

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИМ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

О. В. Клепиков<sup>1,2</sup>, Л. Н. Хицова<sup>3</sup>, Л. В. Молоканова<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

<sup>2</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»

Поступила в редакцию 10.01.2017 г.

**Аннотация.** Воронежское водохранилище, находящееся в городской черте, испытывает ряд экологических проблем, которые влияют на качество жизни горожан. Многолетний анализ проб воды по санитарно-гигиеническим и микробиологическим показателям свидетельствует о загрязнении водохранилища, что препятствует использованию его в целях рекреации.

**Ключевые слова:** Воронежское водохранилище, санитарно-гигиенические показатели, микробиологические показатели, качество воды, сапробность.

**Abstract.** Voronezh Reservoir, located in the city, facing a number of environmental issues that affect the quality of life of citizens. Long-term analysis of water samples for sanitary-hygienic and microbiological parameters indicative of contamination of the reservoir, which prevents the use of it for recreation.

**Keywords:** Voronezh Reservoir, sanitary-hygienic indicators, microbial indicators of water quality, saprobity.

Водный фонд Воронежской области включает естественные водотоки и водоемы, а также искусственные водоемы. На качество воды в них оказывает негативное воздействие сброс сточных вод, так как во многих населенных пунктах очистные сооружения устарели и не обеспечивают необходимой степени очистки [1].

В целом область характеризуется малой водообеспеченностью по сравнению по среднероссийскими значениями, в связи с чем, в летний период водные объекты Воронежской области испытывают значительную рекреационную нагрузку, что влияет на формирование качества воды в них.

Основными загрязняющими веществами, содержащимися в воде водоемов в концентрациях, превышающих ПДК, являются взвешенные вещества и химическое потребление кислорода. Тяжелые металлы в концентрациях, превышающих ПДК, в воде открытых водоемов не обнаружены.

Наряду с повышенными показателями бактериальной загрязненности, в воде открытых водоемов выделялись холероподобные (НАГ) вибрионы и яйца гельминтов [2].

Воронежское водохранилище территориально находится в границах города Воронеж. Созданное в 1972 году, водохранилище в настоящее время испытывает ряд экологических проблем, в первую очередь, это загрязнение вод. На протяжении последних лет предпринимались попытки по улучшению экологического состояния, но в условиях роста антропогенной нагрузки и низкой способности водохранилища к самоочищению, решить существующие проблемы пока не удается.

Как известно, в Воронежское водохранилище поступает сброс сточных вод с Левобережных очистных сооружений (выпуски ООО «Левобережные очистные сооружения», ЗАО «Воронежский шинный завод», ОАО «Электроприбор»), а также неочищенные ливневые и талые воды с правобережной части города.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Отбор проб воды из Воронежского водохранилища на определение санитарно-химических показателей осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб», на определение микробиологических показателей – в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53415-2009 (ИСО 19458:2006) «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа». При обосновании перечня показателей для ведения мониторинга качества воды и выбора точек отбора проб учитывались принципиальные положения Санитарных правил и норм (СанПиН) 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод». Все исследования по определению санитарно-химических и микробиологических показателей (показателей эпидемической безопасности) проведены аттестованными методами в аккредитованном испытательном лабораторном центре Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области». Авторы принимали непосредственное личное участие в обосновании перечня мест контроля и исследуемых показателей, а также организации мониторинга.

Материал для исследований гидробионтов (донный осадок, перифитон естественных и искусственных субстратов) собирали и обрабатывали по стандартным гидробиологическим методикам [3]. Диатомовые водоросли определяли по определителям [4-6].

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» за последние

шесть лет удельный вес проб воды из Воронежского водохранилища, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов, значительно превышает средний показатель по водоёмам Воронежской области (табл. 1, табл. 2).

В течение летнего периода 2011 г. в Воронежском водохранилище проводили отбор проб (донный осадок, перифитон естественных и искусственных субстратов). Эколого-географическая характеристика диатомовых водорослей Воронежского водохранилища приведена в таблице 3.

Выявленные водоросли относятся в основном к космополитам (географическая приуроченность, по экологической приуроченности среди обнаруженных видов встречаются планктонно-бентосные и бентосные организмы, по отношению к значениям pH подавляющее большинство видов являются алкалифилами.

Кроме водорослей в пробах обнаружены пресноводные раковинные амёбы из пяти родов: *Arcella discoides* Ehrenberg, 1843 (олигосапроб, β-мезосапроб), *Arcella vulgaris* Ehrenberg, 1830 (олигосапроб, β-мезосапроб), *Centropyxis aculeate* (Ehrenberg, 1838) Stein, 1857, *Centropyxis orbicularis* Deflandre, 1929, *Diffflugia corona* Wallich, 1864, *Diffflugia pulex* Penard, 1902 и *Euglypha acanthophora* (Ehrenberg, 1841) Perty, 1849. Доминирующим оказался вид *Euglypha acanthophora* (рис. 1).

Степень сапробности воды в водохранилище по сапробной характеристике водорослей и раковинных амёб соответствует β-мезосапробной зоне, III классу чистоты воды (умеренно-загрязненная), что подтверждает исследования других авторов [8].

В 2015 году качество воды Воронежского водохранилища по санитарно-химическим показателям ухудшилось: доля проб, не соответствующих

Таблица 1

Удельный вес проб воды водоёмов Воронежской области, не соответствующих гигиеническим нормативам (%)

Показатель	Доля проб воды в открытых водоёмах Воронежской области, не соответствующих гигиеническим требованиям (%)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Санитарно-химические	7.2	7.5	7.3	4.8	4.7	2.7	8.0
Микробиологические	19.2	22.7	16.1	20.6	16.2	11.8	10.6

Таблица 2

Удельный вес проб воды Воронежского водохранилища (г. Воронеж), не соответствующих гигиеническим нормативам (%)

Показатель	Доля проб воды в Воронежском водохранилище, не соответствующих гигиеническим требованиям (%)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Санитарно-химические	9.1	9.0	23.2	11.6	11.7	6.9	21.9
Микробиологические	45.8	49.0	49.4	54.8	53.7	42.1	35.2

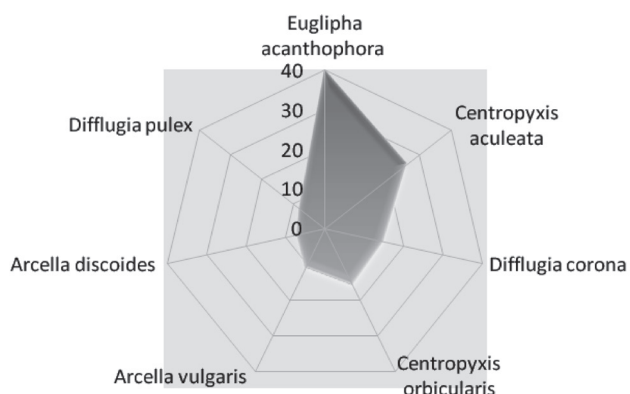


Рис. 1. Усредненные количественные показатели по 7 наиболее часто встречающимся в пробах видам пресноводных раковинных амёб, (Воронежское водохранилище, июль - октябрь 2011 г.)

щих гигиеническим требованиям, возросла с 6.9 в 2014 г. до 21.9 %. Вместе с тем, за 2011-2015 г. несоответствие качества воды нормативам для рыбохозяйственных водоемов в местах рекреации отмечалось по показателям содержания нитритов (до 8.75 ПДК), БПК (в 11.1 раз), ХПК (в 5.22 раза). Максимальное значение водородного показателя, равное 9.5, выходило за пределы интервала рН, характерного для природных вод Воронежского региона (табл. 4).

Средние арифметические значения показателей, как правило, не превышали нормативы, за исключением показателей БПК (в 1.28 раза) и ХПК (в 1.35 раза). Максимальные значения содержания нитритов (0,7 мг/дм<sup>3</sup>) отмечены в кон-

Таблица 3

Эколого-географическая характеристика диатомовых водорослей Воронежского водохранилища

№ п/п	Таксон	Приуроченность		отношение		Индекс сапробности
		Экологическая	Географическая	к рН	к сапробности	
1	<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grun. var. <i>lanceolata</i>	?	Б	Ал (7,7)	β-α	2.5
2	<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) Kirch.	К	Б	Ал (-)	о	1.3
3	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bert. var. <i>ulna</i>	К	П-Б	Ин (5-9,2)	β-о	1.7
4	<i>Melosira varians</i> Ag.	К	П-Б	Ал (5-9)	α-β	2.7
5	<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queck.) W.Sm.	?	Б	-	-	-

Условные обозначения: Географическая приуроченность: К – космополит, (-) – малоизученный в биогеографическом отношении; Экологическая приуроченность: П-Б – планктонно-бентосный, Б – бентосный в широком смысле, связанный с субстратом; Отношение к рН: Инд – индифферент, Ал – алкалофил, (-) – нет данных; Отношение к сапробности (по шкале Пантле-Бука в модификации Сладечека (Баринова, 2000): χ – ксеносапробный, χ-β – ксено-β-мезосапробный, о – олигосапробный, о-β – олиго-β-мезосапробный, β-о – β-олигосапробный, β-α – β-α-мезосапробный, α-β – α-β-мезосапробный. В графе Индекс сапробности значения индивидуальных индексов сапробности даны на основе обобщения отечественного и международного опыта [7].

Таблица 4

Санитарно-химические показатели качества воды в местах рекреации Воронежского водохранилища (данные 2011-2015 гг.)

Показатель	Число определений	Минимум	Максимум	Среднее	Ошибка среднего	ПДК или норматив	Средн./норматив	Макс./норматив
Аммоний-ион (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	189	0.02	1.39	0.10	0.05	2.90	0.04	0.48
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	189	0.02	0.02	0.02	0.00	0.05	0.40	0.40
Нитраты (по NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	189	0.01	6.50	0.98	0.34	40.00	0.02	0.16
Нитриты (по NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	189	0.01	0.70	0.06	0.03	0,08	0.78	8.75
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	188	1.50	67.00	9.64	3.19	+0.75 к фону	-	-
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	189	7.20	74.00	25.41	2.21	300.00	0.08	0.25
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	0	-	-	-	-	100.00	-	-
БПК, мг/дм <sup>3</sup>	65	0.47	33.30	3.83	1.58	3.00	1.28	11.10
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	118	6.20	78.30	20.22	3.74	15	1.35	5.22
Водородный показатель, рН, ед.	189	6.74	9.50	8.13	0.13	6.5-8.5 <sup>*)</sup>	-	-

<sup>\*)</sup>Интервал значений водородного показателя для природных вод 6.5-8.5

трольной точке «место отдыха у ДК им. Кирова, ул. Набережная Авиастроителей, 4» 22.08.2012 г., показателя БПК (33.3 мг/дм<sup>3</sup>) – в этой же точке 16.06.2011 г., ХПК (78.3 мг/дм<sup>3</sup>) – в контрольной точке «место отдыха в парке «Алые паруса», ул. Арзамасская, 4» 22.07.2015 г., водородного показателя – в контрольной точке «место отдыха у ДК им. Кирова, ул. Набережная Авиастроителей, 4» 26.05.2014 г.

Регистрируемое на протяжении ряда лет превышение БПК и ХПК, который, являясь интегральным показателем, в настоящее время считается одним из наиболее информативных показателей антропогенного загрязнения воды, свидетельствует о достаточно интенсивном органическом загрязнении и позволяет охарактеризовать воды Воронежского водохранилища как загрязненные (IV класс чистоты), а в отдельных случаях регистрируемые значения характеризуют воды как грязные (V класс чистоты).

Особого опасения вызывает неудовлетворительное качество воды водохранилища по микробиологическим показателям в летний период (в 2015 г. 35.2 % проб воды не соответствовало нормативам). В летние периоды 2011-2015 годов неблагоприятная ситуация по микробиологическим показателям отмечалась практически во всех местах отдыха у Воронежского водохранилища. По микробиологическим показателям наблюдалось превышение содержания термотолерантных колиформных бактерий (бактерий группы кишечной палочки) до 240 раз. Кроме того, за данный пери-

од специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» отобрано 280 проб воды для исследований на холеру, из них в 126 пробах обнаружены культуры непатогенного для человека холероподобного вибриона (места отдыха у стадиона «Локомотив», у парка «Дельфин», в парке «Алые паруса»); 104 пробы – на обнаружение ротавирусов, из них в 2-х пробах они были обнаружены (место отдыха у санатория им. Горького), 110 проб воды на обнаружение антигена вирусного гепатита, из них в 1 пробе он был обнаружен (место отдыха у санатория им. Горького) – таблица 5.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, многолетний мониторинг качества воды в Воронежском водохранилище, находящемся в черте города, показывает несоответствие ее нормативным показателям, предъявляемым к рыбохозяйственным водоемам. Особую опасность вызывает отмечаемое в последние годы ухудшение микробиологических показателей, что делает невозможным использование данного водного объекта жителями города Воронежа в рекреационных целях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клепиков О.В. Оценка гигиенической и эпидемической безопасности системы водопользования населения / О.В. Клепиков, Л.В. Молоканова, Т.А. Бережнова // Системный анализ и

Таблица 5

Микробиологические показатели качества воды в местах рекреации Воронежского водохранилища (данные 2011-2015 гг.)

Показатель	Норматив *)	Место рекреации (место отдыха)				
		у санатория им. М. Горького	у стадиона "Локомотив"	у парка "Дельфин"	в парке "Алые паруса" ул. Арзамасская, 4	у ДК им. Кирова ул. Набережная Авиастроителей, 4
Термо-толерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	Не более 100	от 50 до 2400	от 50 до 2400	от 50 до 24000	от 50 до 24000	от 50 до 24000
Ротавирусы	отсутствие	обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Холеро-подобный вибрион	отсутствие	не обнаружен	обнаружен	обнаружен	обнаружен	не обнаружен
Колифаги, БОЕ/100 мл	Не более 10	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	от 15 до 100
Антиген вирусного гепатита	отсутствие	обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен

\*) по СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

управление в биомедицинских системах, 2015. — Т. 14, №3. — С. 667-671.

2. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2015 году». — Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2016. — 209 с.

3. Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. — СПб.: Гидрометеоздат, 1992. — 318 с.

4. Диатомовый анализ. Книга 3. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок Pennales / Под общей редакцией А.Н. Криштофовича. — Государственное издательство геологической литературы, 1950. — 398, [3] с., [117] л. ил.

5. Забелина М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли / М.М. Забелина, И.А. Киселев, А.И. Прошкина-Лавренко. — М.: Советская наука, 1951. — 619 с.

6. Определитель низших растений. Том 2. Водоросли / И.А. Киселев, А.Д. Зинова, Л.И. Курсанов. Под общ. ред. Л.И. Курсанова. — М.: Советская наука, 1953. — 312 с.

7. Барина С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Барина, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. — Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. — 498 с.

8. Анциферова Г.А. Биоиндикация в геоэкологии: об эвтрофировании межледниковых, голоценовых и современных поверхностных экосистем бассейна Верхнего Дона / Г.А. Анциферова // Вестник ВГУ. Серия: Геология. — 2005. — №1. — С. 240-250.

*Воронежский государственный университет инженерных технологий*

*Клепиков О. В., профессор кафедры инженерной экологии*

*E-mail: klepa1967@rambler.ru*

*Тел.: +7(473)249-60-24*

*Молоканова Л. В., доцент кафедры инженерной экологии*

*E-mail: laramol@mail.ru*

*Ph.: +7(473)249-60-24*

*Воронежский государственный университет*  
*Хицова Л. Н., профессор кафедры зоологии и паразитологии*

*E-mail: khitsova.vgu@yandex.ru*

*Тел.: (473)220-88-84*

*Voronezh State University of Engineering Technologies*

*Klepikov O. V., Full Professor of department of engineering ecology*

*E-mail: klepa1967@rambler.ru*

*Ph.: (473)249-60-24*

*Molokanova L. V., associate professor, Dept. of engineering ecology*

*E-mail: laramol@mail.ru*

*Ph.: +7(473)249-60-24*

*Voronezh State University*  
*Khitsova L. N., Full Professor, Dept. of zoology and parasitology*

*E-mail: khitsova.vgu@yandex.ru*

*Ph.: +7(473)220-88-84*