

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДНО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОРОНЕЖСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

О. В. Клепиков, М. О. Маслова, Л. В. Молоканова, Ю. С. Калашников

Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия

Воронежский государственный университет, Россия

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, Россия

Поступила в редакцию 7 октября 2016 г.

Аннотация: Целью исследования являлась интегральная оценка качества воды водных объектов в местах рекреационного водопользования населения и состояния мест рекреации Воронежской городской агломерации. Оценены показатели, характеризующие химическую и эпидемиологическую безопасность воды открытых водоемов по данным за 2011-2015 годы (31 контрольная точка на 8 водных объектах).

К числу приоритетных санитарно-химических показателей качества воды относятся концентрации нитритов, показатели ХПК и БПК. Реже встречаются превышения нормативов по содержанию нитратов, сульфатов, нефтепродуктов. Практически отсутствуют превышения нормативов по аммоний-иону и хлоридам. Величина водородного показателя в большей части водных объектов склоняется от нейтральной к кислой среде, достигая в ряде случаев 9,5 ед. (максимум отмечен в Воронежском водохранилище). Максимум содержания взвешенных веществ отмечен в реке Дон (75 мг/дм³).

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 вирусного гепатита.

Установлено, что наиболее благоприятными по санитарно-химическим показателям качества воды являются удаленные от мегаполиса реки Девица, Сухая Хворостань, а также ряд мест рекреации на реках Усмань и Воронеж; по микробиологическим показателям – реки Девица, Сухая Хворостань, а также пруды – Лаптевский, Варинский, Першинский. Наиболее благоустроены с развитой инфраструктурой места массового отдыха на Воронежском водохранилище и реке Воронеж, при практически полном отсутствии какой-либо пляжной инфраструктуры в местах рекреации на реках Дон, Девица, Сухая Хворостань.

Предложена и апробирована авторская методика интегральной оценки мест рекреации по показателям безопасности и комфортности водопользования.

Ключевые слова: качество природных вод, места рекреации, Воронежский регион.

Abstract: The purpose of the study was to assess the quality of water in water bodies in places of recreational water use among population and to assess the state of the places of recreation of the Voronezh city agglomeration. The indicators characterizing the chemical and epidemiological safety of water in open reservoirs according to data over 2011-2015 (31 control points at 8 water bodies) are estimated.

Among high-priority sanitary and chemical indicators of water quality there are the concentrations of nitrites, COD and BOD. Less frequent exceedances of statutory criteria are the content of nitrates, sulfates, petroleum products. Practically there are no exceedances of statutory criteria for ammonium-ion and chlorides. The magnitude of the hydrogen index in most of the water bodies tends to be neutral to acidic, reaching, in some cases, 9,5 units. (Maximum noted in the Voronezh reservoir). The maximum content of suspended solids was recorded in the Don River (75 mg/dm³).

Among the priority microbiological indicators, especially for the Voronezh reservoir, there are the content of thermotolerant coliform bacteria (CFU/100 ml), availability control of rotavirus, cholera-like vibrio, coliphagi (PFU/100 ml), antigen of viral hepatitis.

It is established that the most favorable for the sanitary-chemical indicators of water quality are the Devica, Sukhaya Khvorostan rivers, which are remote from the megalopolis, as well as a number of recreational sites on the Usman and Voronezh rivers; on microbiological indicators – the river Devica, Sukhaya Khvorostan, as well as ponds – Laptevsky, Varinsky, Pershinsky. The most well-equipped places with a developed infrastructure for mass recreation are on the Voronezh reservoir and the Voronezh River, with almost no beach infrastructure in the recreation areas on the Don, Devica, Sukhaya Khvorostan rivers.

The author's methodology for the integrated assessment of recreational sites for safety and comfort indicators for water use has been proposed and tested.

Key words: quality of natural waters, places of recreation, Voronezh region.

Территория Воронежской городской агломерации – вторая по численности населения /более 1,3 млн. человек/ в Центральном Федеральном округе после Московской – включает 8 административно-территориальных единиц: городской округ город Воронеж, Рамонский, Верхнехавский, Новоусманский, Каширский /включая город Нововоронеж/, Хохольский, Нижнедевицкий, Семилукский муниципальные районы. С развитием систем экологического и социально-гигиенического мониторинга возрастает интерес к оценке качества водных ресурсов региона [5, 8]. Вместе с тем, с точки зрения обеспечения безопасности водопользования приоритет отдается оценке качества питьевой воды, выполняется ранжирование и картографирование территории Воронежской области по санитарно-химическим и микробиологическим показателям [2, 3, 5, 6, 7]. Оценка качества воды поверхностных водных ресурсов и водно-рекреационного потенциала в региональных исследованиях встречается относительно редко [4, 9].

Таким образом, проведенные в Воронежской области исследования лишь отчасти касаются оценки водно-рекреационного потенциала, что делает актуальным его дальнейшее изучение для оптимизации использования как мест отдыха и туризма.

Оценка качества воды в водных объектах, используемых в рекреационных целях, проведена по материалам государственного санитарно-эпидемиологического надзора за 2011-2015 годы.

Для более подробного анализа нами сделана выборка информации из базы данных «Водного реестра Воронежской области», созданного в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» по имеющейся 31 контрольной точке на 8 водных объектах.

Пробы воды из мест рекреации отбирались на территориях городского округа город Воронеж в 11 контрольных точках 3-х водных объектов (Воронежское водохранилище, река Дон, река Усмань), а также в муниципальных районах: Рамонском – в 4 контрольных точках 2-х водных объек-

тов (река Воронеж, река Дон), Верхнехавском – в 1 контрольной точке (Лаптевский пруд), Новоусманском – в 7 контрольных точках 2-х водных объектов (река Усмань, Варинский пруд), Каширском – в 1 контрольной точке (река Сухая Хворостань), Хохольском – в 2-х контрольных точках (река Девица), Нижнедевицком – в 1 контрольной точке (Першинский пруд) и Семилукском – в 1 контрольной точке (река Дон).

Учитывая специфику контроля качества воды в местах рекреации, все пробы и анализы были осуществлены в купальный сезон с июня по август.

Основные виды использования рекреационных зон – организованный массовый отдых, включая купание (19 мест рекреации) и купание (12 мест рекреации). Протяженность береговой полосы мест рекреации, на которой имел место отдых, составляла от 20 метров до 2 км, ширина – от 10 до 250 м.

Качество воды в водных объектах оценивалось по 10-ти санитарно-химическим показателям: аммоний-ион (NH_4^+), нефтепродукты, нитраты (по NO_3^-), нитриты (по NO_2^-), взвешенные вещества, хлориды, сульфаты, БПК, ХПК (мг/дм^3), водородный показатель (рН, ед.); и 5-ти показателям эпидемиологической безопасности: термотолерантные колиформные бактерии (КОЕ/100 мл), ротавирусы (наличие), холероподобный вибрион (наличие), колифаги (БОЕ/100 мл), антиген вирусного гепатита (наличие).

Обобщающая оценка мест рекреации проведена по оригинальной авторской методике с учетом показателей безопасности и комфортности водопользования.

Показатель безопасности складывался из двух составляющих – характеристик химического качества воды (10 показателей) и характеристик микробиологического качества воды (5 показателей). При этом, если имелся факт превышения норматива, то соответствующий частный показатель оценивался баллом 1. Затем рассчитывались показатели химической безопасности ($\text{ХБ} = 1 - \text{сумма баллов частных показателей} \times 0,1$, где 0,1 –

весовой коэффициент каждого из химических показателей), и микробиологической безопасности ($МБ = 1 - \text{сумма баллов частных показателей} \times 0,2$, где 0,2 – весовой коэффициент каждого из микробиологических показателей). Максимальная оценка показателя химической безопасности – 1, когда все 10 частных показателей соответствуют нормативам, минимальная – 0, когда все 10 частных показателей не соответствуют нормативам.

Показатель комфортности также складывался из двух составляющих – благоустройства зоны рекреации и оценки живописности зоны рекреации. Благоустройство оценивалось по 5 частным показателям (наличие общественного питания, туалета, душа, пляжных архитектурных форм, проката). При наличии элементов комфортности соответствующий частный показатель оценивался 1, при отсутствии – 0. Затем рассчитывался показатель благоустройства ($Б = \text{сумма баллов частных показателей} \times 0,2$, где 0,2 – весовой коэффициент каждого из показателей). Максимальная оценка показателя благоустройства – 1 (т.е. все 5 частных показателей 1), минимальная – 0 (полное отсутствие пляжной инфраструктуры).

Оценка живописности места рекреации складывалась из 3-х частных показателей (наличие лесного массива, наличие природного луга, живописность ландшафта места рекреации). При наличии элементов живописности соответствующий частный показатель оценивался 1, при отсутствии – 0. Затем рассчитывался показатель живописности ($Ж = \text{сумма баллов частных показателей} \times 0,33$, где 0,33 – весовой коэффициент каждого из показателей). Максимальная оценка показателя живописности – 1 (т.е. все 3 частных показателя = 1), минимальная – 0.

Поскольку показатели безопасности и комфортности с точки зрения интегральной оценки мест рекреации должны иметь разные весовые коэффициенты, то был проведен специальный опрос 25 экспертов Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, на основе которого определены в долях единицы следующие весовые коэффициенты интегральной оценки мест рекреации на водоемах.

Большинство экспертов максимальную долю значимости из рассматриваемых показателей отдало микробиологической безопасности качества воды (коэффициент = 0,5), на втором месте – химическая безопасность качества воды (0,3). Значимость показателей комфортности и живописно-

сти в оценке мест рекреации составила 20 % (весовые коэффициенты по 0,1).

С учетом весовых коэффициентов был рассчитан интегральный показатель оценки мест рекреации ($ИПОМР = 0,3 \times ХБ + 0,5 \times МБ + 0,1 \times Б + 0,1 \times Ж$).

Оценка качества воды в местах рекреации показала, что наиболее проблемным вопросом остается состояние Воронежского водохранилища. Ежегодно со сточными водами Левобережных очистных сооружений, очистных сооружений ОАО «Воронежский шинный завод – Амтел-Черноземье», а также через неорганизованные выпуски неочищенных ливневых и паводковых вод в водохранилище поступает около 85 тыс. тонн загрязняющих веществ, что отрицательно сказывается на гидробиологическом режиме и качестве воды.

В 2015 году качество воды Воронежского водохранилища по санитарно-химическим показателям ухудшилось: доля проб, не соответствующих гигиеническим требованиям, возросла с 6,9 % в 2014 году до 21,9 %. Вместе с тем, за 2011-2015 годы 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.

Средние арифметические значения показателей, как правило, не превышали нормативы, за исключением показателей БПК (превышение – в 1,28 раза) и ХПК (превышение – в 1,35 раза).

Максимальные значения содержания нитритов (0,7 мг/дм³) отмечены в контрольной точке «место отдыха у ДК им. Кирова, ул. Набережная Авиастроителей, 4» 22.08.2012 года; показателя БПК (33,3 мг/дм³) – там же 16.06.2011 года; ХПК (78,3 мг/дм³) – в контрольной точке «место отдыха в парке «Алые паруса», ул. Арзамасская, 4) 22.07.2015 года; водородного показателя – в контрольной точке «место отдыха у ДК им. Кирова, ул. Набережная Авиастроителей, 4» 26.05.2014 года.

Особого опасения вызывает неудовлетворительное качество воды водохранилища по микробиологическим показателям в летний период (в 2015 году 35,2 % проб воды не соответствовали нормативам).

В летние периоды 2011-2015 годов неблагоприятная ситуация по микробиологическим показателям отмечалась практически во всех местах от-

дыха у Воронежского водохранилища. Содержание термотолерантных колиформных бактерий (бактерий группы кишечной палочки) превышало норматив до 240 раз. За этот же 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 2-х пробах они были обнаружены (место отдыха у санатория им. М. Горького), 110 проб воды – на обнаружение антигена вирусного гепатита, из них в 1 пробе он был обнаружен (место отдыха у санатория им. М. Горького).

Основные места отдыха на реке Воронеж находятся в Рамонском районе. За 2011-2015 годы несоответствие качества воды нормативам для рыбохозяйственных водоемов в местах рекреации реки Воронеж отмечалось по содержанию нефтепродуктов (превышение норматива в 90 раз, локально), нитратов (1,64 раза), нитритов (12,5 раз), сульфатов (1,18 раза), БПК (5,5 раз), ХПК (2,21 раза). Максимальное значение водородного показателя, равное 8,8, выходило за пределы интервала рН, характерного для природных вод Воронежского региона.

По показателям микробиологической безопасности за 2011-2015 годы 9,47 % проб воды из реки Воронеж не соответствуют нормативам. Несоответствие нормативам отмечалось по содержанию термотолерантных колиформных бактерий на пляжах ООО «Лайт» и ООО «РИО». Ротавирусы, холероподобный вибрион, колифаги, антиген вирусного гепатита не обнаружены (выполнено 100 исследований).

Следует отметить, что на реке Усмань также находится большое количество мест рекреации. Наиболее массовое из них – пляж «Боровое». Причем, значимость безопасности мест рекреации на реке Усмань возрастает в связи наличием здесь детских оздоровительных лагерей (ДОЛ) и многочисленных баз отдыха.

Вместе с тем, результаты анализа качества воды в реке Усмань по санитарно-химическим показателям свидетельствуют об имеющей место повышенной техногенной нагрузке. В местах рекреации регистрировались превышения нормативов по содержанию нефтепродуктов (до 4-х раз), нитритов (6,25 раз), сульфатов (1,53 раза), а также показателей БПК (2,29 раза) и ХПК (1,93 раза). Средние арифметические значения показателей, как

правило, не превышали норматив, за исключением показателя ХПК (в 1,23 раза).

Наиболее неблагоприятная ситуация по санитарно-химическим показателям отмечалась в рекреационных зонах «Боровое» (отмечались превышения по нефтепродуктам, нитритам, сульфатам, ХПК и БПК) и «Репное» (БПК и ХПК). В местах рекреации «Сосновый бор», с. Орлово, дачи «Мичурина», ДОЛ «Колосок» несоответствий требованиям качества воды по санитарно-химическим показателям не выявлено. По остальным пяти контролируемым местам отмечались периодические превышения нормативов по 1-2 показателям.

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 из 69 проб. Ротавирусы, энтеровирусы, антиген вирусного гепатита в воде реки Усмань не обнаружены. В 2015 году в 2-х пробах из 20 обнаружен холероподобный вибрион (место отдыха «Боровое»). Ранее, в 2011-2014 годах, находок холероподобного вибриона не встречалось.

Вода в реке Дон в местах рекреации характеризуется несоответствием качества нормативам для рыбохозяйственных водоемов по показателям содержания нитритов (38,75 ПДК), БПК (2,94 раза), ХПК (2,09 раза), а также большой концентрации взвешенных веществ (до 75 мг/дм³). Максимальное значение водородного показателя, равное 8,5, было на верхнем пределе интервала рН, характерного для природных вод Воронежского региона.

Средние арифметические значения показателей превышали нормативы по содержанию нитритов (2,81 раза), БПК (1,11 раза) и ХПК (1,13 раза).

Микробиологические показатели качества воды в местах рекреации реки Дон в летний период также вызывают опасения. Так, по данным 2011-2015 годов, 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 вирусного гепатита в реке Дон не обнаружены. Из 12 выполненных анализов в 5 обнаружен холероподобный вибрион в местах рекреации – на пляжах Семилуки и Шилово. В 3-х из 29 анализов, прове-

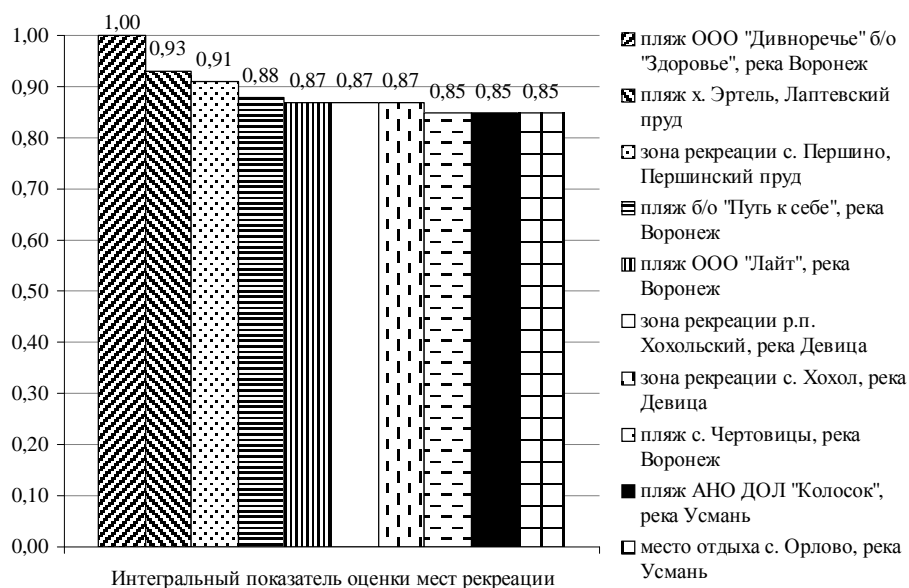


Рис. 1. Интегральный показатель оценки мест рекреации (наиболее благоприятные места рекреации на водных объектах)

денных на 4-х местах рекреации, обнаружены колифаги (пляж Шилово) – от 9 до 429 КОЕ/100 мл.

В целом, качество воды в реке Дон по микробиологическим показателям в 16,5-29,3 % проб не соответствует требованиям, однако оно безопаснее, чем в Воронежском водохранилище (35,2-54,8 %).

Вода в реке Девица соответствует (точки контроля – места рекреации р.п. Хохольский и с. Хохол) требованиям по санитарно-химическим и 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 анализа 60 проб (2011-2015 годы) на определение санитарно-химических показателей в 2-х пробах из 12, отобранных в 2015 году (16,67 %), не соответствовала нормативу (ХПК и БПК). По микробиологическим показателям (60 проб) качество воды соответствовало требованиям.

В 2015 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 несоответствий требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям не установлено.

Переходя от частных показателей к интегральной оценке мест рекреации по показателям безопасности и комфортности водопользования, следует отметить, что по показателю химической безопасности (ХБ) наиболее безопасными оказались

следующие места рекреации: река Воронеж – пляж ООО «Дивноречье» б/о «Здоровье», пляж ООО «Лайт»; река Усмань – место отдыха «Березки», пляж АНО ДОЛ «Колосок», место отдыха «дачи Мичурина», место отдыха с. Орлово; река Девица – зона рекреации, Першинский пруд, Лаптевский пруд. Все результаты анализов качества воды по 10-ти контролируемым химическим показателям в этих местах рекреации соответствовали нормативным требованиям (ХБ = 1).

Наиболее опасными по химическому воздействию оказались следующие места рекреации: река Усмань – место отдыха «Боровое» (ХБ = 0,30), место отдыха «Пансионат с лечением «Репное» (0,60); река Воронеж – пляж с. Чертовицы (0,50), пляж б/о «Путь к себе» (0,60); Воронежское водохранилище – место отдыха у ДК им. Кирова (0,50), место отдыха у парка «Дельфин» (0,60); река Дон – пос. Первое Мая, пос. Шилово (0,60).

По показателю микробиологической безопасности качества воды практически все места рекреации на Воронежском водохранилище оказались в низком рейтинге (МБ = 0,40-0,60): места отдыха у ДК им. Кирова (0,60), в парке «Алые паруса» (0,60), у стадиона «Локомотив» (0,60), в парке «Дельфин» (0,60), у санатория им. М. Горького (0,40), а также место отдыха «Боровое» на реке Усмань (0,60) и места отдыха на реке Дон в пос. Первое Мая и городе Семилуки (0,40-0,60).

По благоустройству (Б = 1) в рейтинге лидируют места рекреации на Воронежском водохранилище и реке Воронеж: место отдыха у санатория

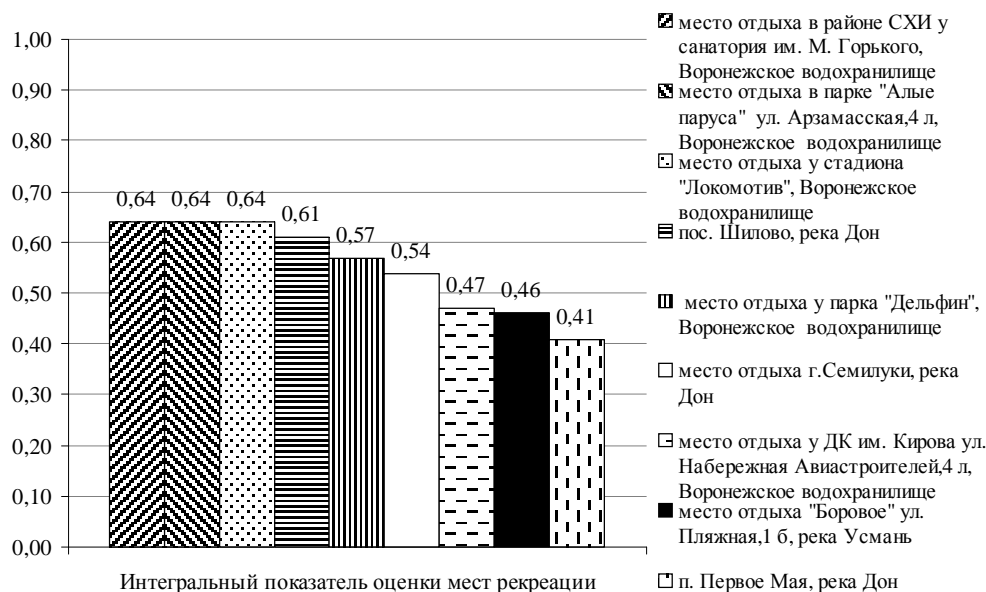


Рис. 2. Интегральный показатель оценки мест рекреации (наиболее неблагоприятные места рекреации на водных объектах)

им. М. Горького, в парке «Алые паруса»; на реке Воронеж – ООО «Дивноречье» б/о «Здоровье», ООО «Лайт», пляж б/о «Путь к себе», пляж с. Чертовицы, пляж «РИО». Наименьшую оценку по пляжной инфраструктуре благоустройства получили места рекреации реки Усмань (пляж ул. Левобережная, место отдыха «Березки», место отдыха «дачи Мичурина»), реки Дон (пос. Первое Мая, пос. Шилово, пляж с. Новоживотинное), реки Сухая Хворостань, реки Девица.

Вместе с тем, места рекреации рек Сухая Хворостань, Девица, Воронеж относятся к живописным природным местам ($J = 0,67-1,00$).

С учетом весовых коэффициентов каждого из показателей в интегральной оценке мест рекреации лидируют пляж ООО «Дивноречье» б/о «Здоровье», река Воронеж (ИПОМР = 1,00), пляж х. Эртель, Лаптевский пруд (0,93), зона рекреации с. Першино, Першинский пруд (0,91), пляж б/о «Путь к себе», река Воронеж (0,88), пляж ООО «Лайт», река Воронеж (0,87), зона рекреации р.п. Хохольский, река Девица (0,87), пляж с. Чертовицы, река Воронеж (0,85), пляж АНО ДОЛ «Колосок», река Усмань (0,85), место отдыха с. Орлово, река Усмань (0,85) (рис. 1).

Наиболее неблагоприятными местами рекреации по совокупности оцениваемых показателей являются пляжи на Воронежском водохранилище (ИПОМР = 0,47-0,67) и на реке Дон (0,41-0,61), а также место отдыха «Боровое» – ул. Пляжная, 1б на реке Усмань (0,46) (рис. 2).

Обобщение показателей по водным объектам представлено в таблице.

Безусловно, в количественной оценке состояния мест рекреации имеют место свои неопределенности, связанные учетом контролируемых показателей качества воды, оценками экспертов, субъективными оценками комфортности мест рекреации. Снижение неопределенностей может быть достигнуто увеличением числа контролируемых и оцениваемых показателей, увеличением числа и периодичности исследований.

Вместе с тем, достаточно объективно можно отметить, что по санитарно-химическим показателям качества воды более благоприятными являются удаленные от мегаполиса участки рек Девица, Сухая Хворостань, а также ряд мест рекреации на реках Усмань и Воронеж; по микробиологическим показателям – реки Девица, Сухая Хворостань, а также пруды – Лаптевский, Варинский, Першинский. Наиболее благоустроены с развитой инфраструктурой места массового отдыха на Воронежском водохранилище и реке Воронеж, при практически полном отсутствии какой-либо пляжной инфраструктуры в местах рекреации на реках Дон, Девица, Сухая Хворостань.

К числу приоритетных санитарно-химических показателей качества воды в воде рассматриваемых водных объектов следует отнести концентрации нитритов, показатели ХПК и БПК. Реже встречаются превышения норматива по содержанию нитратов, сульфатов, нефтепродуктов. Практически

Интервал значений показателей безопасности и комфортности, и показателя интегральной оценки по водным объектам

Водный объект	Безопасность воды		Комфорт мест рекреации		Интегральный показатель оценки мест рекреации ИПОМР
	Санитарно-химические показатели (оценка по 10 показателям) ХБ	Микробиологические показатели (оценка по 5 показателям) МБ	Благоустроенность – 5 показателей (общепит, туалет, душ, пляжные архитектурные формы, прокат) Б	Природная живописность – 3 показателя (лес, луг, живописный ландшафт) Ж	
Воронежское водохранилище	0,50 – 0,90	0,40 – 0,80	0,40 – 1,00	0,33 – 0,67	0,57 – 0,75
река Воронеж	0,50 – 1,00	0,80 – 1,00	1,00	0,67 – 1,00	0,84 – 1,00
река Усмань	0,30 – 1,00	0,60 – 1,00	0 – 0,40	0,33 – 0,67	0,46 – 0,85
река Дон	0,70 – 0,90	0,40 – 0,60	0	0,33	0,41 – 0,67
река Девица	1,00	1,00	0	0,67	0,87
река Сухая хворостань	0,80	1,00	0	0,67	0,81
Лаптевский пруд	1,00	1,00	0,60	0,67	0,93
Варинский пруд	0,90	1,00	0,20	0,33	0,82
Першинский пруд	1,00	1,00	0,80	0,33	0,91

ки отсутствуют превышения нормативов по аммоний-иону и хлоридам. Величина водородного показателя в большей части водных объектов склоняется от нейтральной к кислой среде, достигая в ряде случаев 9,5 ед. (максимум отмечен в Воронежском водохранилище). Максимум содержания взвешенных веществ отмечен в реке Дон (75 мг/дм³).

К числу приоритетных микробиологических показателей, особенно для воды Воронежского водохранилища, следует отнести содержание термотолерантных колиформных бактерий (КОЕ/100 мл), наличие ротавирусов, холероподобного вибриона, колифагов (БОЕ/100 мл), антигена вирусного гепатита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Качество питьевой воды (жесткость и минерализация) / Ю. И. Степкин [и др.] // Эколого-географический Атлас-книга Воронежской области. – Воронеж, 2013. – С. 448-449.
2. Качество питьевой воды (химическое загрязнение) / Ю. И. Степкин [и др.] // Эколого-географический Атлас-книга Воронежской области. – Воронеж, 2013. – С. 444-447.
3. Клепиков О. В. Оценка гигиенической и эпидемиологической 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. Корчагина В. А. Геоэкологическая экспресс-оценка качества поверхностных водных ресурсов ближнего

подворонезья / В. А. Корчагина, Т. И. Прожорина, С. А. Куролап // Использование и охрана водных ресурсов Центрально-Черноземного региона России. – Воронеж, 2009. – С. 39-49.

5. Мамчик Н. П. Качество питьевой воды и здоровье населения Воронежа / Н. П. Мамчик, И. И. Механтьев, О. В. Клепиков // Здоровоохранение Российской Федерации. – 1998. – № 2. – С. 51.

6. Оценка качества питьевой воды и риска для здоровья населения в сельских районах / О. В. Клепиков [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2012. – Т. 11, № 3. – С. 603-606.

7. Степкин Ю. И. Влияние качества питьевой воды на здоровье населения сельских районов Воронежской области / Ю. И. Степкин, И. В. Колнет, О. В. Клепиков // Здоровье населения и среда обитания. – 2007. – № 1. – С. 13-15.

8. Чубирко М. И. Общие вопросы социально-гигиенического мониторинга / М. И. Чубирко, О. В. Клепиков, Г. А. Коновалов // Здоровоохранение Российской Федерации. – 1999. – № 4. – С. 22.

9. Экологическая оценка состояния водной рекреации на территории ближнего подворонезья / С. А. Куролап [и др.] // Рекреационная деятельность в регионе: современные проблемы развития, территориальной организации и управления : Материалы Всероссийской межведомственной научно-практической конференции. – Воронеж, 2009. – С. 196-199.

REFERENCES

1. Kachestvo pit'evoy vody (zhestkost' i mineralizatsiya) / Yu. I. Stepkin [i dr.] // Ekologo-geograficheskiy Atlas-kniga Voronezhskoy oblasti. – Voronezh, 2013. – S. 448-449.

2. Kachestvo pit'evoy vody (khimicheskoe zagryaznenie) / Yu. I. Stepkin [i dr.] // *Ekologo-geograficheskiy Atlas-kniga Voronezhskoy oblasti*. – Voronezh, 2013. – S. 444-447.

3. Klepikov O. V. Otsenka gigenicheskoy i epidemicheskoy bezopasnosti sistemy vodopol'zovaniya naseleniya / O. V. Klepikov, L. V. Molokanova, T. A. Berezhnova // *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh*. – 2015. – T. 14, № 3. – S. 667-671.

4. Korchagina V. A. Geoekologicheskaya ekspress-otsenka kachestva poverkhnostnykh vodnykh resursov blizhnego podvoronezh'ya / V. A. Korchagina, T. I. Prozhorina, S. A. Kurolap // *Ispol'zovanie i okhrana vodnykh resursov Tsentral'no-Chernozemnogo regiona Rossii*. – Voronezh, 2009. – S. 39-49.

5. Mamchik N. P. Kachestvo pit'evoy vody i zdorov'e naseleniya Voronezha / N. P. Mamchik, I. I. Mekhant'ev, O. V. Klepikov // *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. – 1998. – № 2. – S. 51.

6. Otsenka kachestva pit'evoy vody i riska dlya zdorov'ya naseleniya v sel'skikh rayonakh / O. V. Klepikov [i dr.] // *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh*. – 2012. – T. 11, № 3. – S. 603-606.

7. Stepkin Yu. I. Vliyanie kachestva pit'evoy vody na zdorov'e naseleniya sel'skikh rayonov Voronezhskoy oblasti / Yu. I. Stepkin, I. V. Kolnet, O. V. Klepikov // *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. – 2007. – № 1. – S. 13-15.

8. Chubirko M. I. Obshchie voprosy sotsial'no-gigenicheskogo monitoringa / M. I. Chubirko, O. V. Klepikov, G. A. Konovalov // *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. – 1999. – № 4. – S. 22.

9. Ekologicheskaya otsenka sostoyaniya vodnoy rekreatsii na territorii blizhnego podvoronezh'ya / S. A. Kurolap [i dr.] // *Rekreatsiyaya deyatel'nost' v regione: sovremennyye problemy razvitiya, territorial'noy organizatsii i upravleniya: Materialy Vserossiyskoy mezhdомstvennoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. – Voronezh, 2009. – S. 196-199.

Клепиков Олег Владимирович
доктор биологических наук, профессор кафедры инженерной экологии Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж, т. 8(473) 264-04-82, E-mail: klepa1967@rambler.ru

Маслова Марина Олеговна
преподаватель кафедры рекреационной географии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8(473) 266-56-54, E-mail: mirummo@gmail.com

Молоканова Лариса Витальевна
кандидат биологических наук, доцент кафедры инженерной экологии Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж, т. 8(473)249-60-24, E-mail: laramol@mail.ru

Калашников Юрий Сергеевич
аспирант кафедры эпидемиологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, т. 8(473)263-05-26, E-mail: fom_710@mail.ru

Klepikov Oleg Vladimirovich
Doctor of Biological Sciences, Professor of the Chair of Environmental Engineering, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, tel. +7(473) 2640482, E-mail: klepa1967@rambler.ru

Maslova Marina Olegovna
Lecturer of the Chair of Recreational Geography, Regional Geography and Tourism, Department of Geography, Geo-Ecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8(473)266-56-54, E-mail: mirummo@gmail.com

Molokanova Larisa Vitalevna
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Chair of Environmental Engineering, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, tel. 8(473)249-60-24, E-mail: laramol@mail.ru

Kalashnikov Yury Sergeevich
Postgraduate student of the Chair of Epidemiology, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, tel. 8(473)263-05-26, E-mail: fom_710@mail.ru