

## АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В МЕСТАХ РЕКРЕАЦИИ

О. В. Клепиков<sup>1,2</sup>, Л. В. Молоканова<sup>2,4</sup>, М. О. Маслова<sup>3</sup>, Ю. С. Калашников<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

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

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

Поступила в редакцию 22.09.2017 г.

**Аннотация.** Целью исследования являлась оценка микробиологических показателей качества воды, значимых в эпидемическом отношении, в водных объектах в местах рекреационного водопользования населения. Оценены показатели, характеризующие эпидемиологическую безопасность воды открытых водоемов по данным за 2011-2017 годы (31 контрольная точка на 8 водных объектах). К числу приоритетных микробиологических показателей, особенно для воды Воронежского водохранилища, следует отнести содержание термотолерантных колиформных бактерий (КОЕ/100 мл), контроль наличия ротавирусов, холероподобного вибриона, колифагов (БОЕ/100 мл), антигена вируса гепатита А.

**Ключевые слова:** водоемы, микробиологические показатели, места рекреации, эпидемическая безопасность, Воронежский регион.

**Abstract.** The aim of the study was to evaluate microbiological indicators of water quality, significant in epidemic terms, in water bodies in places of recreational water use of the population. The indicators characterizing the epidemiological safety of the water of open reservoirs according to the data for 2011-2017 (31 control points at 8 water bodies) are estimated. The content of thermotolerant coliform bacteria (CFU / 100 ml), control of the presence of rotaviruses, cholera-like vibrio, coliphages (PFU / 100 ml), the antigen of the hepatitis A virus, should be considered as priority microbiological indicators, especially for the Voronezh reservoir water.

**Keywords:** water bodies, microbiological indicators, places of recreation, epidemic safety, Voronezh region.

В контроль качества воды поверхностных водоёмов входят исследование и заключение о возможности использовать водоём для питьевых, хозяйственных, рекреационных целей или других нужд, выяснение причин фекального загрязнения, определение способности водоёма к самоочищению.

В региональных публикациях, а также в официальных материалах Управления Роспотребнадзора по Воронежской области неоднократно отмечалось несоответствие качества воды водоемов Подворонежья требуемым микробиологическим показателям [1, 2, 3, 4]. Санитарно-микробиологи-

ческие показатели характеризуют эпидемическую безопасность воды для населения [5, 6]. Вместе с тем обобщение материалов за длительный период по различным водоемам не проводилось, что определило актуальность работы.

Исследования и подготовка публикации осуществлены при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (проект РГО-РФФИ №17-05-41-072).

Целью исследования являлась оценка микробиологических показателей качества воды, значимых в эпидемическом отношении, в водных объектах в местах рекреационного водопользования населения.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для подробного анализа нами сделана выборка данных из базы данных «Водного реестра Воронежской области», ведущегося в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» по имеющейся 31 контрольной точке на 8 водных объектах за 2011-2016 годы. Учитывая специфику контроля качества воды в местах рекреации, все пробы и анализы были проведены в летнее время с июня по август, т.е. в купальный сезон.

Пробы воды из мест рекреации отбирались на территориях городского округа г. Воронеж в 11 контрольных точках 3-х водных объектов (Воронежское водохранилище, р. Дон, р. Усмань), в Рамонском районе в 4 контрольных точках двух водных объектов (р. Воронеж, р. Дон), в Верхнехавском – в одной контрольной точке (Лаптевский пруд), в Новоусманском – в 7 контрольных точках двух водных объектов (р. Усмань, Варинский пруд), в Каширском – в одной контрольной точке (р. Сухая Хворостань), в Хохольском – в двух контрольных точках (р. Девица), в Нижнедевицком – в одной контрольной точке (Першинский пруд) и Семилукском – в одной контрольной точке – р. Дон. Протяженность береговой полосы мест рекреации (на которой имел место отдых людей) составляла от 20 метров до 2 км, ширина от 10 до 250 м.

В соответствии с Санитарными правилами и нормами №2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» из числа микробиологических показателей в воде водных объектов, используемых для рекреационных целей, нормируются термотоле-

рантные колиформные бактерии (не более 100 КОЕ/100 мл), ротавирусы (отсутствие), холероподобный вибрион (отсутствие), колифаги (не более 10 БОЕ/100 мл), антиген вируса гепатита А (отсутствие).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Качество воды Воронежского водохранилища по микробиологическим показателям в летний период вызывает особое опасение: ежегодно от 35.2 до 54.8 % проб воды не соответствовали нормативам. В целом в летние периоды 2011-2016 годов неблагоприятная ситуация по микробиологическим показателям воды отмечалась практически во всех местах отдыха у Воронежского водохранилища. Регистрировалось превышение содержания термотолерантных колиформных бактерий (бактерий группы кишечной палочки) до 240 раз. Кроме того, за данный период 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 двух пробах они были обнаружены (место отдыха у санатория им. Горького), 110 проб воды на обнаружение антигена вируса гепатита А, из них в одной пробе он был обнаружен (место отдыха у санатория им. Горького) – таблица 1.

Основные места отдыха на реке Воронеж находятся в Рамонском районе. По показателям микробиологической безопасности за 2011-2016 гг. 9.47 % проб воды из реки Воронеж не соответствуют нормативам. Несоответствие нормативам отмечалось по содержанию термотолерантных коли-

Таблица 1

Микробиологические показатели качества воды в местах рекреации Воронежского водохранилища (данные 2011-2016 гг.)

Показатель	Норматив *)	Место рекреации (место отдыха)				
		у санатория им. Горького	у стадиона "Локомотив"	у парка "Дельфин"	в парке "Алые паруса" ул. Арзамасская, 4	у ДК им. Кирова ул. Набережная Авиастроителей, 4
Термотолерантные 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
Холероподобный 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 вируса гепатита А	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»

формных бактерий на пляжах ООО "Лайт" и ООО «РИО». Ротавирусы, холероподобный вибрион, колифаги, антиген вируса гепатита А не обнаружены (выполнено 100 исследований) – таблица 2.

Следует отметить, что на реке Усмань также находится большое количество мест рекреации. Наиболее массовое из них – пляж «Боровое». Значимость безопасности мест рекреации на реке Усмань возрастает также в связи наличием детских оздоровительных лагерей (ДОЛ) и многочисленных баз отдыха. По несоответствию качества воды показателям микробиологической безопасности на реке Усмань лидируют места отдыха Боровое (57.14 %), Репное (38.2 %), Сосновый бор (21.5 %).

В целом интервал значений показателя термотолерантных колиформных бактерий составлял от 50 до 24000 КОЕ/100 мл и превышал норматив в 40 раз из 69 проб. Ротавирусы, энтеровирусы, антиген вируса гепатита А в воде реки Усмань не обнаружены. В 2015 году в двух пробах из 20 (по две пробы из каждого из 10 мест рекреации) обнаружен холероподобный вибрион (место отдыха «Боровое»). Ранее, в 2011-2014 годах, и позже в 2016 году холероподобный вибрион не обнаружен.

Микробиологические показатели качества воды в местах рекреации реки Дон в летний период так-

же вызывают опасения. Так по данным 2011-2016 гг. показатель термотолерантных колиформных бактерий варьировал от 50 до 24000 КОЕ/100 мл при норме 100 КОЕ/100 мл и только в 4 случаях из 28 анализов соответствовал нормативу. В отличие от Воронежского водохранилища ротавирусы, энтеровирусы, антиген вируса гепатита А в реке Дон не обнаружены. Из 12 выполненных анализов в 5 обнаружен холероподобный вибрион в Местах рекреации – на пляжах Семилук и Шилово. В трех из 29 анализов, проведенных на 4-х местах рекреации, обнаружены колифаги (пляж Шилово) – от 9 до 429 КОЕ/100 мл (табл. 3).

В целом качество воды в реке Дон по микробиологическим показателям в 16.5-29.3 % проб не соответствует требованиям, но оно лучше, чем в Воронежском водохранилище (35.2-54.8 %). Вода в реке Девица (точки контроля – места рекреации р.п. Хохольский и с. Хохол) соответствует требованиям по микробиологическим показателям.

Вместе с тем следует отметить, что ежегодно на анализ отбирается по 8 проб воды, что является недостаточным для однозначных выводов о качестве воды. Вода в реке Сухая Хворостань по результатам 60 проб (2011-2016 гг.) по микробиологическим показателям соответствовала требованиям.

Таблица 2

Микробиологические показатели качества воды в местах рекреации реки Воронеж (данные 2011-2017 гг.)

Показатель	Норматив *)	Место рекреации (место отдыха)				
		ООО "Дивноречье" б/о "Здоровье" пляж	ООО "Лайт" пляж	Пляж б/о "Путь к себе"	Пляж Чертовицы	Пляж "РИО"
Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	Не более 100	До 50	от 50 до 2400	до 50	до 50	от 50 до 24000
Ротавирусы	отсутствие	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Холероподобный вибрион	отсутствие	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен
Колифаги, БОЕ/100 мл	Не более 10	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Антиген вируса гепатита А	отсутствие	не обнаружены	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен

Таблица 3

Микробиологические показатели качества воды в местах рекреации реки Дон (данные 2011-2016 гг.)

Показатель	Норматив	Место рекреации (место отдыха)			
		Пляж с. Новожиловотинное	п. Первое Мая	Пляж Семилуки	пос. Шилово
Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	100	от 50 до 2400	от 50 до 2400	от 50 до 24000	от 50 до 24000
Ротавирусы	отсутствие	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Холероподобный вибрион	отсутствие	не обнаружен	не обнаружен	обнаружен	обнаружен
Колифаги, БОЕ/100 мл		не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	обнаружены
Антиген вируса гепатита А	отсутствие	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен

В 2016 году проведено исследование качества воды в Лаптевском (Верхнехавский район) – 8 проб, Варинском (Новоусманский район) – 8 проб, и Першинском (Нижнедевицкий район) (10 проб) прудах. По результатам анализа проб воды из прудов несоответствий требованиям по микробиологическим показателям не установлено.

Обобщение материалов проведено на основе интегрального показателя микробиологической безопасности (МБ), определяемого с учетом результатов по 5 анализируемым частным показателям микробиологического качества воды. При этом, если имелся факт превышения норматива, то соответствующему частному показателю присваивалось значение единица. Затем рассчитывался микробиологической безопасности (МБ = 1 – сумма баллов частных показателей  $x$   $m$ , где  $m$  – весовой коэффициент каждого из микробиологических показателей). Максимальная оценка показателя микробиологической безопасности – единица (т.е. когда все 5 частных показателей соответствуют нормативам), минимальная – ноль (т.е. все 5 частных показателей не соответствуют нормативам). Обобщение показателей по водным объектам представлено в таблице 4.

Таблица 4

Интервал значений интегрального показателя микробиологической безопасности по водным объектам

Водный объект	Микробиологические показатели (оценка по 5 показателям) Безопасность воды*)
Воронежское водохранилище	0.40 – 0.80
Река Воронеж	0.80 – 1.00
Река Усмань	0.60 – 1.00
Река Дон	0.40 – 0.60
Река Девица	1.00
Река Сухая хворостань	1.00
Лаптевский пруд	1.00
Варинский пруд	1.00
Першинский пруд	1.00

\*) Чем выше показатель, тем безопаснее качество воды в эпидемическом отношении (1 максимальное значение, 0 – минимальное)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее низкий рейтинг по совокупности показателей микробиологической безопасности качества воды (МБ) имеют практически все места рекреации на Воронежском водохранилище (МБ = 0.40-0.80): места отдыха у ДК им. Кирова, в парке "Алые паруса", у стадиона "Локомотив", в парке "Дельфин", у санатория им. Горького, а также место отдыха "Боровое" на реке Усмань (0.60) и места отдыха на реке Дон в п. Первое мая и г. Семилуки (0.40-0.60).

Как и в любом исследовании, проведенная оценка качества воды водоемов в местах рекреации имеет свои неопределенности, связанные с учетом контролируемых показателей качества воды, количеством и частотой отбора воды. Снижение неопределенностей может быть достигнуто увеличением числа контролируемых и оцениваемых показателей, увеличением числа и периодичности исследований. Вместе с тем, достаточно объективно можно сказать, что по микробиологическим показателям качества воды более благоприятными являются удаленные от мегаполиса реки Девица, Сухая Хворостань, а также пруды – Лаптевский, Варинский, Першинский.

К числу приоритетных микробиологических показателей, особенно для воды Воронежского водохранилища, следует отнести содержание термотолерантных колиформных бактерий (КОЕ/100 мл), контроль наличия ротавирусов, холероподобного вибриона, колифагов (БОЕ/100 мл), антигена вируса гепатита А. Качество воды в Воронежском водохранилище, реке Воронеж, Усмань, Дон небезопасно в эпидемическом отношении.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2016 году» — Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2017 — 216 с. [электронный ресурс] [http://36.rospotrebnadzor.ru/download/apxiv/gd\\_2017BO.pdf](http://36.rospotrebnadzor.ru/download/apxiv/gd_2017BO.pdf).
2. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в городском округе город Воронеж в 2016 году — Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2017 — 123 с. [электронный ресурс] <http://www.36rospotrebnadzorfuz.ru/index.files/page0547.htm>.
3. Клепиков О.В. Оценка гигиенической и эпидемической безопасности системы водопользования населения / О.В. Клепиков, Л.В. Молоканова, Т.А. Бережнова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах, 2015. — Т. 14, № 3. — С. 667-671.
4. Мониторинг биологического загрязнения объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения / М.И. Чубирко [и др.] // Гигиена и санитария, 2011. — № 3. — С. 80-81.

5. Основные принципы санитарно-микробиологической оценки воды, предназначенной для потребления человеком / С.Н. Тымчук [и др.] // Экологический вестник России, 2013. — № 6. — С. 32-42.

*Воронежский государственный университет инженерных технологий*

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

*Тел.: +7 (473)249-60-24*

*E-mail: klepa1967@rambler.ru*

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

*Тел.: +7 (473)249-60-24*

*E-mail: laramol@mail.ru*

*Воронежский государственный университет Маслова М. О., преподаватель кафедры рекреационной географии, страноведения и туризма*

*Тел.: +7 (473) 266-56-54*

*E-mail: mirummo@gmail.com*

*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко*

*Калашников Ю. С., аспирант кафедры эпидемиологии*

*E-mail: fom\_710@mail.ru*

*Тел.: +7 (473) 263-05-26*

6. Значение санитарно-микробиологических показателей при оценке эпидемической безопасности водопользования в условиях химического загрязнения водоемов / Ю.А. [и др.] // Гигиена и санитария, 2016. — Т. 95, № 10. — С. 934-938.

*Voronezh State University of Engineering Technologies*

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

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

*E-mail: klepa1967@rambler.ru*

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

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

*E-mail: laramol@mail.ru*

*Voronezh State University Maslova M O, lecturer to department of recreational geography, regional studies and tourism*

*Ph.: +7 (473) 266-56-54*

*E-mail: mirummo@gmail.com*

*Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko*

*Kalashnikov Y. S., Post-graduate student of the department of epidemiology*

*Ph.: +7 (473) 263-05-26*

*E-mail: fom\_710@mail.ru*