

*На правах рукописи*



**МАСЛОВА МАРИНА ОЛЕГОВНА**

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
ВОДНОГО РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА  
ВОРОНЕЖСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата географических наук

Воронеж – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет»

- Научный руководитель:** Доктор географических наук, профессор  
**Куролап Семен Александрович**
- Официальные оппоненты:** **Коронкевич Николай Иванович**  
доктор географических наук, профессор;  
Федеральное государственное учреждение науки  
«Институт географии Российской академии наук» (г. Москва), заведующий лабораторией гидрологии
- Дорофеев Александр Александрович**  
кандидат географических наук, доцент;  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет» (г. Тверь), доцент кафедры туризма и природопользования
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный педагогический университет» (г. Воронеж)

Защита состоится «18» апреля 2018 г. в 15:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.208.12 при ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» (г. Ростов-на-Дону) по адресу: 344103, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40, Институт наук о Земле ЮФУ, ауд. 201. Отзывы на автореферат (заверенные печатью, в двух экземплярах) просим направлять по адресу: 344103, г. Ростов-на-Дону, ул. Р. Зорге, д.40, Институт Наук о Земле ЮФУ на имя секретаря диссертационного совета Д212.208.12. *E-mail: diana@sfedu.ru*. Факс: 8(863)222-57-01.

С диссертацией можно ознакомиться в зональной научной библиотеке Южного федерального университета, по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 21ж и на сайтах <http://hub.sfedu.ru/diss/announcement/29f68b07-bba3-4917-be1a-e82cc617a4a5/> и [vak.ed.gov.ru](http://vak.ed.gov.ru).

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.208.12  
кандидат географических наук, доцент



Д.Ю. Шишкина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Состояние окружающей среды на урбанизированных территориях формируется под влиянием комплекса природных и техногенных факторов. Территория Воронежской городской агломерации испытывает значительное давление со стороны агропромышленного, в первую очередь, со стороны сельскохозяйственного сектора экономики. Важным условием, определяющим характер хозяйственной деятельности на территории муниципальных районов области, является водный фактор, который одновременно является важнейшим рекреационным ресурсом в жизнедеятельности населения региона. В связи с этим особую актуальность приобретают геоэкологические исследования, связанные с оценкой водного рекреационного потенциала и экологическим обоснованием региональной водохозяйственной политики в урбанизированных регионах.

**Степень разработанности проблемы.** Теоретические основы геоэкологической оценки природных ресурсов и уровня рекреационного потенциала обоснованы во многих классических трудах отечественных и зарубежных ученых по геоэкологии, региональному водопользованию, а также теории экологических рисков (Бережной А.В., 2012; Беспалова Л.А., 2010; Веденин Ю.А., 1969; Деркачева Л.Н., 2000; Евстропьева О.В., 2001; Закруткин В.Е., 2010; Жердев В.Н., 2006; Ивлиева О.В., 2016; Котлярова Е.А., 1978; Куролап С.А., 2016; Лазицкая Н.Ф., 2014; Мазитова Д.В., 2010; Мамчик Н.П., 1995; Преображенский В.С., 1974, 1986; Нестеров Ю.А., 2009; Онищенко Г.Г., 2002; Роцевкин Р.С., 2013; Смирнова А.Я., 1995; Саранча М.А., 2005; Федотов В.И., 2001; Хованский А.Д., 2016; Glavan V., 2006; Mazilu M., 2010; Smazak D., 2013). Однако в литературе отсутствует комплексное исследование уровня химических и микробных загрязнений поверхностных водоемов территории Воронежской городской агломерации в местах повышенной антропогенной, в том числе рекреационной нагрузки, а также оценка экологического риска для здоровья населения, связанная с летним отдыхом у водных объектов.

**Цели и задачи исследования.** Целью исследований является комплексная геоэкологическая оценка качества водных объектов, природно-экологического потенциала и услуг сервиса на территории рекреационных зон Воронежской городской агломерации, а также зонирование территории для оптимизации использования водного рекреационного потенциала в условиях интенсивной урбанизации.

Для достижения цели поставлены и решены следующие основные задачи.

1. Составление реестра участков (пунктов) водной и прибрежной рекреации на территории Воронежской городской агломерации (санаториев, туристических баз, баз отдыха, систематически посещаемых неорганизованных мест пляжной рекреации вблизи населенных пунктов и садово-дачных кооперативов, потенциальных зон рекреации кратковременного и многофункционального назначения вблизи районов перспективного градостроительного освоения).

2. Разработка методики балльно-рейтинговой геоэкологической оценки состояния мест водной и прибрежной рекреации на территории региона.

3. Оценка роли факторов природного характера, формирующих качество мест водной и прибрежной рекреации.

4. Проведение аналитических и микробиологических исследований качества поверхностных водных ресурсов и донных отложений на участках водной и прибрежной рекреации.

5. Исследование качества поверхностных вод и донных отложений методами биотестирования.

6. Оценка эколого-эпидемиологического риска участков рекреационного водопользования.

7. Сравнительный анализ качества социально-культурного сервиса на участках водной и прибрежной рекреации.

8. Комплексная геоэкологическая диагностика участков водной и прибрежной рекреации на основании статистической оценки связей в системе «комфортность природных условий – качество вод – состояние донных отложений – эпидемиологический риск – комфортность услуг социально-культурного сервиса».

9. Типизация районов по интегральным критериям состояния рекреационного водопользования с применением вероятностно-статистического анализа и геоинформационного картографирования.

**Объект исследования** – участки территории Воронежской городской агломерации водной и прибрежной рекреации (р. Дон, р. Воронеж, Воронежское водохранилище, р. Усмань, р. Ольшанка, р. Ведуга, р. Девица, р. Хава, р. Россошка, р. Еманча, пруды и озера региона).

**Предметом исследования** является геоэкологическая оценка уровня химического и микробного загрязнения поверхностных вод и донных отложений, природных, экологических и социально-культурных условий рекреации, а также эпидемиологической безопасности населения на основе комплекса аналитических, микробиологических, статистических, геоинформационных методов исследования.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 25.00.36 - «Геоэкология»: п. 1.8. «Природная среда и геоиндикаторы ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека: химическое и радиоактивное загрязнение почв, пород, поверхностных и подземных вод и сокращение их ресурсов, наведенные физические поля, изменение криолитозоны»; п. 1.10. Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных, энергетических ресурсов Земли, санация и рекультивация земель, ресурсосбережение; п. 1.17. «Геоэкологическая оценка территорий. Современные методы геоэкологического картирования, информационные системы в геоэкологии. Разработка научных основ государственной экологической экспертизы и контроля».

#### **Защищаемые положения**

1. Разработан методический подход к комплексной геоэкологической оценке состояния территорий рекреационного водопользования крупного урбанизированного региона. Водный рекреационный потенциал территорий расчи-

тан с помощью интегральной балльно-рейтинговой оценки качества среды, антропогенной нагрузки, комфортности природных условий, величины эпидемиологического риска, уровня социально-культурного сервиса.

2. Экодиагностика качества вод выявила превышение санитарно-гигиенических нормативов по гидрохимическим показателям, а также высокий уровень микробного загрязнения поверхностных вод и донных отложений. Неудовлетворительное состояние водных объектов объясняется высокой антропогенной и рекреационной нагрузкой.

3. Итоговая интегральная оценка территорий позволила расположить муниципальные территории в следующем последовательном ряду по снижению уровня общей геоэкологической комфортности: Новоусманский > Рамонский > Нижнедевицкий > Семилукский > Каширский > Верхнехавский > Хохольский районы > городской округ город Воронеж.

**Научная новизна** работы определяется применением оригинального геоэкологического подхода к качественной оценке условий водной и прибрежной рекреации с применением аналитических, микробиологических методов и методов биотестирования, статистических связей в системе «комфортность природных условий – качество вод – состояние донных отложений – эпидемиологический риск – комфортность услуг социально-культурного сервиса», с применением методов геоинформационного картографирования. Впервые выполнена интегральная типизация территории Воронежской городской агломерации по уровням экологического риска, связанного с качеством рыбохозяйственного и рекреационного водопользования. Впервые осуществлена балльно-рейтинговая оценка участков водной рекреации и разработана система мероприятий по оптимизации водопользования, а также снижению экологического риска для населения, обусловленного водным фактором.

**Практическая значимость** определяется возможностью использования результатов исследования для совершенствования региональной водохозяйственной политики и индивидуального предпринимательства, повышения экологической безопасности и комфортности водопользования в регионе. Результаты работы являются информационной базой региональной политики в области охраны поверхностных вод, повышения качества водопользования и внедрены в виде методических рекомендаций в деятельность региональных природоохранных служб и туристских организаций (Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области).

**Методология и методы исследования.** Методология исследования основана на трудах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области геоэкологии, регионального водопользования и теории экологических рисков. В работе применялись методы экологической гидрохимии и микробиологии, биотестирования, ландшафтно-экологического анализа, оценки эпидемиологического риска, социально-экологического оценивания, многомерного вероятностно-статистического анализа в MS EXCEL, STADIA и геоинформационного картографирования в среде MapInfo Professional.

**Фактический материал.** Исходными материалами при решении поставленных задач явились результаты практических работ: натуральных наблюдений, ла-

бораторно-инструментальных исследований качества объектов рекреационного водопользования, анализа проб природных поверхностных вод и донных грунтов, статистической обработки аналитических исследований, полученные лично автором в период 2014 - 2016 гг. В анализе качества вод, состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения региона и распространении природно-очаговых болезней использованы фондовые данные Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области.

**Достоверность научных исследований** обеспечена использованием значительного объема репрезентативных данных, отобранных в соответствии с действующими государственными и отраслевыми стандартами; применением современных аналитических, статистических и геоинформационных методов обработки и анализа исходного материала, осуществленных на базе аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ (свидетельство об аттестации измерений № 217.0001/11 от 10.05.2016г.), а также выполненных с применением лицензионных программных средств (EXCEL, STADIA, MapInfo).

**Публикации.** Основные результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 13 научных работах, в том числе 5 статей опубликованы в ведущих рецензируемых журналах перечня ВАК РФ.

**Структура и объём работы.** Диссертация изложена на 231 странице машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения и выводов, библиографического указателя, включающего 200 источников, в том числе 21 источник иностранной литературы, приложения на 40 страницах. Диссертация в основном тексте иллюстрирована 28 таблицами и 28 рисунками.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю д.г.н., профессору С.А. Куролапу, а также доцентам: к.б.н. Е.Ю. Ивановой, к.х.н. Т.И. Прожориной, к.г.н. Н.В. Кавериной и к.г.н. Ю.А. Нестерову за методическую помощь в обработке фактического материала.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследований, основная концепция работы, определена методология исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, представлены положения, выносимые на защиту.

### **ГЛАВА 1. Теоретические основы геоэкологической оценки водного рекреационного потенциала региона интенсивного хозяйственного освоения**

На основе изучения источников литературы обобщены сведения о подходах к оценке водного рекреационного потенциала, природной ресурсной базы, качества водоемов, уровня антропогенной нагрузки на территорию, социально-культурных условий, а также медико-географических рисков, связанных с природно-очаговыми инфекциями в местах прибрежной рекреации. Приведены основные действующие

санитарно-гигиенические нормативы содержания загрязняющих веществ для вод рыбохозяйственного назначения. Показано, что геоэкологической оценкой качества водных и рекреационных ресурсов с применением эколого-аналитических методов занимаются многие отечественные и зарубежные ученые; данные вопросы в региональном аспекте подробно освещены в трудах Алекина О.А., 1989; Бешенцевой В.А., 2004; Болгова М.В., 2005; Голубевой Г.Н., 1999; Гусева Т.В., 2000; Драчева С.М., 1964; Корчагиной В.А., 2009; Кумсиашвили Г.П., 2005; Курдова А.Г., 1998; Мишона В.М. 2008; Муравьева А.Г., 2009; Петина А.И., 2006; Прожориной Т.И., 2008; Шитикова В.К., 2003; Carswell K.J., 1969; Jyotsna L., 2016 и др. авторов.

## **ГЛАВА 2. Методические основы региональной оценки состояния территорий рекреационного водопользования**

Оценка водного рекреационного потенциала Воронежской городской агломерации проводилась по пяти комплексным параметрам: качество водных объектов, ландшафтно-рекреационный потенциал, уровень антропогенной нагрузки, социально-культурные условия, эпидемиологическая опасность.

*Оценка качества природных поверхностных вод и донных отложений* проводилась с применением комплекса органолептических, химических, физико-химических, микробиологических методов анализа, а также методов биотестирования. Всего было отобрано 80 проб поверхностных вод и 80 проб донных отложений в наиболее посещаемых местах водной рекреации в течение 2014-2016 гг.. Исследуемые показатели качества объектов водной рекреации следующие: а) органолептические показатели (цветность, запах, прозрачность, количество и вид осадка); б) химические показатели (водородный показатель рН, общая жесткость, кальций, магний, железо общее, аммоний-ион, нитриты, нитраты, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, общая минерализация, растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, перманганатная окисляемость); в) микробиологические показатели (общее микробное число, коли-индекс, патогенные организмы); г) показатели биотестирования (общая токсичность по водоросли хлорелла, общая токсичность по рыбе группы, генотоксичность по сальмонелле).

*Оценка ландшафтного рекреационного потенциала* проведена по следующим показателям: лесообеспеченность территории, наличие и качество лугового покрытия, пейзажная привлекательность, комфортность водоема для купания, балл климатической комфортности (по Федотову В.И., Нестерову Ю.А., 2001), пригодность территории для экотуризма (по Федотову В.И., Нестерову Ю.А., Дмитриевой В.А. с соавт., 2014).

*Оценка уровня антропогенной нагрузки* устанавливалась исходя из близости сельскохозяйственных угодий, замусоренности территории, уровня дигрессии пляжей, возможностей неорганизованного въезда автотранспорта, рекреационной нагрузки в летний сезон.

*Уровень социально-культурного сервиса* на объектах рекреации оценивался по следующим показателям: категория пляжа; транспортная доступность

для населения; наличие медпункта, предприятий общественного питания, парковки; возможность проживания, проката спортивного инвентаря; наличие платных услуг.

*Оценка эпидемиологической опасности* проведена для наиболее актуальных природно-очаговых заболеваний для территории Воронежской городской агломерации, опасность заражения которыми существует на территории рекреационных зон региона: лихорадка Западного Нила (ЛЗН), геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС), клещевой боррелиоз, туляремия, лептоспироз, бешенство.

Всего оценено 34 показателя состояния мест рекреации. Для возможности дальнейшей статистической обработки полученных данных каждому оценочному показателю экспертным путем был присвоен один из четырех рангов, где: 1 – удовлетворительное качество среды и высокая комфортность территории, ... 4 – низкое качество среды с элементами экологического риска.

Частные геоэкологические оценки состояния участков рекреации поэтапно обобщены в виде интегрального балльно-рейтингового показателя состояния объекта рекреации – уровня водного рекреационного потенциала ( $Y_{врп}$ ), который был нами предложен и рассчитан по формуле (1) с учетом весовой значимости частных оценочных параметров:

$$Y_{врп} = \frac{KB \times 1 + AN \times 0,7 + ЛП \times 0,6 + ЭО \times 0,5 + СС \times 0,4}{1 + 0,7 + 0,6 + 0,5 + 0,4} \quad (1)$$

где:  $Y_{врп}$  – **водный рекреационный потенциал**,

KB – *качество водных объектов (поверхностных вод и донных грунтов)*,

AN – *уровень антропогенной нагрузки на территорию*,

ЛП – *ландшафтно-рекреационный потенциал*,

ЭО – *эпидемиологическая опасность в зоне отдыха*,

СС – *социально-культурный сервис*,

Числа в знаменателе : 1; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4 – *весовые коэффициенты каждого параметра (экспертная оценка)*.

Методы вероятностно-статистического анализа позволили зонировать территорию по интегральному показателю водного рекреационного потенциала с применением ГИС-технологий в среде MapInfo.

### **ГЛАВА 3. Гидрохимическая и микробиологическая экодиагностика объектов рекреационного водопользования Воронежской агломерации**

Анализ качества вод в местах рекреации проведен с помощью химических и микробиологических методов. Гидрохимический анализ качества поверхностных вод выявил на большей части территории превышения нормативов по следующим показателям: **аммоний-ион ( $NH_4^+$ )**, **нитриты ( $NO_2^-$ )**, **нитраты ( $NO_3^-$ )**, **железо общее**, **растворенный кислород**, **БПК<sub>5</sub>**, **ХПК (ПО)**, **сульфа-**



ты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Согласно результатам исследований полученные значения содержания гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3^-$ ), хлоридов ( $\text{Cl}^-$ ), катиона кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ) удовлетворяют действующим ПДК для вод рыбохозяйственного назначения. Большая часть вод территории (92,5%) относится к водам средней жесткости (до 7 ммоль/л).

Показатели **общего микробного числа** и **коли-индекса** были посчитаны для проб поверхностных вод и донных отложений. Наиболее высокий уровень загрязнения вод бактериями группы кишечной палочки установлен на более отдаленных, окраинных зонах Воронежской агломерации. Общее загрязнение водных объектов колиморфными бактериями представлено на рисунке 1 в виде обобщающих рангов.

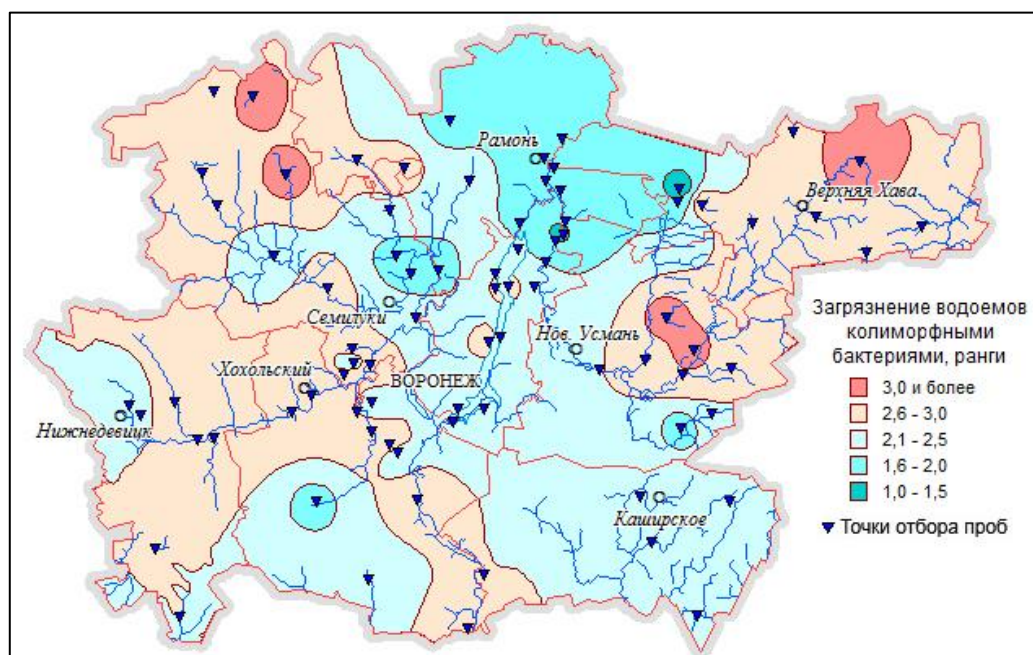


Рис. 1. Загрязнение водных объектов бактериями группы кишечной палочки

Качество природных вод во многом определяет химический состав и бактериальное загрязнение источников питьевого водоснабжения, оказывающих определенное воздействие на здоровье человека. Хозяйственно-питьевые нужды населения Воронежской агломерации удовлетворяются полностью за счет подземных источников. Установлено, что на протяжении пяти лет (с 2011 по 2015 гг.) отмечается тенденция к снижению количества проб питьевых вод, не отвечающих требованиям санитарно-гигиенических нормативов по гидрохимическим показателям. К приоритетным загрязнителям вод хозяйственно-питьевого назначения на территории региона относят общую жесткость, железо общее, нитраты, марганец, бор. В качестве комплексного показателя состояния водоисточников хозяйственно-питьевого назначения принят индекс загрязненности вод (ИЗВ), рассчитанный по средним концентрациям приоритетных загрязнителей.

Оценка риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевой воды, проведена нами в соответствии с методами, изложенными в руково-

дстве Р 2.1.10.1920 - 04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (2004) с использованием фоновых данных Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. Результаты расчета неканцерогенного риска (HQ) здоровью населения, свидетельствуют, что недопустимый риск отмечается для детского населения по нитратам в Рамонском районе. Для взрослого населения неканцерогенный риск является приемлемым.

Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного качеством воды водоисточников по максимальным концентрациям и, следовательно, максимально вероятным дозам показывает, что для детского населения недопустимый риск ( $HQ > 1$ ) регистрируется по нитратам на всех территориях (HQ от 1,76 до 7,74); по железу – в Новоусманском (1,04), Семилукском (1,56), Хохольском районах (1,19) и городском округе город (г.о.г.) Воронеж (1,69); по бору – в Новоусманском (1,44), Рамонском (1,60) районах и г.о.г. Воронеж.

#### **ГЛАВА 4. Оценка состояния объектов рекреационного водопользования методами биотестирования**

Оценка качества вод и донных отложений методами биотестирования позволила уточнить механизмы формирования потенциальной экологической опасности для населения, временно пребывающего в зонах рекреации. **Оценка общей токсичности** проб природных поверхностных вод и донных отложений была проведена на альгологически чистой культуре водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris*). Анализ общей токсичности проведен нами для проб поверхностных вод и донных грунтов. Стимуляция ростовых процессов хлореллы наблюдается при высоком содержании в водах азотистых веществ, биогенных элементов, что свидетельствует о повышенном биологическом загрязнении вод. Как правило, это позволяет сделать вывод об интенсивном процессе эвтрофикации в водном объекте и остром дефиците кислорода в водах. Подавление ростовых процессов водоросли хлорелла связано с содержанием в водах токсических компонентов (тяжелых металлов, пестицидов), поступающих в водоемы со стоками с сельскохозяйственных полей, животноводческих ферм, хозяйственных предприятий.

Превышения оптимальных значений общей токсичности, связанные со стимуляцией ростовых процессов хлореллы, выявлены для 25,0% проб поверхностных вод и 37,5% проб донных отложений.

**Оценка генотоксичности** позволяет оценить общий суммарный эффект воздействия группы токсичных веществ, находящихся в водоеме, на живой организм. Культура сальмонеллы (*Salmonella typhimurium*) позволяет провести количественную оценку негативного воздействия таких загрязнителей как бензилхлорид, бензо-а-пирен, нитрофураны. Принцип теста заключается в возникновении делеционных мутаций у специально сконструированных штаммов сальмонеллы (штамм ТА 98 и штамм ТА 100) при воздействии на них мутагенных веществ. Наибольший мутагенный эффект замечен у проб поверхностных

вод и донных отложений Хохольского и Нижнедевицкого районов.

## **ГЛАВА 5. Типизация территории по качеству рекреационного водопользования и мероприятия по повышению водного рекреационного потенциала**

Результатом комплексной геоэкологической оценки территории явилось ранжирование муниципальных районов и отдельных мест водной и прибрежной рекреации (80 участков) по уровню водного рекреационного потенциала.

Исследование было проведено по 5 группам показателей, позволяющих оценить химический состав и уровень микробного загрязнения водных объектов; ландшафтный рекреационный потенциал территории; величину антропогенной нагрузки на зону рекреации; уровень эпидемиологической опасности и социально-культурные условия в местах отдыха. Диапазон варьирования комплексного показателя водного рекреационного потенциала – от 1 до 4 баллов (чем выше балл, тем менее комфортна территория).

Комплексный показатель *качества водных объектов* в каждой исследованной рекреационной зоне был рассчитан как итоговое среднее значение по всем параметрам оценки состояния поверхностных вод и донных отложений.

В зависимости от величины экологического благополучия поверхностных водных объектов районы области проранжированы в следующем порядке: Рамонский, Новоусманский, Семилукский, Каширский, Верхнехавский, г.о.г. Воронеж, Нижнедевицкий, Хохольский. Согласно результатам анализа самое высокое качество водных объектов в целом наблюдается на территории Рамонского и Новоусманского районов (общие средние ранги для всей территории районов составили 1,72 и 1,87 соответственно). Диапазон значений по каждому отдельно взятому пункту отбора проб варьирует от 1,4-1,5 до 2,4-2,5. Результаты комплексной оценки качества участков рекреационного водопользования представлены в виде рангов на рисунке 2.

При обобщении всех показателей *уровень ландшафтного рекреационного потенциала* убывает в следующей последовательности: Рамонский район, Новоусманский район, г.о.г. Воронеж, Семилукский район, Хохольский и Нижнедевицкий район, Верхнехавский район. Несмотря на высокую рекреационную нагрузку, территории Рамонского и Новоусманского района в целом не подвержены интенсивным процессам дигрессии. Высокая лесобеспеченность и наличие качественного лугового покрытия делает эти участки рекреации привлекательными для туристов.

Рейтинговая оценка *медико-географических рисков* территорий муниципальных районов проведена на основании многолетней статистики Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области по наиболее актуальным для территории заболеваниям: туляремия, клещевой боррелиоз, геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС), лихорадка Западного Нила (ЛЗН), лептоспироз, бешенство. Установлено, что активные очаги заболеваний в Воронежском регионе находятся на территории районов, испытывающих наибольшую антропогенную, в том числе рекреационную, нагрузку. Основные

очаги инфекций, переносчиками которых являются кровососущие насекомые и клещи, находятся в водоемах вблизи г.о.г. Воронеж. Потенциальный риск заражения природно-очаговыми инфекциями выше на территориях повышенной комфортности, в основном в северной части Воронежской городской агломерации в пределах северной окраины г.о.г. Воронеж, Рамонского, части Верхнехавского районов. Наиболее благополучная территория с точки зрения риска заражения населения природно-очаговыми инфекциями - Нижнедевицкий район.

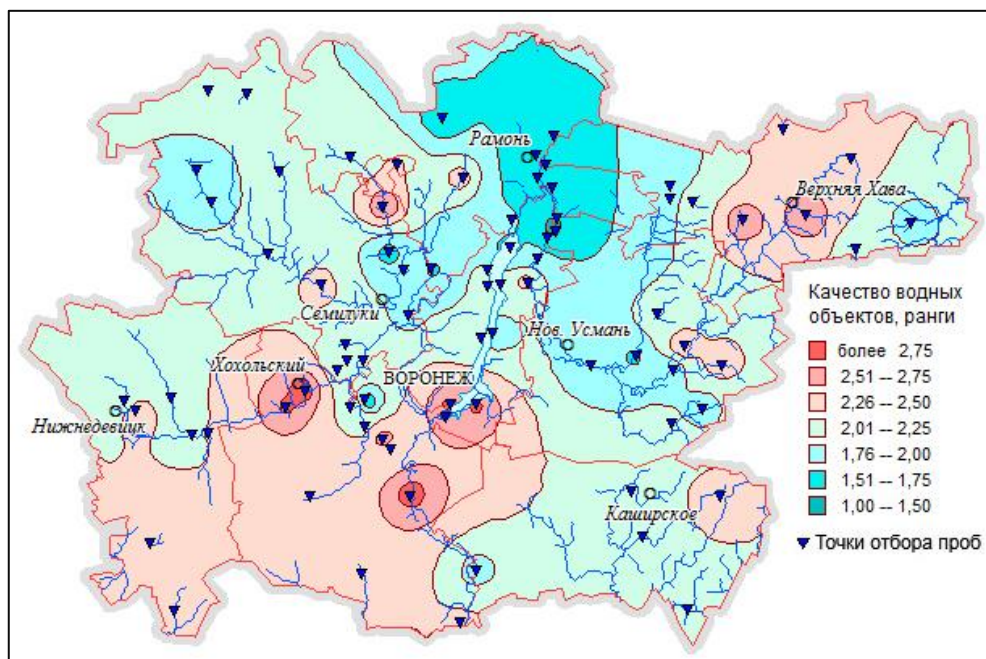


Рис. 2. Качество водных объектов

Фактором, определяющим уровень дигрессии территории, является величина **антропогенной нагрузки**. Для ее комплексной оценки использовался ряд показателей: фактическая близость сельскохозяйственных угодий к месту отдыха, замусоренность территории, уровень дигрессии пляжа, наличие автотранспорта в пойме водоемов, общая рекреационная нагрузка, то есть количество единовременно находящихся на пляже рекреантов. Важным фактором, определяющим выбор места отдыха, является **уровень сервиса** на территории и комплекс социально-культурных условий. Уровень сервиса на объектах рекреации снижается в следующем ряду: г.о.г. Воронеж, Рамонский район, Новоусманский район, Семилукский район, Верхнехавский район, Хохольский район, Каширский район, Нижнедевицкий район.

**Итоговое ранжирование территории** было проведено на основании оценок, полученных методом взвешенных рангов (рис. 3). По нашим расчетам установлено, что наибольшим уровнем водного рекреационного потенциала обладают территории Новоусманского и Рамонского районов, наименьшим – г.о.г. Воронеж и Хохольского районов.



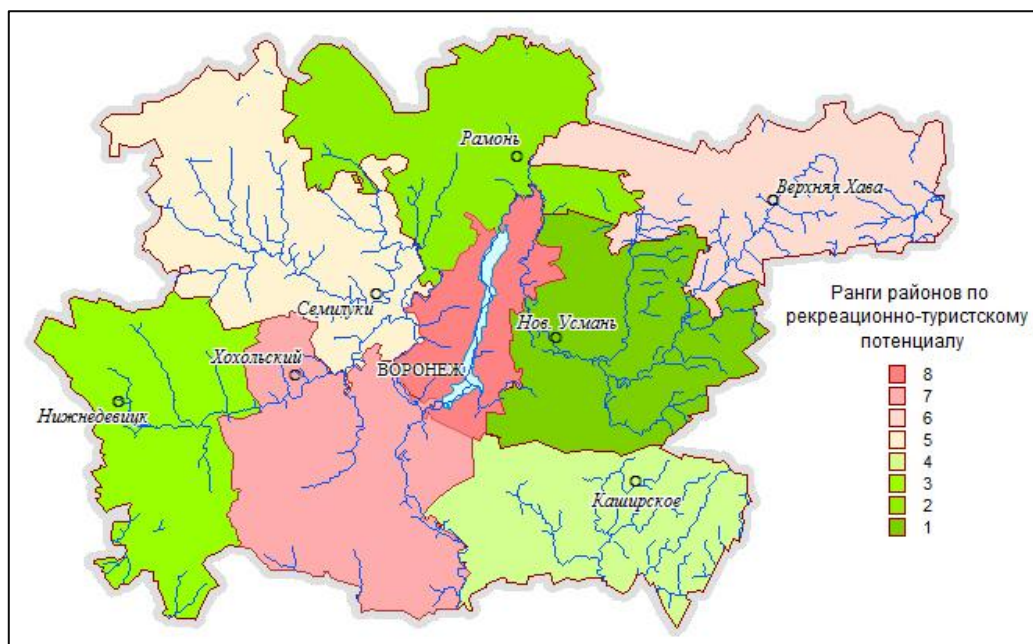


Рис. 3. Ранжирование районов по уровню водного рекреационного потенциала ( $Y_{врп}$ )

О достоверности результатов свидетельствует достаточно большое количество (58% от общего числа) коэффициентов ранговой корреляции, превышающих пороговое значение статистической достоверности ( $r=|\pm 0,20|$ ). Анализ коэффициентов корреляции между критериями геоэкологической и социально-экономической оценки позволил выявить закономерности формирования уровней комфортности мест рекреации.

С помощью метода многомерной статистики - кластерного анализа - проведена типизация участков рекреации по сходству критериев формирования их геоэкологической комфортности и безопасности. В качестве меры сходства объектов использованы «нормированные евклидовы расстояния». Для классификации территориальных участков (объектов) применена «дивизивная (разделяющая) стратегия», метод динамических сгущений. Достоверно дифференцируются 6 территориальных кластеров, которые целесообразно объединить в 5 типов рекреационных зон. При дальнейшем описании сохранены номера кластеров, выделенные в процессе кластеризации в программе STADIA.

**1 тип** (1 и 5 кластеры) – наиболее комфортные участки рекреации. Высокое качество водных объектов и уровень ландшафтно-рекреационного потенциала. Минимальная техногенная нагрузка и самые высокие показатели сервисно-культурного обслуживания. Обобщенный взвешенный рейтинг двух категорий – **2,08** (1 кластер – 2,11; 5 кластер – 2,04). Наиболее типичными участками в данной группе согласно результатам кластерного анализа являются туристическая база «Веневитиново» и место купания работников Воронежского государственного заповедника на р.Усмань.

**2 тип** (6 кластер) – участки максимальной эпидемиологической опасности и высокой техногенной нагрузки при достаточно благоприятных показателях природно-экологической комфортности и уровня социально-культурного

*сервиса*. Обобщенный взвешенный балл – **2,38**. По результатам кластерного анализа наиболее типичным участком в данной группе является пляж «Rio» на р. Воронеж в Рамонском районе.

**3 тип** (3 кластер) составляют участки *удовлетворительного качества водоемов с пониженным уровнем социально-культурного сервиса*. Наиболее типичные для территории зоны средней комфортности. Обобщенный взвешенный рейтинг – **2,33**. Наиболее типичный участок в данной группе - пляж пруда в с. Новосильское Семилукского района.

**4 тип** (2 кластер) объединяет участки *с самым низким ландшафтно-рекреационным потенциалом при умеренной техногенной нагрузке*. Обобщенный взвешенный балл – **2,47**. Наиболее типичный участок в данной группе по результатам кластерного анализа – пляж на р. Нижняя Ведуга у одноименного села Н. Ведуга в Семилукском районе.

**5 тип** (4 кластер) составляют участки *низкой комфортности с многочисленными факторами экологического риска*. Обобщенный взвешенный балл – **2,67**. Наиболее типичный участок в данной группе согласно результатам кластерного анализа – пляж на р. Девица в п.г.т. Стрелица Семилукского района.

Таким образом, 1 и 5 кластеры – участки высокой природно-экологической и социально-экономической комфортности; 3 и 6 кластеры – территории средней комфортности; 2 и 4 кластеры – зоны пониженной комфортности для целей рекреации. Полученные результаты в целом подтверждают данные вышеизложенной балльно-рейтинговой оценки участков рекреации с помощью метода статистического ранжирования.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан методический подход к интегральной геоэкологической оценке водного рекреационного потенциала урбанизированной территории с учетом качества водных объектов, ландшафтного рекреационного потенциала, величины антропогенной нагрузки на территорию, уровня социально-культурного сервиса и эпидемиологической опасности, основанный на балльно-рейтинговой оценке мест рекреации с применением лабораторно-инструментальных аналитических (химических, физико-химических), микробиологических методов и токсикологических исследований, методов экспертных оценок, статистического моделирования и технологий геоинформационного картографирования.

2. На территории 80 пунктов водной рекреации отобраны и проанализированы пробы поверхностных вод по ряду гидрохимических показателей с применением инструментально-аналитических методов. Для многих водных объектов территории агломерации экодиагностика была проведена впервые. По результатам проведенных исследований был выявлен ряд несоответствий фактических значений показателей качества поверхностных вод действующим санитарно-гигиеническим нормативам для вод рыбохозяйственного назначения. Приоритетными загрязнителями поверхностных вод региона являются нитриты (до 29,7 ПДК); нитраты (до 2,1 ПДК), железо (до 37,2 ПДК), аммоний-ион (до

24,7 ПДК).

Для проб поверхностных вод и донных отложений был проведен ряд микробиологических исследований, позволяющих сделать вывод о высоком уровне микробного загрязнения водных объектов.

3. Наибольшим уровнем ландшафтного рекреационного потенциала обладают территории Новоусманского и Рамонского районов, которые, несмотря на высокую рекреационную нагрузку, не подвержены интенсивным процессам дигрессии.

4. Оценка эпидемиологических рисков территорий рекреационного водопользования была проведена на основании данных по распространению природных очаговых инфекций Центра гигиены и эпидемиологии Воронежской области. Районы, испытывающие максимальную рекреационную нагрузку, являются одновременно наиболее опасными в эпидемиологическом отношении. Потенциальный риск заражения околородными природно-очаговыми инфекциями (лептоспирозом, туляремией, лихорадкой Западного Нила) выше на территориях повышенной комфортности с многочисленными гидроморфными ландшафтами, в основном в северной части Воронежской агломерации в пределах северной окраины городского округа город Воронеж, Рамонского, части Верхнехавского районов.

5. Наиболее высокий уровень антропогенной нагрузки выявлен для территорий Хохольского района и городского округа город Воронеж. Повышенная антропогенная нагрузка часто сочетается с высоким уровнем социально-культурного сервиса на территориях городского округа город Воронеж и в рекреационных зонах Рамонского, Новоусманского районов. Низкие социально-культурные условия отмечены для территорий Хохольского, Каширского и Нижнедевицкого районов.

6. Интегральная оценка качества рекреационных территорий позволила дифференцировать территорию Воронежской городской агломерации на зоны различной геоэкологической комфортности и безопасности, а муниципальные районы расположить в следующий ряд по снижению комфортности: Новоусманский > Рамонский > Нижнедевицкий > Семилукский > Каширский > Верхнехавский > Хохольский муниципальные районы > городской округ город Воронеж. К территориям наиболее перспективного рекреационного освоения относятся территории Рамонского и Новоусманского районов вблизи рек Воронеж и Усмань (28 % территории агломерации), к малокомфортным недостаточно перспективным – 15 % территории агломерации.

7. Разработаны рекомендации для повышения качества природных поверхностных вод и увеличения экологической комфортности территорий летней рекреации, ориентированные на природообустройство водоохраных зон, посадку леса по берегам прудов, санитарную очистку рекреационных зон Хохольского, Нижнедевицкого, Каширского муниципальных районов. Реализация данных мероприятий позволит улучшить экологическое состояние мест рекреации и повысить водный рекреационный потенциал региона в целом.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *Работы, опубликованные в журналах перечня ВАК РФ*

1. **Маслова М.О.** Эколого-аналитическая оценка качества вод рекреационных зон Ближнего Подворонежья / М.О. Маслова М.О., Т.И. Прожорина, Н.И. Якунина // Вестник Воронежского гос. университета. Серия: География. Геоэкология. – 2014. – № 4. – С. 48-56.
2. **Маслова М.О.** Оценка уровня микробного загрязнения поверхностных природных вод рекреационных зон Воронежской агломерации / М.О. Маслова, Е.Ю. Иванова // Вестник Воронежского гос. университета. Серия: География. Геоэкология. – 2016. – № 4. – С. 97-102.
3. Клепиков О.В. Интегральная эколого-гигиеническая оценка водно-рекреационного потенциала Воронежской городской агломерации / О.В. Клепиков, **М.О. Маслова**, Л.В. Молоканова, Ю.С. Калашников // Вестник Воронежского гос. университета. Серия: География. Геоэкология. – 2017. – № 1. – С. 118-125.
4. **Маслова М.О.** Анализ микробного загрязнения донных отложений объектов водной рекреации Воронежской городской агломерации / М.О. Маслова // Научные ведомости Белгородского гос. университета. Серия: Естественные науки. – Белгород: НИУ «БелГУ». – 2017. – №11. – С. 5-14.
5. Клепиков О.В. Анализ показателей микробиологической безопасности воды водных объектов в местах рекреации / О.В. Клепиков, Л.В. Молоканова, **М.О. Маслова**, Ю.С. Калашников // Вестник Воронежского гос. университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2017. – № 4. – С. 66-70.

### *Работы, опубликованные в других изданиях*

6. **Маслова М.О.** Эколого-геохимическая оценка вод в местах рекреации пригородной зоны г. Воронежа / М.О. Маслова, Т.И. Прожорина // Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды. – Воронеж, 2014. – С. 11-20.
7. **Маслова, М.О.** Оценка токсичности поверхностных вод рекреационных зон Ближнего Подворонежья // М.О. Маслова // Комплексные проблемы техносферной безопасности: мат-лы X межд. науч.-практ. конф (12 ноября 2014, Воронеж). – Воронеж, 2014. – С. 91-95.
8. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов, Т.И. Прожорина, М.А. Клевцова, Л.А. Яблонских, Л.М. Акимов, Л.О. Серeda, **М.О. Маслова**. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 232 с. /коллективная монография/.
9. **Маслова М.О.** Экогеохимическая оценка туристско-рекреационных территорий Ближнего Подворонежья / М.О. Маслова, С.А. Куролап, Т.И. Прожорина // Природные опасности: связь науки и практики: Мат-лы межд. науч.-практ. конф. (23-24 апреля, Саранск). – Саранск, 2015. – С. 259-265.
10. **Маслова М.О.** Оценка токсичности объектов рекреационного водопользования / М.О. Маслова // Концепции фундаментальных и прикладных на-



учных исследований: Сборник статей Международной научно-практической конференции. Часть 3 (13 ноября 2016, Омск). – Омск, 2016. – С. 218-224.

11. Куролап С.А. Экологическая оценка состояния Воронежской городской агломерации / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, **М.О. Маслова**, Л.О. Серeda // Экология России: на пути к инновациям. – Астрахань, 2016. – Вып.13. – С. 84-87.

12. Куролап С.А. Экологические проблемы развития Воронежской городской агломерации / С.А.Куролап, О.В.Клепиков, **М.О.Маслова**, Л.О.Серeda // Муниципальные образования современных регионов: проблемы исследования, развития и управления в условиях геоэкономической и политической нестабильности: мат-лы Первой межд. науч.-практ. конф. (14-15 апреля 2016, Воронеж). – Воронеж, 2016. – С. 307-309.

13. **Маслова М.О.** Оценка медико-географических рисков заражения природно-очаговыми болезнями на территории рекреационных зон Воронежской городской агломерации / М.О. Маслова, С.А. Куролап // Ландшафтные и геоэкологические исследования природных и антропогенных геосистем: мат-лы II межд. науч.-практ. конф. (1 июня 2017, Тамбов). – Тамбов, 2017. – С. 93-97.

Подписано в печать 12.02.2018 г.

Формат 64×80/16. Объем 0,9 п.л.

Бумага офсетная. Тираж. 110 экз. Заказ № 0214.

Отпечатано с готового оригинал-макета

в ООО «Цифровая полиграфия»

394036, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, 52

Тел.:(473) 261-03-61