±0,01	2,37±0,014	1,98	
9	4,12±0,05	4,12±0,1	3,21±0,01	3,55±0,19	3,75	
10	2,50±0,02	6,20±0,12	5,59±0,23	2,00±0,01	4,07	
11	2,11±0,07	1,92±0,01	1,94±0,011	2,27±0,08	2,06	
12	1,84±0,01	2,01±0,08	2,03±0,014	2,07±0,011	1,99	
13	1,52±0,01	2,53±0,084	1,60±0,01	2,54±0,01	2,04	
14	1,78±0,002	2,41±0,01	1,69±0,01	1,82±0,01	1,93	
15	2,48±0,03	2,25±0,041	1,92±0,011	1,82±0,013	2,12	
16	2,24±0,04	7,30±0,24	7,60±0,01	2,27±0,09	4,85	

Таблица 4. Концентрация растворенного кислорода в воде Клязьминского водохранилища в 2021 г., мг/дм³

створы	Периоды отбора образцов				μ	ПДК
	01.01–31.03	01.04–30.06	01.07–30.09	01.10–31.12		
1	13,60±1,3	7,90±1,0	10,34±1,4	7,85±1,1	9,92	4,00
2	3,70±0,2	3,70±0,7	3,90±0,3	3,90±0,2	3,80	
3	3,90±0,5	3,80±0,6	3,90±0,2	3,70±0,4	3,83	
4	3,80±0,7	3,90±0,6	3,60±0,1	3,70±0,3	3,75	
5	3,70±0,2	3,70±0,4	3,90±0,2	3,90±0,1	3,80	
6	3,90±0,1	3,80±0,7	3,60±0,1	3,70±0,4	3,75	
7	3,80±0,3	3,80±0,4	3,60±0,1	3,80±0,6	3,75	
8	3,80±0,3	3,90±0,6	3,60±0,3	3,80±0,3	3,78	
9	3,90±0,09	3,60±0,7	3,40±0,1	3,70±0,1	3,65	
10	7,10±1,4	8,40±1,0	6,70±1,3	8,10±1,7	7,58	
11	7,10±1,3	3,70±0,6	3,90±0,09	3,60±0,2	4,58	
12	3,90±0,5	3,90±0,1	3,70±0,4	3,90±0,5	3,85	
13	3,80±0,2	3,70±0,4	3,70±0,1	3,80±0,3	3,75	
14	3,60±0,1	3,70±0,3	3,70±0,2	3,90±0,6	3,73	
15	13,10±1,6	8,52±1,7	9,95±1,3	7,26±1,3	9,71	
16	9,73±1,1	12,67±1,4	7,02±0,9	11,3±1,0	10,19	

Таблица 5. Потенциал самоочищающей способности воды Клязьминского водохранилища

Створы	Периоды отбора образцов			
	01.01–31.03	01.04–30.06	01.07–30.09	01.10–31.12
1	11,17	3,78	5,11	5,41
2	3,16	2,98	2,75	2,17
3	3,02	3,02	2,60	2,24
4	3,36	2,93	2,83	2,82
5	3,14	3,33	2,79	1,98
6	2,18	3,39	2,14	2,62
7	1,98	2,97	2,63	1,92
8	2,88	2,45	2,88	2,13
9	1,26	1,16	1,41	1,39
10	3,78	1,80	1,60	5,39
11	4,47	2,57	2,67	2,11
12	2,83	2,58	2,42	2,50
13	3,33	1,95	3,08	1,99
14	2,69	2,04	2,91	2,85
15	7,03	5,04	6,89	5,31
16	5,78	2,31	1,23	6,65

В ходе исследования определено содержание сухого остатка, рН, растворенного кислорода, БПКполн., ХПК, АПАВ, в поверхностном водном слое прибрежной части Клязьминского водохранилища аттестованными общепринятыми методами.

Полученные данные сравнивали со значениями предельно допустимых концентраций веществ для рыбохозяйственных водоемов [12].

Качество воды Клязьминского водохранилища по исследуемым параметрам в заданных створах оценивали по кратности превышения среднего арифметического измерений *i*-вещества над ПДК, в соответствии с РД 52.24.643–2002 [14].

Результаты и обсуждение

В Клязьминском водохранилище отмечена малая степень минерализации воды, при этом на изучаемых участках она неодинакова (табл. 1). Минимальные средние значения в течение года определены в створе 9 (1 квартал), а максимальное — в створе 11 (4 квартал). Величина сухого остатка варьировала в пределах 121–368 мг/дм³. Во всех исследуемых створах минерализация воды не превышает установленных гигиенических и рыбохозяйственных нормативов (составляет не более 0,3 ПДК). Однако, створы 2–8, 11–12 характеризуются наиболее высокими значениями сухого остатка, что свидетельствует о более высоком насыщении воды неорганическими (минеральными) веществами.

Об органическом загрязнении воды свидетельствует показатель БПК, характеризующий содержание в ней легко-окисляемых органических соединений (табл. 2). Значения БПК воды в среднем за 4 квартала варьировали от 1,68 до 4,85 мг/дм³. Наибольшее содержание легко-окисляемых органических соединений в среднем за 2021 г. отмечено в створе 16 (4,85 мг/дм³). Максимальные концентрации выявлены также в 16 створе в июне — июле (7,3–7,6 мг/дм³).

Увеличение содержания легко-окисляемых органических соединений связано с антропогенной нагрузкой на водоем, повышением температуры (за счет увеличения процесса потребления кислорода), и ускорением процессов самоочищения в этот период

От содержания растворённого кислорода в воде во многом зависит жизненный цикл водной фауны и флоры, поскольку при низком уровне его содержания, условия жизни водоёма становятся неподходящими для его обитателей, поэтому содержание растворенного кислорода в водоёме является важным фактором экологического и санитарного состояния водоёмов. Его снижение приводит к эвтрофикации, вымиранию аэробных организмов, увеличению содержания легко-окисляемых органических соединений [3].

В наших исследованиях колебания в содержании кислорода в различных створах достаточно заметны (табл. 3). Высокий уровень кислорода в течение всего года характерен для створов 1, 10, 15, 16. Для остальных

Таблица 6. Содержание трудноокисляемых органических веществ по ХПК в водохранилище в 2021 г., мг/дм³

створы	Периоды отбора образцов				μ	ПДК
	01.01–31.03	01.04–30.06	01.07–30.09	01.10–31.12		
1	41,00±3,9	32,00±3,0	36,00±2,2	42,00±3,6	37,75	15
2	14,94±1,6	14,87±1,1	15,09±1,1	14,89±0,2	14,95	
3	15,08±0,9	14,88±1,0	15,09±1,0	14,88±0,1	14,98	
4	15,05±1,1	14,90±0,9	15,06±0,7	14,87±0,7	14,97	
5	14,93±0,7	15,00±0,8	15,02±1,9	14,95±1,1	14,98	
6	14,83±0,9	14,91±1,4	15,05±0,6	15,02±0,4	14,95	
7	14,95±1,0	14,81±1,2	15,10±0,6	15,00±1,0	14,97	
8	14,90±1,0	15,00±0,9	14,82±0,4	14,86±0,1	14,90	
9	7,00±0,6	7,00±0,6	10,80±0,6	11,20±0,09	7,00	
10	48,00±3,3	48,00±3,3	13,00±0,5	17,60±1,1	31,65	
11	14,87±0,7	14,91±0,8	14,96±1,1	14,99±0,6	14,93	
12	15,01±1,0	14,84±0,4	14,96±1,1	15,04±0,4	14,96	
13	15,10±1,1	14,82±2,0	14,81±0,7	15,01±0,8	14,94	
14	14,91±0,6	14,83±1,1	15,08±0,4	15,00±0,11	14,96	
15	36,00±1,6	31,00±1,5	30,00±0,9	47,00±2,4	36,00	
16	33,00±2,0	30,00±1,0	30,00±1,0	32,00±1,7	31,25	

Таблица 7. Уровень содержания АСПАВ экосистемы Клязьминского водохранилища в 2021 г., мг/дм³

створы	Периоды отбора образцов				μ	ПДК
	01.01–31.03	01.04–30.06	01.07–30.09	01.10–31.12		
1	0,10±0,021	0,10±0,020	0,10±0,016	0,10±0,009	0,10	0,10
2	0,06±0,009	0,05±0,014	0,04±0,002	0,06±0,003	0,05	
3	0,05±0,016	0,07±0,010	0,06±0,005	0,07±0,008	0,06	
4	0,07±0,010	0,09±0,007	0,08±0,004	0,07±0,006	0,08	
5	0,09±0,020	0,07±0,004	0,08±0,009	0,04±0,001	0,07	
6	0,05±0,009	0,07±0,003	0,08±0,007	0,07±0,004	0,07	
7	0,06±0,007	0,05±0,010	0,04±0,003	0,08±0,003	0,06	
8	0,05±0,016	0,06±0,008	0,05±0,006	0,08±0,003	0,06	
9	0,10±0,003	0,35±0,007	0,21±0,014	0,13±0,012	0,20	
10	0,04±0,001	0,04±0,001	0,03±0,006	0,03±0,009	0,03	
11	0,04±0,012	0,08±0,005	0,06±0,002	0,05±0,004	0,06	
12	0,08±0,014	0,05±0,006	0,05±0,001	0,06±0,003	0,06	
13	0,06±0,009	0,04±0,009	0,05±0,007	0,05±0,005	0,05	
14	0,06±0,009	0,08±0,008	0,04±0,001	0,04±0,001	0,06	
15	0,10±0,001	0,10±0,001	0,10±0,010	0,10±0,009	0,10	
16	0,10±0,003	0,11±0,004	0,13±0,010	0,10±0,006	0,11	

створов следует отметить снижение его уровня до значений менее 4 мг/дм³, что может приводить к массовой гибели фауны водоёма. Одна из причин этого — низкий уровень минерализации воды и постоянная очистка водохранилища от водорослей.

Нарушение гомеостаза между фотосинтезом и деградацией органических веществ приводит к снижению самоочищающей способности водохранилища. Растворенный кислород (R) можно использовать для

оценки интенсивности фотосинтеза, а БПК₅ для оценки активности минерализации. При этом соотношение R/БПК₅ служит экспресс-тестом для анализа самоочищающего потенциала водоема (табл. 3). Чем выше это соотношение, тем выше потенциал самоочищающей способности в водоемах [7;17].

О режиме поступления сточных вод, в водоемы подверженные сильному антропогенному воздействию свидетельствует изменение окисляемости воды.

Таблица 8. Водородный показатель в створах Клязьминского водохранилища в 2021 г., мг/дм³

Створы	Периоды отбора образцов				μ	ПДК
	01.01–31.03	01.04–30.06	01.07–30.09	01.10–31.12		
1	7,8±0,1	7,6±0,4	8,3±0,7	7,8±0,3	6,5	6,0–8,5
2	7,4±0,1	7,5±0,1	7,3±0,1	7,5±0,4	6,3	
3	7,4±0,4	7,6±0,1	7,3±0,09	7,3±0,3	6,5	
4	7,1±0,7	7,5±0,2	7,1±0,1	7,2±0,1	6,6	
5	7,2±0,3	7,5±0,1	7,5±0,2	7,2±0,06	6,9	
6	7,4±0,2	7,3±0,3	7,0±0,07	7,0±0,09	6,9	
7	7,6±0,2	6,9±0,09	7,5±0,9	7,2±0,1	7,2	
8	7,0±0,1	7,2±0,1	7,4±0,1	6,9±0,07	7,3	
9	7,0±0,1	6,3±0,07	7,2±0,1	6,8±0,07	7,3	
10	7,2±0,2	7,3±0,1	7,6±0,2	7,6±0,3	8,0	
11	7,7±0,2	7,1±0,1	7,5±0,1	7,4±0,09	8,1	
12	7,2±0,1	7,3±0,2	7,4±0,09	7,1±0,1	8,2	
13	7,1±0,4	7,4±0,2	7,1±0,07	7,2±0,1	8,4	
14	7,2±0,09	7,2±0,1	7,3±0,1	7,3±0,1	8,6	
15	7,5±0,1	7,6±0,4	8,0±0,6	7,9±0,3	9,2	
16	7,1 ±0,2	7,6±0,4	7,8±0,2	8,0±0,5	9,4	

Таблица 9. Результаты биотестирования поверхностных вод по показателю токсичности в створах 2 и 14.

Показатель	01.01–31.03	01.04–30.06	01.07–30.09	01.10–31.12	Примечание
Chlorella vulgaris Beijerinck	1 < Kp* ≤ 100; 1000.	1 < Kp* ≤ 100; 1000.	1 < Kp* ≤ 100; 1000.	1 < Kp* ≤ 100; 1000.	Не оказывает острого токсического действия
Daphnia magna Straus					

Примечание: Kp* – безвредная кратность разбавления исследуемой пробы;

Величина ХПК определяется, гидрологическим режимом и зависящим от него поступлением органических веществ с водосборной площади, а также гидробиологической активностью, обуславливающей процессы трансформации и минерализации органических веществ в водном объекте.

В соответствии со шкалой оценки величины ХПК в водоемах с различной степенью загрязненности [6,7] вода Клязьминского водохранилища в створах 2–9, 11–14 характеризуется как грязная, в створах 1, 10, 15–16 — как очень грязная.

К синтетическим поверхностно-активным веществам (СПАВ) относятся вещества, способные адсорбироваться на поверхностях раздела фаз (вода-воздух) и понижать их поверхностное натяжение. В природных водоемах СПАВ ухудшают кислородный режим и органолептические свойства воды, а из-за медленных процессов окисления они могут долгое время негативно влиять на экосистему [18].

В целом во всех исследованных створах экосистемы содержание АСПАВ не превышает ПДК (0,1 мг/дм³), за исключением створов 9 и 16 (табл. 7). Высокое содержание АСПАВ связано с поступлением с прилегающей территории сточных вод.

Наименьший уровень загрязнения, характерный для водохранилища связан с высокой степенью разбавления вод в нем.

Реакция среды (рН), колебалась в пределах 6,30–8,30 ед., что характеризует её как нейтральную-слабощелочную (табл. 8). Изменчивость рН сопряжена с работой буферных систем воды, развитием и интенсивностью разложения органической биомассы, продуцированием углекислого газа. В июле-августе вода Клязьминского водохранилища во всех створах характеризовалась наивысшей щелочностью.

Индекс загрязнения воды, определенный в соответствии с Временными методическими указаниями

ми по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод [2] и рассчитанный на основе средних показателей минерализации, БПК, ХПК, АСПАВ, растворенного кислорода, pH, приведенных в таблицах 2,3, 4, 6, 7, 8, варьировал от 1,77 до 6,15, что позволяет отнести изучаемые образцы воды к умеренно загрязненным, загрязненным, грязным и очень грязным.

Использование в качестве тест-объектов *Daphnia magna* Straus, *Ceriodaphnia affinis*, Лиминесцентные бактерии *Escherichia coli* M-10, *Chlorella vulgaris* Beijer показало, что вода, отобранная во всех створах водохранилища, даже без разведения не оказывала токсикологического действия на тест объекты. В нашем исследовании в соответствии с приказом Минприроды России № 536 от 04.12.2014 [11] в результате эколого-токсикологической оценки установлен 5 класс опасности (практически не опасна).

При этом в самых неблагоприятных с точки зрения качества воды створах 2 и 14 (ИЗВ > 6) достоверность снижения плодовитости *Ceriodaphnia affinis* в хроническом токсикологическом эксперименте не превышала критерий хронической токсичности (табл. 9).

ВЫВОДЫ

Несмотря на то, что в отдельные сроки исследования практически не были превышены ПДК по таким показателям как легко и трудно окисляемые органические вещества, АСПАВ и pH и не установлено острого и хронического токсикологического действия на гидробионты, в отдельных створах выявлены 5 и 6 классы воды по ИЗВ, характеризующие её как грязную и очень грязную. Это в первую очередь может быть связано с уменьшением содержания в воде кислорода и как следствие этого — низкой самоочищающей способностью воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М. Анализ воздействия загрязняющих веществ на поверхностные водные объекты //Известия Южного федерального университета. Технические науки, 2009. Т. 96. — № . 7. С. 135–139.
2. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. утв. Госкомгидрометом СССР 22.09.1986 г. № 250–1163. Москва: 1986. 5 с. (актуализированы 01.01.2021 г.).
3. Гагарина О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы. Учебно-методическое пособие / сост. О.В. Гагарина. Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2012. 199 с.
4. Горшкова О.М., Чевель К.А., Бадюков Д.Д. Загрязнение Можайского водохранилища нефтепродуктами и анионоактивными поверхностно активными веществами /Гидрометеорология и экология: научные достижения и перспективы развития, 2018. С. 189–191.
5. ГОСТ 31861–2012. Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб = Water. General requirements for sampling: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.11. 2012 г. № 1513-ст: введен впервые: дата введения 2014–01–01/ разработан ООО «Протектор» совместно с ЗАО «Центр исследования и контроля воды». — Москва: Стандартинформ, 2019. — 32 с.
6. Никаноров А.М., Емельянова В.П. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши. Москва: Водные ресурсы, 2005. Т. 32. № . 1. С. 61–69.
7. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина/под ред. А.П. Шицковой. Москва: Медицина, 1990. 400 с.
8. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10–04 «Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления». Разработан: ФГАОУ ВПО СФУ/ Утверждён: ФБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» 10.10.2014. 35 с.
9. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12–06Т 16.1:2:2:3:3.9–06 «Токсикологические методы контроля методика измерений количества *Daphnia magna* straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета». Утверждён: ФБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» 10.10.2014. Москва. 38 с.
10. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01. 2021 года № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
11. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 04.12. 2014 г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду», зарегистрировано в Минюсте РФ 29 декабря 2015 г.
12. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации 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» (Зарегистрирован 13.01.2017 № 45203).
13. Р 52.24.353–2012 «Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод». Разработаны ФГБУ «Гидрохимический институт» (ФГБУ «ГХИ»), утверждены Заместителем Руководителя Росгидромета от 02.04.2012.
14. РД 52.24.643–2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» Опубликован и утвержден Росгидрометом 03.12.2012. СПб.: Гидрометеоздат, 2003. 47 с.

15. Усманов И.А., Мусаева А.К. Оценка качества воды водоёмов южных регионов Узбекистана /Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса. Астрахань, 2018. С. 284–288.
16. ФР.1.39.2007.03221 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодородности цериодафний». М.: Акварос, 2007. 52с.
17. Христофорова Н.К., Саломай М.С. Химико-экологическая оценка качества прибрежных вод города Владивостока /Исследовано в России: электрон. науч. журн, 2006. Т. 147. С. 1380–1386.
18. Чеснокова С.М. и др. Оценка уровня загрязнения анионными поверхностно-активными веществами экосистем реки Содышка и их влияния на физико-химические и биохимические процессы самоочищения /Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012. Т. 14. № . 1–9. С. 2381–2383.
19. Dejoux, C., H. Deelstra and R. Wilkinson, 1981 Pollution. In The ecology and utilization of African inland waters, edited by J. Symoens, M. Burgis and J. Gaudet. UNEP Rep.Proc.Ser., (1):149–61.
20. Opoku-Kwanowaa Y. et al. Effects of planting field on groundwater and surface water pollution in China /CLEAN–Soil, Air, Water. 2020. Т. 48. № . 5–6. С. 1900452.
21. Sasakova N. et al. Pollution of surface and ground water by sources related to agricultural activities //Frontiers in Sustainable Food Systems. 2018. С. 42.
22. Shafi U. et al. Surface water pollution detection using internet of things //2018 15th International Conference on Smart Cities: Improving Quality of Life Using ICT & IoT (HONET-ICT). IEEE, 2018. С. 92–96.

© Курбатов Сергей Андреевич (s.kurbatoff@icloud.com),

Зубкова Валентина Михайловна (vmzubkova@yandex.ru), Гапоненко Альбина Вячеславовна (garonenkoav@rgsu.net).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

