

## Оригинальное исследование

# ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ СЕРБИИ: УСТРАНЕНИЕ ПРОБЕЛОВ В ЗНАНИЯХ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМИНИРУЮЩИХ ПРОБЛЕМ

Dragana D. Jovanović<sup>1</sup>, Katarina Ž Paunović<sup>2</sup>, Oliver Schmolz<sup>3</sup>, Enkhtsetseg Shinee<sup>3</sup>, Miljan Rančić<sup>1</sup>, Ivana Ristanović-Ponjavić<sup>4</sup>, Группа национальных экспертов\*

<sup>1</sup> Институт общественного здравоохранения Сербии, Белград, Сербия

<sup>2</sup> Институт гигиены и медицинской экологии, медицинский факультет, Белградский университет, Сербия

<sup>3</sup> Европейский центр ВОЗ по окружающей среде и охране здоровья, Бонн, Германия

<sup>4</sup> Институт общественного здравоохранения г. Белграда, Белград, Сербия

\* Группа национальных экспертов: Sanja Bijelović, Katarina Spasović, Snežana Gligorijević, Jelka Ranković, Olivera Janjić

Автор, отвечающий за переписку: Dragana D Jovanović (адрес электронной почты: dragana\_jovanovic@batut.org.rs)

## АННОТАЦИЯ

**Введение:** Доступ к водоснабжению надлежащего качества является одним из фундаментальных прав человека. Однако существует множество проблем, связанных с обеспечением водой посредством малых систем водоснабжения в сельских районах панъевропейского региона, в том числе в Сербии. В 2013 г. Сербия ратифицировала Протокол по проблемам воды и здоровья, разработанный Европейской экономической комиссией ООН и Европейским региональным бюро ВОЗ, и выполнила его основное положение, сформулировав национальные целевые показатели и сроки их реализации.

**Методы:** В 2016 г. в Сербии было организовано национальное исследование МСВ, в том числе в отношении качества питьевой воды и преобладающего санитарного состояния систем, которое проводилось по методологии экспресс-оценки, разработанной Всемирной организацией здравоохранения. Целью исследования было устранение пробелов в знаниях и определение доминирующих проблем, связанных с сельским водоснабжением в Сербии. Всего было изучено 1318 малых систем водоснабжения и взято 1350 проб питьевой воды.

**Результаты:** Треть всех взятых проб воды имела микробиологические загрязнения,

что соотносилось с выявленными санитарными рисками. Из всех изученных систем водоснабжения 29,6% источников водопроводных систем и 40,6% индивидуальных систем требовали мер реагирования на уровне от высокого до очень высокого.

**Выводы:** В данном исследовании показывается необходимость усовершенствования МСВ в сельских районах и освещаются основные проблемы, требующие реагирования посредством улучшения программ воздействия и дальнейшего развития политики по проблемам воды и здоровья.

**Ключевые слова:** КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, ПРОТОКОЛ ПО ПРОБЛЕМАМ ВОДЫ И ЗДОРОВЬЯ, ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА, САНИТАРНЫЕ РИСКИ, МАЛЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

## ВВЕДЕНИЕ

Существует множество проблем, связанных с обеспечением водой посредством малых систем водоснабжения (МСВ) в сельских районах панъевропейского региона (1). Сельские районы в целом

обеспечиваются питьевой водой с помощью МСВ, включающих как централизованные (водопроводные) системы, так и индивидуальные системы подачи воды (2). Доступ к водоснабжению надлежащего качества является одним из фундаментальных прав человека (3), что косвенно признается

в Статье 74 Конституции Республики Сербия (4), гарантирующей право на благоприятную окружающую среду и право на получение своевременной и полной информации о состоянии окружающей среды.

В 2013 г. Сербия ратифицировала Закон об утверждении Протокола по проблемам воды и здоровья в рамках Конвенции 1992 г. по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (далее – Протокол) (5) и выполнила его основное положение, сформулировав национальные целевые показатели и сроки их реализации, согласующиеся с Повесткой дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. в частности, цель 3 («Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте») и цель 6 («Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех») (6).

Участие Сербии в Глобальном анализе и оценке состояния санитарии и питьевого водоснабжения (ГЛААС) в рамках механизма «ООН – Водные ресурсы» и меры по исполнению Протокола позволили инициировать тесное сотрудничество всех заинтересованных секторов для оценки и определения пробелов в знаниях и проблем, связанных с водоснабжением, санитарией и гигиеной. Доклад ГЛААС готовится и выпускается Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) с целью предоставления лицам, принимающим решения на всех уровнях, комплексного и всеобъемлющего анализа политических рамок, институциональных положений, базы людских ресурсов и финансовых потоков в сфере обеспечения питьевой водой, санитарии и гигиены. Данные, полученные в 2013 г. в ходе подготовки доклада ГЛААС по Сербии, указывали на значительные различия в услугах водоснабжения, санитарии и гигиены для городских и сельских районов в связи отсутствием четких планов для поддержания систем сельского водоснабжения, осуществления регулярного надзора, внедрения стратегий подготовки кадров и обеспечения финансирования. В Сербии зафиксированы следующие основные проблемы обеспечения сельских районов питьевой водой: (i) неудовлетворительная реализация национального законодательства в сфере водных ресурсов, включая мероприятия по усовершенствованию и обеспечению устойчивости; (ii) ненадлежащее выполнение мер контроля качества питьевой воды,

включая контроль санитарного состояния систем; (iii) нерешенные проблемы прав собственности на МСВ, приводящие к сбоям в эксплуатации и техническом обслуживании существующих систем; и (iv) неадекватное финансирование (7). По результатам исходного анализа и национальной консультации по проблемам МСВ в рамках Протокола (при поддержке Европейской экономической комиссии ООН и Европейского регионального бюро ВОЗ) были выявлены дополнительные пробелы в знаниях и области, требующие улучшения, а именно: отсутствие информации о точном количестве и покрытии МСВ на национальном уровне; неадекватный охват регулярными мероприятиями по мониторингу качества питьевой воды; неадекватный охват мероприятиями по дезинфекции воды; отсутствие данных о преобладающем санитарном состоянии МСВ и недостаток качественных данных о безопасности питьевой воды (8–10).

Все эти проблемы крайне негативно отражаются на здоровье сельского населения: за 10-летний период было зафиксировано 30 вспышек заболеваний, передающихся через воду, преимущественно обусловленных качеством МСВ (11). Помимо этого они отрицательно влияют на социальное благополучие, качество образования, производство и безопасность пищевых продуктов, предпринимательскую деятельность и на все виды инвестиций в сельские районы.

В Сербии не существует официального определения МСВ; вместо этого используется классификация по типам поселений (т.е. городские и другие). Требование об отчетности по качеству питьевой воды действует для всех систем водоснабжения, обеспечивающих водой более пяти жилищ (11). При этом бытовые и индивидуальные системы подачи воды в Сербии в настоящее время официальному учету не подлежат.

В целях устранения выявленных пробелов в знаниях и консолидированных данных в сфере сельского водоснабжения национальная рабочая группа по реализации Протокола поставила цель организовать и провести ситуационный анализ (исследование) качества питьевой воды и преобладающего санитарного состояния систем сельского водоснабжения.

Анализ проводился в рамках проекта «Экспресс-оценка качества питьевой воды (RADWQ) в сельских районах Сербии» при технической поддержке Европейского центра ВОЗ по окружающей среде и охране здоровья и сети Институтов общественного здравоохранения (ИОЗ) Сербии. Опрос проводился с целью содействия реализации национальных целевых показателей в рамках Протокола, предусматривающих приоритетность мер по усовершенствованию МСВ.

Также целью исследования было устранение пробелов в знаниях и выявление новых проблем, связанных с сельским водоснабжением в Сербии, посредством оценки состояния и функционирования национально репрезентативной выборки МСВ, в том числе качества питьевой воды и преобладающих санитарных условий.

## МЕТОДЫ

### РАСЧЕТ РАЗМЕРА ВЫБОРКИ

В 2016 г. в сельских районах Сербии был проведен национальный опрос, основанный на методологии ВОЗ по экспресс-оценке (12).

Исследовались два вида технологий водоснабжения: (i) водопроводные системы, состоящие из источника и сети подачи воды и обслуживающие более 20 человек (в соответствии с Инструкцией по гигиеническому соответствию качества питьевой воды) (13); и (ii) индивидуальные системы подачи воды, включающие неглубокие колодцы, обустроенные родники, трубчатые колодцы или скважины (с обсадной трубой и без), обеспечивающие питьевой водой менее пяти домохозяйств.

Количество водопроводных и индивидуальных систем подачи воды, включаемых в исследование в каждом районе Сербии, рассчитывалось по методу первичной и вторичной стратификации на основе следующих данных: число домохозяйств в сельских районах (данные переписи населения) (14); доля сельского населения, обслуживаемого выбранными технологиями водоснабжения (15); годовой отчет за 2014 г. о несоответствии МСВ микробиологическим нормам (11); и реестровое количество МСВ в каждом районе (данные местных ИОЗ). Несмотря на отсутствие информации о точном количестве МСВ на национальном уровне, каждый ИОЗ смог предоставить

реестровую информацию, полученную у местной администрации или военного руководства.

Данные о проценте сельского населения, обслуживаемого выбранными технологиями водоснабжения, были почерпнуты из Многоиндикаторного кластерного обследования (15), проведенного в 2014 г.: 78,4% были подключены к водопроводным системам, подводящим воду к жилищам, дворам или участкам, тогда как 11,8% получали питьевую воду из индивидуальных источников (трубчатые колодцы [или скважины], колодцы или родники). Учитывая, что лишь небольшой процент сельского населения Сербии для получения питьевой воды пользовался общественными водоразборными колонками (1,1%), бутилированной водой (0,8%), разными видами проточной воды (0,4%) и другими несертифицированными источниками (0,3%), эти виды водоснабжения в данном исследовании не рассматривались.

С целью определения размера выборки для исследования необходимо было получить пропорцию ( $P$ ) МСВ, поставляющих воду, с микробиологическими показателями выше национальных нормативов. Процент трубопроводных и индивидуальных МСВ с качеством воды, превышающим национальные нормативы, определялся на основе отчета за 2014 г. о несоответствии МСВ микробиологическим нормам (11). Уровень несоответствия микробиологическим нормам варьировался от 1,8% до 84,6% в зависимости от района, с медианой порядка 21%. Учитывая тот факт, что множество не имеющих лицензии водопроводных систем не подвергаются регулярной проверке, показатель несоответствия этой воды микробиологическим нормам может быть оценен на уровне 30%. А поскольку индивидуальные системы подачи воды не подлежат регулированию, качество питьевой воды из этих источников не контролируется на регулярной основе. Проверки проводятся лишь по просьбе владельцев (что случается редко). Большинство точечных источников представляют собой неглубокие колодцы, куда могут попадать различные загрязнения, так как в непосредственной близости от них могут находиться отхожие места, небезопасные септические контейнеры и мусорные свалки, такие источники подвергаются воздействию дождей и тающего снега. С учетом этого для индивидуальных источников воды использовался оценочный показатель микробиологического несоответствия в 60%. В итоге общий  $P$  рассчитывался на основе указанных данных по сельскому

населению, получающему воду из водопроводных и индивидуальных систем, и оценочных показателей микробиологического несоответствия:

$$P = (0,784 \times 0,30) + (0,118 \times 0,60) = 0,3$$

И наконец, размер исследуемой выборки ( $n$ ) был рассчитан на основе следующего уравнения:

$$n = 4P \times (1-P) \times D/e^2,$$

где дизайн-эффект ( $D$ ) установлен на уровне 4, а допустимый уровень точности ( $e$ ) – на уровне 0,05. Таким образом был получен размер выборки – 1344, которая, в свою очередь, была разделена на две выборки в зависимости от процента населения, обслуживаемого различными системами водоснабжения: 1168 для водопроводных систем и 176 для индивидуальных систем. В ходе полевой работы было взято шесть незапланированных проб воды из индивидуальных источников.

Чтобы избежать потенциальной систематической ошибки, обусловленной разницей в размерах систем водоснабжения, крупные водопроводные системы были подразделены на несколько зон. Для этой цели одна зона водопроводного снабжения определялась как система, обслуживающая не более 2500 потребителей при максимальном размере сельского поселения в 10 000 потребителей (т.е. максимум четыре зоны водоснабжения). Поэтому анализ крупных водопроводных систем подразумевал изучение более одной выборки (в зависимости от количества зон водоснабжения); таким образом, всего было взято 1168 проб из 1136 водопроводных систем.

Выбор конкретных водопроводных систем, включенные в исследование, и их распределение по районам осуществлялись пропорциональным взвешиванием (12) на основе реестровых перечней водопроводных систем, полученных в каждом ИОЗ. Отбор индивидуальных систем подачи воды проходил иначе. В отсутствие достоверных реестров систем индивидуального водоснабжения каждый ИОЗ выбрал наиболее репрезентативные индивидуальные системы в различных поселениях и муниципалитетах своего района.

## ПРОБЫ И АНАЛИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Пробы питьевой воды из каждой МСВ были проанализированы на основе одного микробиологического показателя (т.е. содержание кишечной палочки

*Escherichia coli* в 100 мл воды), физико-химических параметров (т.е. содержание аммиака [мг/л], нитратов [мг/л], марганца [мг/л], мышьяка [мг/л], остаточного хлора [мг/л] – только для хлорируемого водоснабжения, а также рН воды) и органолептических параметров (т.е. температура [°C], цвет [платино-кобальтовая шкала], запах [описательно], мутность [нефелометрические единицы мутности] и проводимость [мкСм/см]).

Для водопроводных систем, включавших лишь одну зону снабжения, забор проб воды проводился в месте использования воды, однако для систем, обслуживавших более 2500 пользователей, осуществлялся дополнительный забор проб из источника и/или распределительной сети или резервуара для каждой МСВ. Для индивидуальных систем забор проб проводился из источника воды.

Все процедуры забора проб, включая меры предупреждения заражения от точки забора и процедуры сохранения и транспортировки проб, проводились в соответствии с Инструкцией по забору проб воды и методам лабораторного анализа питьевой воды (16). Тестирование воды осуществлялось в аккредитованных лабораториях 23-х местных ИОЗ в соответствии с национальными стандартами Института стандартизации Сербии и стандартом 17025 Международной организации по стандартизации (17). Только два параметра измерялись на месте: температура и остаточный хлор (только для хлорированного водоснабжения). Результаты лабораторных анализов были сопоставлены с национальными стандартами (13).

## САНИТАРНАЯ ИНСПЕКЦИЯ

По каждой участвовавшей МСВ проводилась санитарная инспекция для оценки преобладающих санитарных рисков. В этих целях полевыми командами применялись стандартизированные формы санитарной инспекции с контрольным списком вопросов, ответы на которые фиксировались на основе визуального наблюдения и интервью с пользователями. Формы санитарной инспекции разрабатывались по шаблонам методологии RADWQ, специально адаптированных к сербскому контексту (12).

Каждая форма содержала 10 вопросов для оценки риска заражения по каждому выбранному виду источника воды (т.е. защищенный родник, скважина с ручным или электрическим насосом, открытый вы-

рытый колодец, вырытый частично крытый колодец с воротом для подъема воды и сооружения для забора поверхностных вод) и распределительной сети. Анкетой охватывались такие вопросы, как наличие ограждений и источников загрязнения в непосредственной близости, технические и конструкторские характеристики/недочеты и практика хлорирования воды. Каждый вопрос был сформулирован таким образом, что ответ «Да» означал наличие потенциальных угроз качеству воды, а ответ «Нет» – отсутствие риска или незначительный риск. Общий показатель санитарных рисков (т.е. количество ответов «Да») указывал на риск микробного загрязнения по каждому виду источника и водоснабжения.

Данные о микробиологическом качестве воды (содержание *E. coli* в 100 мл воды) были объединены с показателями санитарных рисков в матрице «риски – приоритеты» (12). Показатели *E. coli* распределялись по категориям <1, 1–10, 11–100 и >100 на 100 мл, а показатели санитарных рисков – по категориям 0–2, 3–5, 6–8 и 9–10. В этих матрицах системы водоснабжения распределены по четырем уровням риска загрязнения воды (низкий, средний, высокий и очень высокий) (12). На основе этих матриц была сделана оценка уровней приоритетности ответных мер для снижения риска заражения воды по каждой системе водоснабжения.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Непрерывные данные представлены в виде среднего арифметического, минимального и максимального значений, а категориальные данные – в виде абсолютных и относительных величин. Разница в параметрах воды у водопроводных и индивидуальных МСВ анализировалась по критерию хи-квадрат. Данные обрабатывались с использованием статистического пакета для общественных наук (IBM SPSS Statistics software, версия 15.0, Чикаго, Иллинойс, США). Уровень статистической значимости – 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Общие характеристики проанализированных водопроводных и индивидуальных МСВ представлены в таблице 1. Сельские водопроводные системы обслуживали в среднем 500, а индивидуальные – 14 жильцов. Средний срок эксплуатации МСВ обоих

типов – более 35 лет. Лишь 12,4% изученных водопроводных систем эксплуатировались коммунальными службами, являющимися единственными авторизованными юридическими лицами в сфере водоснабжения в Сербии (см. табл. 1).

**ТАБЛИЦА 1. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ВОДОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Параметры	Водопроводные системы	Индивидуальные системы
Обследованные МСВ (n)	1136	182
Потребители (n)		
Среднее значение	500	14
Миним. – макс.	2–9500	1–500
Срок эксплуатации источника / системы водоснабжения (лет)		
Среднее значение	35,5	38,8
Миним. – макс.	<1–144	<1–178
Собственник системы водоснабжения (n (%))		
Коммунальная служба	141 (12,4)	0 (0,0)
Местное сообщество	280 (24,6)	0 (0,0)
Муниципалитет	9 (0,8)	0 (0,0)
Группа жильцов	528 (46,5)	0 (0,0)
Частное лицо	71 (6,3)	182 (100,0)
Другое	107 (9,4)	0 (0,0)
Миним.: минимальное значение; макс.: максимальное значение.		

Микробиологическое, физико-химическое и общее соответствие нормативам качества питьевой воды для водопроводных и индивидуальных систем отображены в таблице 2. Микробиологические и физико-химические показатели сходны для обоих видов систем. Около трети проб воды из обеих систем не соответствовали допустимым национальным нормам содержания кишечной палочки (*E. coli*). Более 90% исследованных проб воды соответствовало национальным нормам по всем физическим и химическим показателям, за исключением проводимости и цвета. Пробы воды из индивидуальных систем показали значительно более низкие уровни соот-

ветствия по степени прозрачности, проводимости и содержания нитратов и марганца по сравнению с водопроводными системами. Общее физико-химическое соответствие и общее соответствие были значительно ниже для индивидуальных систем (28,6% и 16,5% соответственно), чем для водопроводных систем (55,6% и 36,9% соответственно) (см. табл. 2).

**ТАБЛИЦА 2. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ СООТВЕТСТВИЕ ПРОБ ВОДЫ ИЗ ВОДОПРОВОДНЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Параметры	Водопровод <sup>а</sup>	Индивид. система <sup>а</sup>	P-значение
<i>E. coli</i> (подсчет/100 мл)	781 (66,9)	124 (68,1)	0,799
Остаточный хлор (мг/л)	539 (99,4)	80 (100,0)	0,581
Цвет (пл.-коб. шкала)	1043 (89,3)	155 (85,2)	0,101
Запах (описательно)	1140 (97,6)	180 (98,9)	0,269
Мутность (НЕМ)	1104 (94,5)	164 (90,1)	0,020
Проводимость (мкСм/см)	1043 (89,3)	137 (75,3)	<0,001
pH	1110 (95,0)	172 (94,5)	0,762
Аммиак (мг/л)	1095 (93,8)	165 (90,7)	0,120
Мышьяк (мг/л)	1081 (92,6)	175 (96,2)	0,075
Марганец (мг/л)	1099 (94,1)	163 (89,6)	0,021
Нитраты (мг/л)	1093 (93,6)	144 (79,1)	<0,001
Общее физико-химическое соответствие <sup>б</sup>	649 (55,6)	52 (28,6%)	<0,001
Общее соответствие <sup>с</sup>	431 (36,9)	30 (16,5)	<0,001

Пл.-коб.: платино-кобальтовая.

НЕМ: нефелометрические единицы мутности.

<sup>а</sup> Количество (%).

<sup>б</sup> Общее физико-химическое соответствие определяется как соответствие проб воды всем исследованным физическим и химическим нормативам (pH, содержание аммиака, мышьяка, нитратов, марганца и остаточного хлора; цвет, запах, мутность и проводимость).

<sup>с</sup> Общее соответствие определяется как соответствие проб воды всем исследованным физическим, химическим и микробиологическим нормативам (остаточный хлор, pH, аммиак, нитраты, марганец, мышьяк, цвет, запах, мутность, проводимость и *E. coli*).

Результаты санитарной инспекции для наиболее типичных источников водопроводных и индивидуальных систем, а также для распределительной сети, показаны в таблице 3. Для обеих систем были выявлены схожие риски загрязнения, такие как отсутствие заградений у родников, доступ животных к источнику (ближе 10 метров) и неудовлетворительное техническое состояние.

Преобладающими факторами риска для скважин с электронасосом, снабжающих водой трубопроводные и индивидуальные системы, были наличие источников загрязнения в непосредственной близости от скважины или насоса (например, отхожие места, сточные трубы, домашний скот, дороги), доступ животных к скважине и неисправные дренажные канавы (см. табл. 3). Преобладающими факторами санитарного риска для распределительных сетей (только для водопроводных систем) были отсутствие хлорирования питьевой воды (72,8%), обслуживание неквалифицированным персоналом (66,1%) и использование двойной системы водоснабжения (т.е. подключение к водопроводной МСВ и индивидуальному обеспечению; 57,9%) (см. табл. 3).

Сравнительные матрицы «риски – приоритеты» для водопроводных систем (источников и сетей) и индивидуальных систем приведены в таблицах 4–6. Анализ показал, что 29,6% источников водопроводных систем, 32,2% распределительных сетей и 40,6% индивидуальных систем требовали мер реагирования на уровне от высокого до очень высокого. Разница в пропорциях категорий риска для водопроводных и индивидуальных систем была значимой ( $P = 0,020$ ).

**ТАБЛИЦА 3. ПРЕОБЛАДАЮЩИЕ САНИТАРНЫЕ РИСКИ ВОДОПРОВОДНЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПО ВИДУ ИСТОЧНИКА И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Вид источника	Фактор санитарного риска	Водопроводные системы <sup>а</sup>	Индивидуальные системы <sup>а</sup>
Защищенный источник	Неогороженный участок вокруг родника	571 (73,2)	23 (88,5)
	Доступ животных к источнику родника (ближе 10 метров)	483 (61,9)	17 (65,4)
	Дренажная канава над родником отсутствует или не функционирует	491 (62,9)	18 (69,2)
Скважина с электронасосом	Наличие отхожего места или сточной трубы в пределах 100 метров от насоса	135 (60,5)	35 (72,9)
	Наличие другого источника загрязнения в пределах 50 метров от скважины (домашний скот, обрабатываемые поля, дорога, промышленное предприятие)	142 (63,7)	28 (58,3)
	Дренажный канал отсутствует или имеет трещины, разрушен или нуждается в очистке	121 (54,3)	31 (64,6)
Распределительная сеть	Питьевая вода не хлорируется	827 (72,8)	НП
	Водопроводная система эксплуатируется неквалифицированным персоналом (не имеющим официального образования в сфере управления водоснабжением)	751 (66,1)	НП
	Использование домохозяйствами двойной системы водоснабжения (параллельное подключение к водопроводной и индивидуальной системе)	658 (57,9)	НП

НП: не применимо.  
<sup>а</sup> Количество (%) положительных ответов, т.е. ответов «Да».

**ТАБЛИЦА 4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ МАТРИЦА «РИСКИ – ПРИОРИТЕТЫ» ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ВОДОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ<sup>а</sup>**

Подсчет <i>E. coli</i> (КОЕ/100 мл)	Показатель санитарной инспекции				Всего
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	332 (28,4)	343 (29,4)	99 (8,5)	7 (0,6)	781 (66,9)
1–10	60 (5,1)	88 (7,5)	33 (2,8)	9 (0,8)	190 (16,3)
11–100	44 (3,8)	62 (5,3)	33 (2,8)	13 (1,1)	152 (13,0)
>100	17 (1,5)	21 (1,8)	6 (0,5)	1 (0,1)	45 (3,8)
Всего	453 (38,8)	514 (44,0)	171 (14,6)	30 (2,6)	1168 (100,0)

Уровень риска	Низкий: меры не требуются	Средний: низкий приоритет мер	Высокий: высокий приоритет мер	Очень высокий: требуются срочные меры
Всего	332 (28,4)	491 (42,0)	271 (23,2)	74 (6,4)

<sup>а</sup> Количество (%).

**ТАБЛИЦА 5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ МАТРИЦА «РИСКИ – ПРИОРИТЕТЫ» ДЛЯ СЕТЕЙ ВОДОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ<sup>а</sup>**

Подсчет <i>E. coli</i> (КОЕ/100 мл)	Показатель санитарной инспекции				Всего
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	258 (22,1)	407 (34,8)	98 (8,4)	18 (1,5)	781 (66,9)
1–10	19 (1,6)	108 (9,2)	49 (4,2)	14 (1,2)	190 (16,3)
11–100	25 (2,1)	70 (6,0)	47 (4,0)	10 (0,9)	152 (13,0)
>100	7 (0,6)	27 (2,3)	9 (0,8)	2 (0,2)	45 (3,8)
Всего	309 (26,4)	612 (52,4)	203 (17,4)	44 (3,8)	1168 (100,0)
Уровень риска	Низкий: меры не требуются	Средний: низкий приоритет мер	Высокий: высокий приоритет мер	Очень высокий: требуются срочные меры	
Всего	258 (22,1)	534 (45,7)	289 (24,7)	87 (7,5)	

<sup>а</sup> Количество (%).

**ТАБЛИЦА 6. СРАВНИТЕЛЬНАЯ МАТРИЦА «РИСКИ – ПРИОРИТЕТЫ» ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ<sup>а</sup>**

Подсчет <i>E. coli</i> (КОЕ/100 мл)	Показатель санитарной инспекции				Всего
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	42 (23,1)	52 (28,6)	29 (15,9)	1 (0,5)	124 (68,1)
1–10	6 (3,3)	8 (4,4)	9 (4,9)	0 (0,0)	23 (12,6)
11–100	8 (4,4)	10 (5,5)	5 (2,7)	1 (0,5)	24 (13,2)
>100	2 (1,1)	6 (3,3)	3 (1,6)	0 (0,0)	11 (6,1)
Всего	58 (31,9)	76 (41,7)	46 (25,3)	2 (1,1)	182 (100,0)
Уровень риска	Низкий: меры не требуются	Средний: низкий приоритет мер	Высокий: высокий приоритет мер	Очень высокий: требуются срочные меры	
Всего	42 (23,1)	66 (36,3)	61 (33,5)	13 (7,1)	

<sup>а</sup> Количество (%).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Впервые в Сербии была проведена систематическая оценка состояния МСВ, основанная на методологии ВОЗ RADWQ. По данным переписи населения, 40,1% всего населения Сербии проживает в сельских районах (14). На момент исследования (данные не указаны) изученные МСВ снабжали водой более

439 000 граждан, обеспечивая охват порядка 15% сельского населения страны.

Исследование продемонстрировало как сходные, так и различные показатели для водопроводных и индивидуальных систем. Во-первых, обе системы имели сходные санитарные характеристики и риски загрязнения питьевой воды. Преобладающими про-



блемами для типичных источников как водопроводной, так и индивидуально получаемой воды были наличие в непосредственной близости источников загрязнения и неудовлетворительное техническое состояние. Помимо этого водопроводные сети требовали ремонта, плохо дезинфицировались и обслуживались. Эти результаты позволяют предположить, что в будущем для ремонта или поддержания в рабочем состоянии водопроводных и индивидуальных систем потребуются различные технические меры и объемы финансовых вложений (1).

Во-вторых, сходным было микробиологическое качество питьевой воды в водопроводных и индивидуальных системах. Индикатор фекального загрязнения, *E. coli*, был обнаружен в 33,1% проб из водопроводных систем и 31,9% проб из индивидуальных систем, что свидетельствовало о заражении этой воды экскрементами человека или животных и о возможном присутствии в питьевой воде патогенных организмов (18). Тем не менее исследование химического качества воды из водопроводных и индивидуальных систем показало значительные различия: физико-химическое и общее соответствие национальным нормативам было значительно ниже для индивидуальных систем по сравнению с водопроводными.

Это приводит нас к основной проблеме МСВ в Сербии: проблеме технического обслуживания и прав собственности. Исследование показало, что лишь 12,4% водопроводных систем регулируются коммунальными службами, тогда как 87,6% обслуживаются неавторизованными сельскими поставщиками, не являющимися юридическими лицами (19). При этом такие мероприятия, как организация регулярного мониторинга качества питьевой воды и санитарного надзора, внедрение национального законодательства по вопросам качества питьевой воды, предоставление устойчивого финансирования и инвестирование в улучшение качества, возможны лишь при регулировании МСВ юридическими лицами, т.е. коммунальными службами. Это предположение подтверждается дополнительным анализом; например, из всех проб, не соответствовавших национальным нормативам по *E. Coli* (данные не указаны), пробы из водопроводных систем в ведении коммунальных служб составили лишь 3,1%.

Новшество применявшейся методологии заключается в использовании матриц «риски – приоритеты»

для определения уровней срочности ответных мер по конкретным МСВ в целях снижения показателей загрязнения и рисков для здоровья (12). Более 60% систем водообеспечения имели риск заражения от низкого до среднего. Однако 29,6% изученных водопроводных систем и 40,6% индивидуальных систем требовали мер реагирования на уровне от высокого до очень высокого. Распределение сельских систем водоснабжения по уровням срочности реагирования позволит местному руководству составить список приоритетных задач для повышения качества воды, оценки необходимых инвестиций и внедрения ответных мер для разрешения выявленных проблем.

Другое исследование, проведенное по методологии RADWQ в сельской местности двух районов Грузии (20), продемонстрировало сходные показатели качества воды и санитарные характеристики: недостаток мер дезинфекции и санитарно-защитных зон. Сравнительные матрицы «риски – приоритеты» для двух районов Грузии показали, что 24–40% систем водоснабжения находились в высокой и очень высокой категориях риска (20).

Однако результаты настоящего исследования трудно сопоставить с предыдущими официальными докладами по качеству воды в сельских МСВ. Контроль качества питьевой воды в сельских районах является неотъемлемой частью национальной программы по предупреждению инфекционных заболеваний (21), и эта работа проводится ИОЗ и санитарной инспекцией под руководством Министерства здравоохранения (22). По результатам настоящего исследования микробиологическое несоответствие протестированной питьевой воды национальным нормативам было на 10% выше, чем это показали результаты регулярного мониторинга качества воды в Сербии (11). Это расхождение можно объяснить применением разных методологий. В данном исследовании, за счет случайного отбора, множество сельских МСВ были проинспектированы впервые (12), тогда как охват национальной программы ограничен МСВ, по которым подписан контракт с местным ИОЗ, из-за чего небольшие или удаленные системы водоснабжения могли не попасть в программу мониторинга (11).

## ТРУДНОСТИ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ХОДЕ ПОЛЕВОЙ РАБОТЫ

Полевые команды, проводившие исследование, с самого начала столкнулись с рядом трудностей,

в частности, с отсутствием информации о количестве водопроводных и индивидуальных систем и их точном местоположении. В большинстве случаев специалисты не могли полагаться на данные, содержащиеся в докладах для местных ИОЗ, и вместо этого получали информацию у местного руководства и сообществ. Кроме того, во время проведения исследования оказалось, что некоторые МСВ были повреждены наводнениями или последующими оползнями, произошедшими в 2014 г. Также, к сожалению, команды не получили достаточной поддержки от представителей местных сообществ, что, вероятнее всего, было вызвано их опасениями попасть под санкции при выявлении несоответствия качества воды национальным нормативам.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ДАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Насколько известно авторам, это первое систематическое исследование индивидуальных МСВ, охватывающее все сельские районы Сербии. Впервые сельское население получило возможность получить информацию о качестве питьевой воды в их домах, что может послужить основой для дальнейших программ просвещения по вопросам гигиены и санитарии. Пользователи трубопроводных МСВ были проинформированы об их праве сделать запрос о передаче этих систем в управление местных сообществ, что предусматривается национальным законодательством (19). И наконец, важную роль для проведения исследования малых систем водоснабжения на национальном уровне сыграло наличие хорошо развитой сети ИОЗ. Благодаря участию в исследовании ИОЗ смогли получить систематическую исходную информацию о состоянии МСВ, находящихся в их ведении, привлечь внимание к проблемам МСВ и инициировать ответные меры на местах для их усовершенствования.

## ВЫВОДЫ

Результаты исследования являются серьезным обоснованием для внедрения мер по улучшению сельских МСВ; исследование позволило определить как проблемы, требующие специальных программ реагирования, так и направления для развития национальной политики и подзаконных актов в сфере водоснабжения и охраны здоровья. Основные проблемы, выявленные в ходе исследования, связаны

с ненадлежащей эксплуатацией и техническим обслуживанием МСВ, отсутствием квалифицированного персонала для обеспечения безопасного функционирования МСВ и отсутствием мер по дезинфекции воды, что в комплексе приводит к значительному ухудшению качества воды (в частности, из-за микробиологического загрязнения) и повышает риски для здоровья сельского населения.

Основная мера реагирования для улучшения ситуации по МСВ связана с принятием планов обеспечения безопасности воды (ПОБВ) (23), реализация которых, как показывает опыт, позволяет улучшить процессы управления системами водоснабжения и обеспечить защиту здоровья населения. В этой связи следующим важным шагом должно стать создание правовых рамок для внедрения ПОБВ в купе с практическими пилотными мероприятиями, укреплением потенциала местных специалистов и сотрудников ИОЗ, отвечающих за осуществление ПОБВ, и развитие национальной системы мер поддержки краткосрочных и долгосрочных действий по реализации ПОБВ.

Также необходимо разработать национальные и местные планы действий по усовершенствованию МСВ в сельских районах, включая положения о защите источников воды, технических улучшениях, дезинфекции воды, регулярном мониторинге и санитарной инспекции качества воды авторизованными руководящими органами здравоохранения и повышении осведомленности о проблеме среди местного населения и компетентных руководящих структур. Для получения систематического обзора данных о сельском водоснабжении и эффективной реализации мер воздействия необходимо подготовить национальный реестр существующих МСВ.

**Выражение признательности:** авторы благодарят все полевые команды и координаторов сети Институтов сети общественного здравоохранения Сербии. Настоящий материал посвящается покойному д-ру Dragan Ilić директору Института общественного здравоохранения Сербии, чья неоценимая поддержка и энтузиазм вдохновляли авторов на проведение активной работы.

**Источники финансирования:** исследование финансировалось Европейским региональным бюро ВОЗ и из средств Счета развития

Организации Объединенных Наций в рамках Двухгодичного соглашения о сотрудничестве между Министерством здравоохранения Сербии и Европейским региональным бюро ВОЗ.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Ограничение ответственности:** авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- Rickert B, Barrenberg E, Schmoll O, редакторы. Принятие мер на уровне политики для улучшения работы маломасштабных систем водоснабжения и санитарии: инструменты политики и передовая практика в Европе. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2016.
- Rickert B, Samwel M, Shinee E, Kozisek F, Schmoll O, редакторы. Состояние маломасштабных систем водоснабжения в Европейском регионе ВОЗ. Результаты опросного исследования, проведенного в рамках Протокола по проблемам воды и здоровья. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2016.
- Constitution of the Republic of Serbia. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 98/2006 (на сербском языке).
- Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций. Право человека на воду и санитарии: резолюция/ принята Генеральной Ассамблеей 3 августа 2010 г., A/RES/64/292 (<http://www.refworld.org/docid/4cc926b02.html>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
- Law on the Confirmation of the Protocol on Water and Health to the 1992 Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes and the Amendments on Articles 25 and 26 of the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Official Gazette of the Republic of Serbia No.01/2013 (на сербском языке).
- Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, 21 октября 2015 г., A/RES/70/1 (<http://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
- Всемирная организация здравоохранения. Инвестирование в водоснабжение и санитарии: расширение доступа, уменьшение неравенства. Глобальный анализ и оценка состояния санитарии и питьевого водоснабжения в рамках Механизма «ООН – Водные ресурсы» (ГЛААС) 2014. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2014 ([http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/glaas/2014/glaas\\_report\\_2014/ru/](http://www.who.int/water_sanitation_health/glaas/2014/glaas_report_2014/ru/), по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
- Jovanovic D, Veljkovic N, editors. Implementation of the Protocol on Water and Health in the Republic of Serbia – baseline analysis. Belgrade: Ministry of Health of the Republic of Serbia; 2014 (<http://www.zdravlje.gov.rs/downloads/2014/Decembar/Decembar2014ProtokolovodizdravljuAnalizastanja.pdf>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.; на сербском языке).
- Jovanovic D, Veljkovic N, Jovanovic L, Savic A, Stanojevic D. Implementation of the Protocol on Water and Health in the Republic of Serbia – situation analysis. Water and Sanitary Technology. 2015;2:5–10.
- UN Economic Commission for Europe, WHO Regional Office for Europe. Collection of good practices and lessons learnt on target setting and reporting under the Protocol on Water and Health. New York and Geneva: UN Economic Commission for Europe; 2016.
- Report on the implementation of the Programme for the Protection of Population from Communicable Diseases for Hygiene in 2014. Belgrade: Institute of Public Health of Serbia “Dr Milan Jovanović Batut”; 2015 (на сербском языке).
- Rapid assessment of drinking-water quality: a handbook for implementation. Geneva: World Health Organization; 2012.
- Rulebook on hygienic correctness of drinking-water quality. Official Journal SRJ, No. 42/1998 (на сербском языке).
- 2011 Census of Population, Households and Dwellings in the Republic of Serbia. Population. Households according to the number of members. Data by settlements. Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia; 2013.
- Water and sanitation. In: 2014 Serbia Multiple Indicator Cluster Survey and 2014 Serbia Roma Settlements Multiple Indicator Cluster Survey, Key Findings. Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia and UNICEF; 2014.
- Rulebook on sampling methods and methods for drinking-water laboratory analysis. Official Journal SFRJ No. 33/87 (на сербском языке).
- General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (EN ISO/IEC 17025:2005). Belgrade: Institute for Standardization of Serbia; 2006 (на сербском языке).
- Guidelines for Drinking-Water Quality, 4th edition. Geneva: World Health Organization; 2011.

19. Law on Public Utilities. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 88/2011 (на сербском языке).
20. Gabriadze N, Juruli M, Rickert B, Schmoll O, Shinee E, Aertgeerts R et al. Situation assessment of small-scale water supply systems in the Dusheti and Marneuli districts of Georgia. Dessau, Germany: Umweltbundesamt; 2012 (<https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/kleine-wasserversorgungen-in-georgien-0>, по состоянию на 16 сентября 2016 г.).
21. Regulation on the Programme of the Protection of the Population against Communicable Diseases. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 05/2016 (на сербском языке).
22. Law on Public Health. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 15/2016 (на сербском языке).
23. План обеспечения безопасности воды: практическое руководство по повышению безопасности питьевой воды в небольших местных общинах. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2014.