

УДК 504.45(470.322)

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ
СОСТОЯНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
НА ПРИМЕРЕ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Т. И. ПРОЖОРИНА *, А. С. БОЕВА **, П. А. СУХАНОВ ***

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

Настоящее исследование посвящено апробации методики комплексной геоэкологической диагностики состояния источников децентрализованного хозяйственно-питьевого водопользования (ДХПВ) для повышения уровня безопасности и снижения экологических рисков для здоровья населения Липецкой области. Мониторинговые исследования охватили 63 населенных пункта в пределах 18 муниципальных районов Липецкой области. В ходе полевых экспедиций с 2025 г. по зимний период 2026 г. было отобрано 119 проб воды из источников ДХПВ, в том числе из скважин (39 проб), родников (21 проба), колодцев (12 проб) и колонок (47 проб). Комплексную оценку качества отобранных проб воды проводили по результатам органолептического (интенсивность вкуса и запаха, цветность, прозрачность, наличие осадка) и химического (12 показателей) анализов с применением классических и инструментальных методов, в том числе 6 показателей являются приоритетными для липецких вод (общая жесткость, железо, марганец, бор, аммиачный и нитратный азот). Органолептический анализ показал, что наиболее часто качество питьевой воды, отобранной из источников ДХПВ, не соответствует нормативам по интенсивности вкуса и запаха – 15,13% и 15,97% соответственно, а также по цветности воды (5,88%) и наличию недопустимого в воде осадка (8,4%). Проведенные исследования показали, что, в целом, для всех 18 районов Липецкой области средние концентрации приоритетных показателей питьевых вод удовлетворяют санитарно-гигиеническим стандартам (ПДК) для источников ДХПВ. Однако в некоторых пробах зафиксированы максимальные концентрации загрязняющих веществ, превышающие кратность нормативов в несколько раз, снижающие качество питьевой воды и уровень безопасности ее употребления: общая жесткость (1,01–1,9 ПДК), железо (1,06–5,41 ПДК), марганец (1,06–1,34 ПДК), бор (1,02–3,6 ПДК), аммонийный азот (1,02–2,32 ПДК), нитратный азот (1,01–1,85 ПДК). Расчет популяционного риска показал, что около 3,21 тыс. человек, преимущественно сельских жителей Липецкой области, подвергаются потенциальной опасности для здоровья из-за употребления воды ненадлежащего качества. По результатам исследования даны рекомендации для повышения уровня безопасности питьевой воды на территории Липецкой области.

* E-mail: coriandre@rambler.ru

** E-mail: boevaas0226@mail.ru

*** E-mail: sukhanov.1990@bk.ru

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2026.60.2.364>

Keywords: methodology testing, priority pollutants, decentralized water sources, drinking water quality, administrative territories, and health risk assessment.

Введение. Водные ресурсы играют большую экономическую роль и в основном используются в питьевых, промышленных, оросительных и рекреационных целях, а также для водоснабжения. Следовательно, оценка рационального использования и охраны водных ресурсов имеет важное значение [1–3].

Для многих регионов России проблема загрязнения питьевой воды и безопасности населения, обусловленной водным фактором, является весьма актуальной. Многолетние исследования отечественных специалистов подтверждают, что прогрессирующее загрязнение водных ресурсов, испытывающих колоссальный прессинг со стороны промышленных и сельскохозяйственных предприятий, обуславливает экологические риски для населения от употребления воды, не соответствующей гигиеническим стандартам качества [4–7]. Однако, в научных исследованиях недостаточное внимание уделяется состоянию источников децентрализованного хозяйственно-питьевого водопользования (ДХПВ) селитебных территорий, которые из-за отсутствия централизованного водопровода повсеместно распространены в большинстве сельских поселений страны. Эта вода в естественном виде без предварительной очистки используется местными жителями в питьевых целях и зачастую характеризуется неудовлетворительными показателями химического состава [8, 9]. Поэтому определение качества данного вида водопользования позволит оценить экологические риски для здоровья населения.

Сотрудниками Воронежского государственного университета была разработана унифицированная методика для комплексной геоэкологической диагностики состояния источников ДХПВ, прошедшая в 2025 г. апробацию на примере Воронежской области [10].

Методическая схема исследования включает 4 последовательных этапа:

- 1) подготовительный (отбор проб питьевой воды в источниках водопользования);
- 2) экспериментальный (собственные химико-аналитические исследования);
- 3) расчетно-аналитический (оценка качества вод и потенциальных рисков для здоровья населения);
- 4) прогнозно-рекомендательный (зонирование селитебных территорий региона по качеству вод и уровню экологических рисков водопользования), базирующийся на сочетании лабораторно-инструментальных (органолептический, химический) и вероятностно-статистических методов, а также математико-картографического моделирования и геоинформационного картографирования.

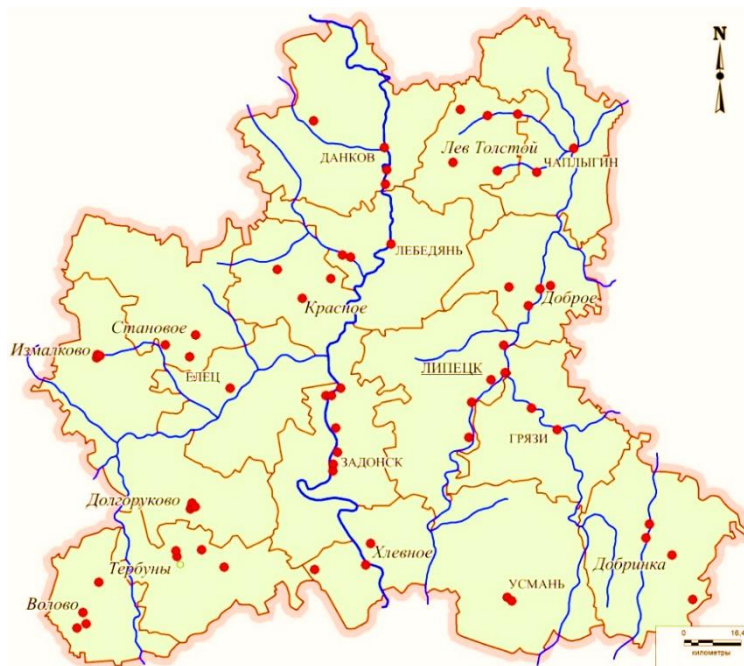
Унифицированность предложенной методики заключается в том, что обоснование выбора приоритетных показателей и алгоритмов их анализа может быть использовано для других территорий с учетом их специфики. При этом перечень показателей может изменяться, а алгоритмы останутся прежними.

В каждом регионе России имеются свои особенности качества питьевой воды, которые подлежат исследованию и контролю. В качестве модельного региона выбрана Липецкая область с населением более 1,108 млн человек, с

индустриально-аграрной структурой хозяйства, которая, как и Воронежская область, входит в состав Центрально-Черноземного региона.

Цель исследований – апробация методики комплексной геоэкологической диагностики состояния источников ДХПВ для повышения уровня безопасности и снижения экологических рисков для здоровья населения территории крупного агропромышленного региона (на примере Липецкой области). Научная задача исследований заключается в комплексном объединении научных принципов сбора, обработки и анализа сведений о качестве воды, потребляемой населением, с процедурой оценки экологических рисков для здоровья с применением технологий картографической визуализации [11].

Материалы и методы исследования. Мониторинговые исследования охватили 63 населенных пункта в пределах 18 муниципальных районов Липецкой области, в том числе: 2 города областного подчинения (Липецк, Елец) и 6 городов районного подчинения (Грязи, Данков, Задонск, Лебединь, Усмань, Чаплыгин), а также села, поселки, хутора, деревни. На рисунке приведено местоположение населенных пунктов, в которых были отобраны пробы воды. Выбор точек отбора проб обоснован необходимостью репрезентативного отражения ситуации по всему региону с учетом плотности населения, что позволяет получить достоверные данные о водопользовании.



Местоположение населенных пунктов отбора проб воды.

Экспедиционные исследования проходили по территории Липецкой области в период с 2025 г. по зимний период 2026 г., в ходе которых из источников ДХПВ было отобрано 119 пробы воды, в том числе из скважин (39 проб), родников (21 проба), колодцев (12 проб) и колонок (47 проб).

Экспериментальная часть работы выполнена на базе аттестованной (свидетельство №273.002/11) эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ. Комплексную оценку качества отобранных проб воды проводили по результатам органолептического и химического анализов в соответствии с утвержденными методиками определения химического состава воды [12] с применением классических и инструментальных методов:

- органолептический (интенсивность вкуса и запаха, цветность, прозрачность, наличие осадка);
- химический:
 - титриметрический (общая жесткость, гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты);
 - потенциометрический (рН) с помощью рН-метра типа 150М;
 - кондуктометрический (минерализация) с помощью солемера типа “TDS”;
 - колориметрический (аммонийный, нитритный и нитратный азот, железо, марганец, бор) на фотоэлектрическом концентрационном колориметре КФК-3.

Следует отметить, что из 12 определяемых показателей химического состава воды 6 являются приоритетными для липецких вод (общая жесткость, железо, марганец, бор, аммиачный и нитратный азот) [13].

Полученные результаты сопоставлялись с действующими гигиеническими нормативами (СанПиН 1.2.3685-21). Статистическая обработка полученных результатов дискретных рядов данных выборочных исследований ($n=119$) включала определение минимума, максимума, средних величин показателей и их стандартных ошибок ($M \pm m$) [11].

Риск здоровью населения, обусловленный качеством питьевой воды из источников ДХПВ, оценен в соответствии с методическим руководством (Р.2.1.10.3968-23) [16]. Основной показатель – коэффициент опасности (НҚ), классификация величины которого по уровням осуществляется по следующей шкале: $HQ > 3$ – высокий; HQ от 1,1 до 3 единиц – настораживающий; $HQ < 1$ – допустимый; $HQ < 0,1$ – минимальный. Для оценки однонаправленного воздействия веществ (марганец, железо, нитраты) использован индекс опасности развития неканцерогенных эффектов (НИ), допустимые (приемлемые) величины которого, согласно данному руководству, составляют от 1,1 до 3 единиц, минимальные – < 1 , настораживающие – 3,1–6, высокие – > 6 единиц.

Результаты исследований и их обсуждение. Несмотря на субъективность органолептического анализа, он позволяет дать предварительную оценку качества источника водопользования. Результаты анализа показали, что наиболее часто качество питьевой воды, отобранной из источников ДХПВ, не соответствует нормативам по интенсивности вкуса и запаха – 15,13 и 15,97% соответственно, а также по цветности воды – 5,88% и наличию недопустимого в воде осадка – 8,4%. Превышение установленных нормативов может косвенно свидетельствовать о загрязнении вод и, как следствие, повышенном уровне опасности.

В таблице приведены результаты сравнительного анализа фактических значений химического состава проб воды, отобранных из источников ДХПВ, относительно санитарно-гигиенических нормативов (ПДК).

*Показатели качества питьевой воды в ДХПВ по Липецкой области
(результаты собственных исследований)*

Показатель	Величина показателей		Средний показатель стандарт. ошибки, $M \pm m$	ПДК для ДХПВ	Удельный вес проб, не соответствующих нормативу, %	Максимальное превышение норматива, число раз
	минимум	максимум				
pH	6,13	7,72	6,99±0,35	6,0–9,0	–	–
Минерализация, мг/л	96 ультра-пресная	795	327±16,8	1500	–	–
Общая жесткость, ммоль/л	2,6 мягкая	19,4 оч. жесткая	8,1±0,4 жесткая	10,0	17,64	1,94
НСО ₃ ⁻ , мг/л	50,6	553,9	253,1±12,7	500	0,84	1,11
SO ₄ ²⁻ , мг/л	18,0	120	74,1±3,2	500	–	–
Cl ⁻ , мг/л	7,1	390,1	44,6±2,3	350	0,84	1,11
Fe _{общ.} , мг/л	0,01	5,41	0,46±0,02	1,0	8,4	5,41
Mn _{общ.} , мг/л	0,01	0,67	0,09±0,01	0,5	1,68	1,34
B _{общ.} , мг/л	0,01	1,8	0,15±0,01	0,5	12,6	3,6
NH ₄ ⁺ , мг/л	0,01	4,63	0,87±0,04	2,0	13,45	2,32
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,01	0,35	0,04±0,01	3,3	–	–
NO ₃ ⁻ , мг/л	0,01	83,1	16,1±0,8	45,0	20,17	1,85

Результаты химического анализа выявили, что наибольшее количество отобранных проб, не соответствующих ПДК, отмечается по нитратам (20,17%), солям жесткости (17,64%), аммонийному азоту (13,45%), бору (12,6%) и железу (8,4%).

В целом, для всех 18 районов Липецкой области *средние* концентрации приоритетных показателей удовлетворяют санитарно-гигиеническим нормативам для питьевых вод источников ДХПВ. Однако, для окончательного подтверждения пригодности воды в питьевых целях, необходимо проведение микробиологического анализа, который в данных исследованиях не проводился.

Несмотря на удовлетворительное качество исследуемых источников, стоит отметить, что большинство проб воды 82,35% (98 проб) относятся к категории “жесткие” и “очень жесткие”. Озабоченность вызывает состояние источников, в пробах которых зафиксированы *максимальные* концентрации следующих веществ:

– 21 проба (17,64%) на территории 12 районов (Задонский, Тербунский, Долгоруковский, Усманский, Воловский, Хлебенский, Липецкий, Лев-Толстовский, Елецкий, Краснинский, Чаплыгинский, Добринский) имеет величину *общей жесткости* 10,1–19,4 ммоль/л (при норме не более 10 ммоль/л);

– 10 проб (8,4%) на территории 7 районов (Хлебенский, Лев-Толстовский, Чаплыгинский, Тербунский, Краснинский, Данковский, Усманский) содержат максимальные концентрации *железа*, превышающие ПДК в 1,06–5,41 раза;

– 2 пробы (1,68%) в Липецком районе имеют максимальное содержание *марганца* в 1,06–1,34 раза выше допустимого уровня;

– в 15 пробах (12,6%) на территории 7 районов (Воловский, Липецкий, Измалковский, Задонский, Долгоруковский, Хлебенский, Тербунский) обнаружено содержание *бора*, превышающее норматив в 1,02–3,6 раза;

– 16 проб (13,45%) в 6 районах (Краснинский, Лев-Толстовский, Измалковский, Воловский, Долгоруковский, Тербунский) содержат максимальные концентрации *аммонийного азота* (от 2,11 до 4,63 мг/л), превышающие гигиенические нормативы в 1,02–2,32 раза;

– 24 пробы (20,2%) в 12 районах (Задонский, Долгоруковский, Усманский, Хлебенский, Липецкий, Лев-Толстовский, Краснинский, Добринский, Становлянский, Измалковский, Данковский, Лебедянский) не удовлетворяют нормативам ДХПВ, так как содержание *нитратов* находится в интервале от 45,5 до 83,1 мг/л при норме ≤ 45 мг/л.

Сравнительный анализ результатов гидрохимических исследований с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 для проб воды, отобранных из источников ДХПВ, позволил установить следующие тенденции [14].

Повышенные значения величины общей жесткости, Fe, Mn и B в исследуемых пробах можно объяснить природными условиями формирования подземных вод, характерными для неоген-четвертичного и верхнедевонского водоносных комплексов, используемых для питьевого водопользования в пределах Липецкой области [13].

Обнаруженное присутствие компонентов азотной группы (NH_4^+ и NO_3^-) является признаком *нитратного загрязнения* подземных вод, характерного для сельской местности, и обусловленного применением азотных удобрений, инфильтрацией сточных вод на животноводческих фермах, неканализованными территориями, несанкционированными свалками мусора и др. Высокие концентрации нитратного и аммонийного азота имеют антропогенный характер, а переизбыток азотистых соединений в химическом составе проб воды свидетельствует о загрязнении верховодки, так как глубина источников отбора исследуемых проб, в основном, составляет до 25 м [15].

По данным мониторинговых исследований качества питьевой воды, в соответствии с руководством [16] были последовательно реализованы четыре этапа расчета оценки риска. На этапе *идентификации опасности* в перечень приоритетных показателей включены 6 загрязнителей: железо, бор, марганец, аммонийный и нитратный азот и общая жесткость, среди которых отсутствуют вещества, обладающие канцерогенным действием на человека.

Далее, в соответствии с алгоритмом расчета и с использованием факторов экспозиции были установлены средние и максимальные среднесуточные дозы для детского и взрослого населения основных загрязняющих веществ, поступающих с питьевой водой, на основании которых были рассчитаны HQ,

НІ, а также популяционные риски (РНQ) от общей численности населения, подверженного потенциальному риску для здоровья. При этом численность населения, употребляющего недоброкачественную питьевую воду, рассчитывали лишь по тем территориям, где индивидуальные риски были на уровне опасных и предельно допустимых, в основном по *нитратам и общей жесткости*.

Оценка риска здоровью для общепринятых индикаторных групп населения (дети 6 лет и взрослые) по вероятным *среднесуточным* дозам показала, что по двум показателям – нитратам и общей жесткости – неканцерогенный риск на ряде территорий классифицируется как настораживающий (НQ от 1,1 до 3,0). В частности, на территории 4 муниципальных районов НQ по нитратам составляет 1,10–1,48 единиц. Для взрослого населения риски по нитратам не вызывают опасения. Настораживающий уровень риска отмечен также по показателю жесткости для детского населения на территории одного муниципального района (НQ = 1,21).

При использовании в расчете доз поступления загрязнителей воды по *максимальным* концентрациям отмечается настораживающий уровень риска (НQ = 1,13–3,30) по нитратам для детей, проживающих на территории 14 районов, и для взрослого населения 6 районов (НQ = 1,10–1,42) при условии употребления воды в питьевых целях из децентрализованных источников. Риски также обуславливаются повышенной общей жесткостью воды как для детского, так и для взрослого населения на территории 12 районов (НQ = 1,11–1,94).

Одновременное присутствие в воде марганца, железа, нитратов обладает однонаправленным действием на кроветворную систему. Расчет НІ, характеризующего суммарный неканцерогенный риск здоровью, показал, что по *средним* значениям концентраций как для детского, так и для взрослого населения его величина соответствует допустимому (приемлемому) уровню, что объясняется отсутствием сочетаний максимумов концентраций этих трех веществ в конкретных (одних и тех же) источниках ДВХП.

Для разработки эффективных управленческих решений проведен расчет популяционного риска РНQ, отражающего вероятность развития заболеваний или токсических синдромов среди населения [16]. В исследовании учитывались:

- общая численность жителей Липецкой области, потребляющих воду ненадлежащего качества;
- распределение риска между детской и взрослой группами населения.

Согласно проведенным расчетам, общее количество жителей, находящихся в зоне риска составляет 3206 человек, из них: 1006 чел. – дети 0–14 лет (1,15% от детского населения региона); 2200 чел. – взрослые (0,49% от взрослого населения).

Для повышения уровня безопасности воды на территории Липецкой области в случае использования местных источников (скважина, родник, колонка, колодец) в питьевых целях авторами работы *рекомендовано*: контролирующим органам усилить мониторинг качества воды, а населению использовать бытовые фильтры для очистки воды.

Заключение. В данном исследовании приведены результаты апробации методики комплексной оценки состояния источников децентрализованного питьевого водопользования на примере Липецкой области.

Научная новизна работы определяется реализацией геоэкологической диагностики источников ДХПВ на территории крупного агропромышленного региона. Данный подход базируется на комплексной оценке качества водных проб, сочетающей органолептический и химический методы анализа.

Практическая значимость заключается в использовании полученных результатов для оптимизации управления водными ресурсами региона. Собранные сведения позволяют обосновать меры региональной политики в области водопользования, которые обеспечат снижение экологических рисков для здоровья и повысят безопасность населения при использовании природных источников.

Результаты исследования показали, что в целом для всех 18 районов Липецкой области средние концентрации приоритетных показателей питьевых вод удовлетворяют санитарно-гигиеническим стандартам для децентрализованных источников. Однако в некоторых пробах зафиксированы *максимальные* концентрации загрязняющих веществ, превышающих кратность нормативов в несколько раз, снижающих качество питьевой воды и уровень безопасности ее употребления: общая жесткость (1,01–1,9 ПДК), железо (1,06–5,41 ПДК), марганец (1,06–1,34 ПДК), бор (1,02–3,6 ПДК), аммонийный азот (1,02–2,32 ПДК) и нитратный азот (1,01–1,85 ПДК).

Расчет популяционного риска показал, что около 3,21 тыс. преимущественно сельских жителей Липецкой области подвергаются потенциальной опасности для здоровья из-за употребления воды ненадлежащего качества. По результатам исследований рекомендуется усилить мониторинг качества воды в децентрализованных источниках, а также информировать население о необходимости использования бытовых фильтров.

Апробация предложенной методики в условиях Липецкой области подтвердила ее практическое значение и эффективность, а также необходимость оптимизации системы мониторинга и диагностики качества воды в децентрализованных источниках водопользования.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-17-00219. <https://rscf.ru/project/25-17-00219/>

Поступила 26.05.2026

Получена с рецензии 20.06.2026

Утверждена 26.08.2026

ЛИТЕРАТУРА

1. Маргарян В.Г. Проблема охраны водных ресурсов и снижения рисков на территории Ширака Республики Армения. *Водное хозяйство России: достижения, проблемы, перспективы.*

- Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции.* Екатеринбург, ФГУП РосНИИВХ (2014), 173–184.
2. Маргарян В.Г. Современное экологическое состояние Араратского артезианского бассейна и задачи его охраны. *Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли. Матер. V международной научной конференции.* Красноярск, Сибирский федер. университет (2018), 346–353.
 3. Маргарян В.Г. Эффективность использования и охраны водных ресурсов в Лорийском марзе. *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление* 5 (2018), 75–85.
 4. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Торотенкова Н.Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края. *Анализ риска здоровью* 3 (2016), 35–43.
 5. Кикун П.Ф., Кислицына Л.В. и др. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Приморского края. *Гигиена и санитария* 98 (2019), 94–101.
<https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-1-94-101>
 6. Михайлова Л.А., Витковский Ю.А. и др. Гигиеническая оценка качества воды подземных и поверхностных водонисточников Забайкальского края. *Здоровье населения и среда обитания* 3 (2020), 27–32.
<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-27-32>
 7. Механтьева Л.Е., Дунаева Д.Ю. Влияние техногенного загрязнения на окружающую среду и здоровье населения в Липецкой области. *Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения. Материалы 29-й междуна. конф.* Рязань, ОТСиОП (2025), 66–69.
 8. Боева А.С. Оценка экологических рисков для здоровья населения Воронежской области, связанных с качеством питьевой воды в источниках децентрализованного водопользования. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия География. Геоэкология* 3 (2023), 90–97.
<https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/3/90-97>
 9. Коньшина Л.Г. Оценка риска здоровью детей, обусловленного химическим составом питьевой воды источников нецентрализованного водоснабжения Екатеринбурга. *Гигиена и санитария* 98 (2019), 997–1003.
<https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-9-997-1003>
 10. Куролап С.А., Клепиков О.В. и др. Анализ результатов апробации унифицированной методики для комплексной оценки качества источников децентрализованного питьевого водопользования крупного агропромышленного региона. *Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура* 3 (2025), 104–112.
<https://doi.org/10.36622/2541-9110.2025.34.3.011>
 11. Баазарский О.В., Курышев А.А., Силкин Е.Ю. *Статистические методы обработки информации в экологии.* Учебное пособие. Воронеж, Издат. дом ВГУ (2021), 54.
 12. Каверина Н.В. *Методы экологических исследований. Учебное пособие.* Воронеж, Научная книга (2019), 355.
 13. Кремнева И.П., Косинова И.И. Эколого-гидрогеохимическая характеристика подземных вод Липецкой области. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки* 3 (2009), 113–119.
 14. СанПиН 1.2.3685-21 “Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания”. Раздел III. Нормативы качества и безопасности воды. Москва (2021), 987.
 15. Ткаченко Н.Н., Косинова И.И., Белозеров Д.А. Нитратное загрязнение подземных вод централизованного водоснабжения Липецкого промрайона. *Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы. Материалы VII международной научно-практической конференции.* Воронеж, изд-во Воронежского госуниверситета (2021), 195–197.
 16. Р 2.1.10.3968-23. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Москва, Роспотребнадзор (2023), 221.

Տ. Ի. ՊՐՈԺՈՐԻՆԱ, Ա. Ս. ԲՈՆԵՎԱ, Պ. Ա. ՍՈՒԽԱՆՈՎ

ԼԻՊԵՑԿԻ ՄԱՐԶԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ ԽՄԵԼՈՒ ՋՐԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ
ՎԻՃԱԿԻ ՀԱՄԱՊԱՐՓԱԿ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄ

Ամփոփում

Այս ուսումնասիրությունը կենտրոնացնում է Լիպեցկի մարզի բնակչության առողջության համար անվտանգությունը բարելավելու և շրջակա միջավայրի համար ռիսկերը նվազեցնելու նպատակով ապակենտրոնացված խմելու ջրի աղբյուրների վիճակի գնահատման համար համապարփակ երկրաբանական և շրջակա միջավայրի ախտորոշման մեթոդաբանության վավերացման վրա: Ուսումնասիրության մեթոդաբանական սխեման ներառում է 4 հաջորդական փուլ՝ 1) նախապատրաստական (ջրօգտագործման աղբյուրներում խմելու ջրի նմուշառում), 2) փորձարարական (սեփական քիմիական և վերլուծական ուսումնասիրություններ), 3) հաշվողական և վերլուծական (ջրի որակի գնահատում և հանրային առողջության համար հնարավոր ռիսկեր), 4) կանխատեսում և առաջարկություն (մարզի բնակելի տարածքների գոտիավորում ջրի որակի և ջրօգտագործման շրջակա միջավայրի ռիսկերի մակարդակի առումով): Մոնիթորինգի ուսումնասիրությունները ներառել են Լիպեցկի մարզի 18 քաղաքային շրջանների 63 բնակավայրեր: 2025 թվականից մինչև 2026 թվականի ձմեռը դաշտային արշավախմբերի ընթացքում ապակենտրոնացված աղբյուրներից հավաքվել է 119 ջրի նմուշ, այդ թվում՝ ջրհորներ (39 նմուշ), աղբյուրներ (21 նմուշ), ջրհորներ (12 նմուշ) և ջրհաններ (47 նմուշ): Ընտրված ջրի նմուշների որակի համապարփակ գնահատումը կատարվել է օրգանոլեպտիկ (համի և հոտի ինտենսիվություն, գույն, թափանցիկություն և նստվածքի առկայություն) և քիմիական (12 ցուցանիշ) վերլուծությունների արդյունքների հիման վրա՝ օգտագործելով դասական և գործիքային մեթոդներ, ներառյալ Լիպեցկի ջրի համար առաջնահերթ 6 ցուցանիշ (ընդհանուր կարծրություն, երկաթ, մանգան, բոր, ամոնիակ և նիտրատային ազոտ): Օրգանոլեպտիկ վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ապակենտրոնացված աղբյուրներից վերցված խմելու ջրի որակը ամենից հաճախ չի համապատասխանում համի և հոտի ինտենսիվության չափանիշներին՝ համապատասխանաբար 15,13% և 15,97%, ինչպես նաև ջրի գույնի՝ 5,88% և ջրում անընդունելի նստվածքի առկայության՝ 8,4% առումով: Կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ, ընդհանուր առմամբ, Լիպեցկի մարզի բոլոր 18 շրջանների համար առաջնահերթ խմելու ջրի ցուցանիշների միջին կոնցենտրացիաները համապատասխանում են ապակենտրոնացված աղբյուրների սանիտարահիգիենիկ չափանիշներին: Սակայն, որոշ նմուշներում գրանցվել են աղտոտիչների առավելագույն կոնցենտրացիաներ, որոնք մի քանի անգամ գերազանցում են ստանդարտների բազմապատկությունը, ինչը նվազեցնում է խմելու ջրի որակը և դրա օգտագործման անվտանգության մակարդակը՝ ընդհանուր կարծրություն (1,01–1,9 ՍՌԿ), երկաթ (1,06–5,41 ՍՌԿ), մանգան (1,06–1,34 ՍՌԿ), բոր (1,02–3,6 ՍՌԿ), ամոնիում (1,02–2,32 ՍՌԿ) և նիտրատային ազոտ (1,01–1,85 ՍՌԿ): Բնակչության ռիսկի հաշվարկը ցույց է տալիս, որ մոտ 3210 մարդ,

հիմնականում Լիպեցկի մարզի գյուղական բնակիչներ, գտնվում են առողջական խնդիրների ռիսկի տակ՝ անբավարար որակի ջրի օգտագործման պատճառով: Ուսումնասիրության արդյունքների հիման վրա առաջարկություններ են արվել Լիպեցկի մարզում խմելու ջրի անվտանգությունը բարելավելու համար:

T. I. PROZHORINA, A. S. BOEVA, P. A. SUKHANOV

APPROBATION OF THE METHODOLOGY FOR A COMPREHENSIVE
ASSESSMENT OF THE CONDITION SOURCES OF DRINKING WATER
USE BY EXAMPLE LIPETSK REGION

Summary

This study focuses on the validation of a comprehensive geological and environmental diagnostics methodology for assessing the condition of decentralized drinking water sources in order to improve safety and reduce environmental risks to the health of the population in the Lipetsk Region. The monitoring studies covered 63 settlements in 18 municipal districts of the Lipetsk Region. During field expeditions from 2025 to the winter of 2026, 119 water samples were collected from decentralized sources, including wells (39 samples), springs (21 samples), wells (12 samples), and water pumps (47 samples). A comprehensive assessment of the quality of the selected water samples was carried out based on the results of organoleptic (intensity of taste and odor, color, transparency, and presence of sediment) and chemical (12 indicators) analyses using classical and instrumental methods, including 6 indicators that are priority for water in the Lipetsk Region (total hardness, iron, manganese, boron, ammonia, and nitrate nitrogen). Organoleptic analysis showed that most often the quality of drinking water taken from decentralized sources does not meet the standards in terms of taste and odor intensity 15.13% and 15.97%, respectively, as well as in terms of water color (5.88%) and the presence of unacceptable sediment in the water (8.4%). The conducted studies have shown that, in general, for all 18 districts of the Lipetsk Region, the average concentrations of priority drinking water indicators meet the sanitary and hygienic standards for decentralized sources. However, in some samples, maximum concentrations of pollutants were recorded that exceed the multiplicity of standards by several times, reducing the quality of drinking water and the level of safety of its use: total hardness (1.01–1.9 MPC), iron (1.06–5.41 MPC), manganese (1.06–1.34 MPC), boron (1.02–3.6 MPC), ammonium (1.02–2.32 MPC) and nitrate nitrogen (1.01–1.85 MPC). The calculation of the population risk showed that about 3.21 thousand people, mostly rural residents of the Lipetsk Region, are at risk of health problems due to the consumption of water of inadequate quality. Based on the results of the study, recommendations were made to improve the safety of drinking water in the Lipetsk Region.