

УДК 628.1.033

А. Б. Невзорова, О. К. Новикова

Белорусский государственный университет транспорта

**ОБСЛЕДОВАНИЕ КОММУНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
В МОСТОВСКОМ РАЙОНЕ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье проанализировано текущее состояние системы водоснабжения на основании официальных результатов мониторинга качества питьевой воды коммунальных водопроводов Мостовского района за 2017–2018 гг. Определены средние и экстремальные концентрации показателей качества воды в контролируемых точках. Установлено, что минимальные и максимальные значения имеют незначительные отклонения от средних, что характеризует незначительный размах выборки и постоянство качественного состава. Выявлено, что из 27 сельских населенных пунктов, оборудованных подземными водозаборами без станции водоподготовки, в десяти – концентрации железа в контролируемых точках (скважина, водонапорная башня, сеть) не превышают нормативное значение, однако в семнадцати – превышают нормативное значение в 2,7–7,0 раза. На основании оценки содержания железа в питьевой воде, численности жителей населенного пункта, пользующихся услугами водоснабжения, и возможных перспектив их увеличения приведены рекомендации по установке станций обезжелезивания. Считаем, что предложенная опытная методика по обследованию систем водоснабжения Мостовского района может быть распространена и на другие сельские регионы Республики Беларусь. Такие обследования позволят выработать стратегическую концепцию по совершенствованию управления водными ресурсами в масштабе территориальной единицы.

Ключевые слова: обследование, сельские населенные пункты, качество воды, обезжелезивание, система питьевого водоснабжения.

A. B. Neuzorava, O. K. Novikova

Belarusian State University of Transport

**SURVEY OF THE MUNICIPAL WATER SUPPLY SYSTEM
IN MOSTOVSKY DISTRICT OF GRODNO REGION**

The article analyzes the current state of the water supply system and based of the official results of monitoring the quality of drinking water in the Mostovsky district municipal water supply systems for 2017–2018. The average and extreme concentrations of water quality indicators in the controlled points are determined. It was established that the minimum and maximum values have minor deviations from the average, which characterizes the small sample size and the constancy of the qualitative composition. It was revealed that out of 27 rural localities equipped with under-ground water intakes without a water treatment station, in 10 rural localities concentrations of iron in controlled points (well, water tower, network) do not exceed the standard value, but in 17 rural localities exceed the standard value from 2,7 to 7,0 times. Based on the assessment of the iron content in drinking water, the number of residents of the locality who use water supply services, and the possible prospects for their increase, recommendations for the installation of de-Ironing stations are given. We believe that the proposed experimental methodology for examining the water supply systems of the Mostovsky district can be extended to other rural regions of the Republic of Belarus. Such surveys will make it possible to develop a strategic concept for improving water resources management on a territorial unit scale.

Key words: survey, rural localities, water quality, de-ironing, drinking water supply system.

Введение. Системы водоснабжения городов Республики Беларусь всегда выгодно отличались лучшим качеством и быстрым развитием в отличие от систем водоснабжения поселков в сельской местности, которые находятся друг от друга на большом расстоянии. Их строительство, а затем и обслуживание требовали более существенных финансовых вложений по сравнению с системами селитебных территорий [1]. Вместе с тем качество питьевой воды в сельской местности не всегда достигает нормативных показателей [2].

Однако в последнее десятилетие ситуация в секторе водоснабжения и санитарии в результате проделанной работы в Республике Беларусь значительно улучшилась. Так, показатель обеспеченности потребителей водоснабжением питьевого качества составил 90,5%. Это значит, что почти 2,5 млн потребителей обеспечены качественной питьевой водой. Также введены 268 объектов водопроводно-канализационного хозяйства, в том числе 47 водозаборов, 54 станции обезжелезивания

воды и достигнуты следующие показатели: обеспеченность централизованными системами водоснабжения городского населения – 99,2%, сельского населения – 62,5% (в том числе населения агрогородков (аг.) – 84,2%). В то же время более 3500 населенных пунктов (это около 900 тыс. человек) не обеспечены водой надлежащего качества (имеет повышенные показатели железа) [3].

На государственном уровне гарантии обеспечения граждан качественной питьевой водой, надежности и безопасности питьевого водоснабжения установлены Законом «О питьевом водоснабжении». В новой редакции Закона заложены три основных принципа: 1 – первоочередное обеспечение питьевой водой населения и объектов социального назначения; 2 – доступное и бесперебойное водоснабжение; 3 – преимущественное использование подземных источников и централизованных систем питьевого водоснабжения.

Главный инструмент реализации этой политики – подпрограмма «Чистая вода» госпрограммы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 гг. и шестая цель устойчивого развития «Чистая вода и санитария» из системы глобальных показателей достижения целей Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Беларуси до 2030 года (НСУР-2030) [4, 5]. Основная ее цель – обеспечить население питьевой водой нормативного качества. Реализацию этой задачи планируется осуществить посредством строительства порядка 500 станций обезжелезивания воды по всей Беларуси.

Одной из последних тенденций в мире является стратегия, направленная на повышение осведомленности широких слоев сельского общества по проблемам воды и здоровья, а также информированность представителей местных органов власти об устойчивых практиках водоснабжения и водоотведения [6], в том числе и обучение составлению Планов обеспечения безопасного водоснабжения и водоотведения (ПОБВВ). Эта работа проводится в рамках инициативы Всемирной организации здравоохранения, которая выпустила руководство по качеству питьевой воды (GDWQ), где приведены Рекомендации, выполнение которых обеспечивает оценку риска для здоровья, который представляют микроорганизмы, химические вещества и радионуклиды, присутствующие в питьевой воде [7].

Рекомендуемые нормативные значения для отдельных составляющих воды не являются обязательными ограничениями – они предназначены для использования при разработке стратегий управления рисками, включая национальные

или региональные стандарты, разработанные в контексте местных или национальных экологических, социальных, экономических и культурных условий. Такие стратегии, если они будут надлежащим образом реализованы, обеспечат безопасность питьевого водоснабжения путем исключения или снижения до приемлемой концентрации компонентов воды, которые, как известно, опасны для здоровья [2, 7].

Для того чтобы расширить практику по усилению роли местных органов власти в развитии прозрачного и основанного на всеобщем участии устойчивого управления водными ресурсами, необходимо детальное понимание сложившихся реалий текущей ситуации на местах. Так, в рамках международного технического сотрудничества впервые для Республики Беларусь планируется выполнить пилотный проект по разработке ПОБВВ в Мостовском районе, что является новым инструментом для Беларуси [8, 9]. Для этого предварительно было проведено обследование системы водоснабжения с участием независимых экспертов [10].

Цель обследования состояла в том, чтобы получить достоверную информацию: а) о состоянии питьевого водоснабжения в сельских населенных пунктах; б) об источниках воды, проверенных на повышенное содержание железа и нитратов; в) о деталях существующей системы безопасного питьевого водоснабжения в населенных пунктах Мостовского района Гродненской области.

Методология выполнения работы. Мостовский район расположен в западной части Гродненской области (53°24' с. ш. и 24°32' в. д.) в границах Верхненеманской низменности и занимает площадь 1342 км². Рельеф – равнинный, общий наклон с юга на север к долине реки Неман. Преобладает высота (80%) 120 м над уровнем моря. Самая высокая точка – 167 м (2 км на юг от деревни Большая Rogoznica). Протекают реки Неман с притоками Щара, Зельвянка, Рось, Ельня. Средняя температура января – минус 5,1°С, июля – плюс 18°С. За год выпадает 540 мм осадков. По территории района протекают реки Неман с притоками Щара, Зельвянка, Рось, Ельня.

Население Мостовского района составляет 27 739 человек, из них 11 964 человек проживают в сельской местности (43,1%). Центр района находится в городе Мосты. Район включает в себя 154 сельских населенных пункта, 13 сельских Советов [11].

Одной из наиболее важных и значимых проблем как для Республики Беларусь, так и для Мостовского района является качество воды, использование водных ресурсов и водоот-

ведение. Для обеспечения питьевой водой организаций и населения района используются 39 коммунальных хозяйственно-питьевых водопроводов, из них 29 – Мостовского РУП ЖКХ, 10 – ведомственных [12].

Для хозяйственно-питьевых нужд в Мостовском районе используются подземные воды. В районе действует система централизованного и нецентрализованного водоснабжения (колодцы). Проблема качества питьевых вод на территории района обусловлена двумя факторами, во-первых, природными литогеохимическими особенностями покровных отложений, в которых формируются водоносные горизонты, во-вторых, техногенным загрязнением этих горизонтов. Природными причинами вызвана повышенная концентрация в подземных водах железа. Природные причины неудовлетворительного качества питьевых вод характерны преимущественно для источников централизованного водоснабжения. Источники нецентрализованного водоснабжения, использующие первый от поверхности подземный водоносный горизонт, в большей мере подвержены техногенному загрязнению [13].

Инструментарий базового исследования.

Для проведения базового исследования экспертами были выбраны следующие инструменты по мониторингу качества воды системы водоснабжения:

- натурное обследование систем водоснабжения;

- оценка результатов мониторинга водных ресурсов, основанная на обработке данных протоколов исследований показателей качества питьевой воды химико-бактериологической лабораторией Мостовского РУП ЖКХ за 2017–2018 гг. методами математической статистики и анализа;

- социальная и экономическая оценка влияния процесса строительства станций обезжелезивания в населенных пунктах района на обеспеченность жителей чистой водой.

Основная часть. В Мостовском районе из 154 населенных пунктов только 34 имеют централизованную систему водоснабжения. Подача воды предусматривается населению на хозяйственно-питьевые нужды, полив приусадебных участков и пожаротушение.

Система водоснабжения включает скважинный водозабор, оборудованный насосами, станции обезжелезивания (в четырех населенных пунктах), водонапорную башню, водопроводные сети, водоразборные колонки и пожарные гидранты на сети.

В данные услуги входит подъем воды из водоносного горизонта (37 артезианских скважин),

ее обработка (5 станций обезжелезивания воды), транспортировка к потребителям (145,8 км водопроводных сетей). По данным за 2018 г. подъем воды насосными станциями первого подъема в районе составил 360,2 тыс. м³. Абонентам подано 317,9 тыс. м³, из них 96,8 тыс. м³ (30%) – после водоподготовки.

Обобщенная структура водопотребления изображена на рис. 1.

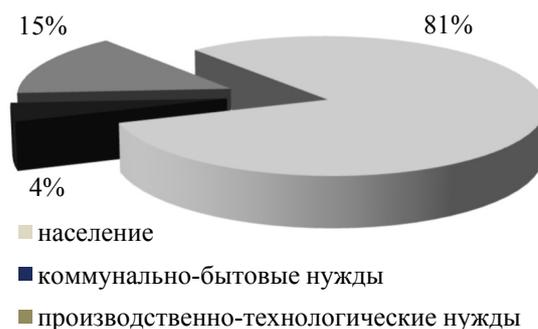


Рис. 1. Структура водопотребления в населенных пунктах Мостовского района

По Мостовскому району обеспечивается питьевой водой с подключением к системе централизованного водоснабжения 24,3 тыс. человек (84,0% населения), в т. ч. в городе Мосты 15,6 тыс. человек (98,6% населения). Обеспеченность потребителей водой питьевого качества (соответствует санитарным нормам и правилам) составляет 74,5%. 3352 человека пользуются услугой централизованного водоснабжения ненадлежащего качества (превышение ПДК по показателю «железо»).

Система водоснабжения Мостовского района включает 48 артезианских скважин, в том числе:

- 1) находится в эксплуатации – 36;
- 2) затампонированных – 1 (аг. Дубно);
- 3) законсервированных – 10 (в т. ч. 6 – требуется тампонаж);
 - 36 насосных станций 1-го подъема;
 - 4 станции обезжелезивания контейнерного типа в малых населенных пунктах:
- 4) аг. Лунно – станции производительностью 500 м³/сут;
- 5) аг. Рогозница – 288 м³/сут;
- 6) аг. Б. Озерки – 500 м³/сут;
- 7) аг. Глядовичи – 576 м³/сут;
- 37 водонапорных башен (32 – работают, 5 – не действуют в аг. Мосты Правые, Б. Рогозница, Куриловичи, Пески, д. Неман);
 - 10 уличных водоразборов (колонок): по 2 шт. в аг. Милевичи Пацевичи, Зарудава; по 1 шт. в д. Дубляны, Заполье, Сухиничи, Сорочицы;
 - 94 пожарных гидранта.

Общая протяженность водопроводных сетей в районе составляет 102,96 км, из них – водоводов – 4,18 км, уличной водопроводной сети – 98,78 км. Однако представленные данные по длительности эксплуатации участков сетей водоснабжения (рис. 2) не позволяют в полной мере оценить количественную эксплуатационную надежность и износ, т. к. для этого требуются дополнительные сведения по параметрам работы сетей. В то же время диаграмма наглядно показывает, что 60% сетей были построены до 2000 г., в основном из чугунных и металлических труб.



Рис. 2. Структура водопроводных сетей в населенных пунктах Мостовского района по продолжительности эксплуатации

На основании анализа официальных результатов мониторинга качества питьевой воды коммунальных водопроводов Мостовского района за 2017–2018 гг. определены средние и

экстремальные концентрации показателей качества в контролируемых точках (скважина, водонапорная башня, сеть). Минимальные и максимальные значения имеют незначительные отклонения от средних, что характеризует незначительный размах выборки и постоянство качественного состава.

В населенных пунктах Большие Озерки, Большая Rogoznica, Лунно, Глядовичи, имеющих станции обезжелезивания, показатели качества питьевой воды соответствуют нормативным значениям. Как видим из табл. 1, содержание железа после станции обезжелезивания и в распределительной сети не превышает нормативное значение ($0,3 \text{ мг/дм}^3$) [14].

На основании анализа данных результатов мониторинга качества питьевой воды коммунальных водопроводов Мостовского района за 2017–2018 гг. установлено:

– в 10 населенных пунктах, оборудованных подземными водозаборами без станции водоподготовки (аг. Мосты Правые, аг. Куриловичи, аг. Пацевичи, аг. Струбница, аг. Кульшичи, аг. Зарудавье, д. Радевичи, д. Пилки, д. Дубляны, д. Сухиничи) концентрация железа в контролируемых точках (скважина, водонапорная башня, сеть) находятся в пределах ($0,19 \pm 0,09$) мг/дм^3 ;

– в 17 населенных пунктах, оборудованных подземными водозаборами без станции водоподготовки (табл. 2), концентрации железа в контролируемых точках превышают нормативное значение в 2,7–7,0 раза.

Таблица 1

Анализ результатов мониторинга содержания железа на водозаборах района, оборудованных станциями обезжелезивания

| Количество отобранных проб после станции обезжелезивания / из них не соответствуют по содержанию железа | Концентрации железа после станции обезжелезивания (мин и макс), мг/дм^3 | Количество отобранных проб в распределительной сети / из них не соответствуют по содержанию железа | Концентрации железа в распределительной сети (мин и макс), мг/дм^3 |
|---|--|--|---|
| аг. Б. Озерки | | | |
| $\frac{26}{0}$ | менее 0,1–0,14 | $\frac{86}{0}$ | менее 0,1–0,24 |
| аг. Б. Rogoznica | | | |
| $\frac{25}{0}$ | менее 0,1–0,16 | $\frac{86}{0}$ | менее 0,1–0,24 |
| аг. Лунно | | | |
| $\frac{24}{1}$ | менее 0,1–1,21* | $\frac{85}{4}$ | менее 0,1–1,15* |
| аг. Глядовичи | | | |
| $\frac{26}{0}$ | менее 0,1–0,18 | $\frac{59}{0}$ | менее 0,1–0,28 |

*После проведенных мероприятий (ремонт станции, замена фильтров) концентрация составила $0,14 \text{ мг/дм}^3$.

На основании анализа данных результатов мониторинга качества питьевой воды коммунальных водопроводов Мостовского района за 2017–2018 гг. установлено:

– в 10 населенных пунктах, оборудованных подземными водозаборами без станции водоподготовки (аг. Мосты Правые, аг. Куриловичи, аг. Пацевичи, аг. Струбница, аг. Кульшичи, аг. Зарудавье, д. Радевичи, д. Пилки, д. Дубляны, д. Сухиничи) концентрация железа в контролируемых точках (скважина, водонапорная башня, сеть) находятся в пределах $(0,19 \pm 0,09)$ мг/дм³;

– в 17 населенных пунктах, оборудованных подземными водозаборами без станции водоподготовки (табл. 2), концентрации железа в

контролируемых точках превышают нормативное значение в 2,7–7,0 раза.

На основании оценки содержания железа в питьевой воде, численности жителей населенного пункта, пользующихся услугами водоснабжения, и возможных перспектив их увеличения приводятся рекомендации по установке станции обезжелезивания или поиска иного решения на основании п. 9.1.1 ТКП 45-4.01-320-2018 [15] в каждом населенном пункте, приведенном в табл. 2.

Значения средней концентрации железа в пробах приведены для двух контролируемых точек: над чертой – отобранных из сети водоснабжения, под чертой – со скважины.

Таблица 2

**Рекомендации по установке станций обезжелезивания
в населенных пунктах Мостовского района**

| Наименование | Средняя концентрация железа*, мг/дм ³ | Количество жителей, чел. | Примечание |
|-----------------|--|--------------------------|---|
| Аг. Дубно | <u>1,08</u> 1,25 | 824 | Необходима установка одной станции |
| Аг. Гудевичи | <u>1,55</u> 1,81 | 698 | Необходима установка двух станций |
| Аг. Хартица | <u>1,55</u> 0 | 525 | Необходима установка одной станции |
| Аг. Милевичи | <u>0,58</u> 0,81 | 316 | Необходима установка одной станции |
| Д. Мосты Левые | <u>0,56</u> 0,69 | 304 | Необходима установка одной станции |
| Аг. Стрельцы | <u>0,92</u> 1,75 | 206 | Необходима установка одной станции |
| Аг. Пески | <u>1,37</u> 1,83 | 123 | Необходима установка одной станции |
| Аг. Микелевщина | <u>1,35</u> 1,51 | 95 | Установка станции обезжелезивания рентабельна после подключения 1/3 населения агрогородка к сетям |
| Д. Мальковичи | <u>0,83</u> 1,00 | 100 | Рекомендуется иное решение на основании п. 9.1.1 ТКП 45-4.01-320-2018 (Метод обработки воды, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки, расчетные дозы реагентов следует устанавливать в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения; производительности станции; местных условий; результатов инженерных изысканий; данных эксплуатации объектов-аналогов) |
| Д. Голубы | <u>1,40</u> 1,63 | 95 | |
| Д. Заполье | <u>1,58</u> 1,72 | 89 | |
| Д. Мижево | <u>0,97</u> 1,70 | 77 | |
| Д. Ковшово | <u>1,37</u> 1,27 | летний лагерь | |
| Д. Выгода | 0,52 / 0,83 | 11 | |
| Д. Сорочицы | 2,17 / 2,27 | 13 | |
| Д. Белавичи | 1,17 / 1,52 | 5 | |
| Хут. Коты | 1,67 / 1,72 | 2 | |

*Значения концентраций в пробах, над чертой – отобранных из сети, под чертой – со скважины.

Таким образом, систематизация результатов обследования существующей системы безопасного питьевого водоснабжения в населенных пунктах Мостовского района Гродненской области (рис. 3) позволила определить населенные пункты (н. п.), имеющие проблемы в обеспечении качественной питьевой воды, в которых целесообразно установить станции обезжелезивания [21].

Помимо централизованной системы водоснабжения в населенных пунктах в Мостовском районе имеется 310 шахтных колодца, в т. ч. 34 общественных коммунальных, находящихся на балансе Мостовского РУП ЖКХ.

На основании анализа результатов проб, отобранных из общественных шахтных колодцев, находящихся на балансе Мостовского РУП ЖКХ, за 2017–2018 гг. установлено, что концентрация нитратов в колодцах превышает нормативные значения в несколько раз, за исключением двух, находящихся на территории аг. Дубно (ул. Советская, 106) и Пацевичи (ул. Мира, 6), табл. 3. Кроме того, по результа-

там дополнительного обследования выявлено еще 18 колодцев, в которых вода не соответствует гигиеническим требованиям к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения по содержанию нитратов (в среднем 80 мг/дм³ при норме 45 мг/дм³ согласно СанПиН 10–124 РБ 99 ПДК), т. е. вода пригодна только для технических нужд [16].

Таким образом, основная масса индивидуальных колодцев, находящихся в собственности граждан, может привести к ухудшению здоровья населения токсичным действием нитратов на организм человека [17–19].

Причинами загрязнения шахтных колодцев могут быть: близкое расположение к объектам загрязнения; использование бытовой химии, сливаемой в грунт вблизи колодца; проведение сельскохозяйственных работ с применением удобрений, в состав которых входит азот и магний в высокой концентрации; обустройство кладбищ домашних животных и скота возле водозаборных точек; несоблюдение расстояний от выгребов до колодца [20].

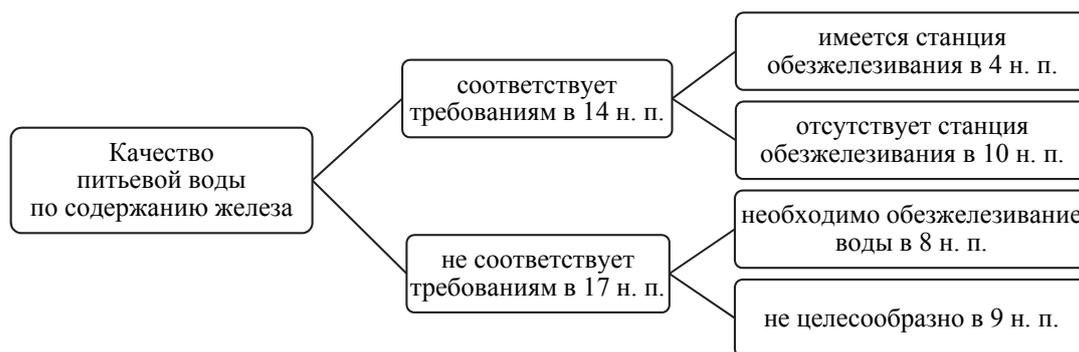


Рис. 3. Предложения по целесообразности установки станций обезжелезивания в населенных пунктах

Таблица 3

Анализ содержания нитратов в общественных шахтных колодцах в населенных пунктах Мостовского района (по данным за 2017–2018 гг.)

| Место отбора проб | Концентрация нитратов, мг/дм ³ | | |
|-------------------------------|---|--------------|--------------|
| | мин. | макс. | ср. |
| Аг. Лунно ул. Победы, 2 | 110,36 | 120,55 | 112,26 |
| Ул. Комсомольская, 15 | 31,65 | 94,2 | 42,22 |
| Аг. Хартыца ул. Хадько, 1 | 69,5 | 111,81 | 103,85 |
| Аг. Дубно ул. Советская, 106 | 3,11 | 29,07 | 8,38 |
| Ул. Первомайская, 31 | 35,08 | 62,95 | 46,37 |
| Ул. 40 лет БССР, 14 | 75,76 | 129,76 | 98,76 |
| Аг. Пацевичи ул. Мира, 6 | 27,25 | 33,85 | 32,33 |
| Ул. Мира, 5 | 28,37 | 143,81 | 121,54 |
| Аг. Пески ул. 50 лет БССР, 81 | 43,02 | 55,56 | 48,49 |
| Ул. Заводская, 10 | 34,94 | 114,47 | 99,62 |

Поэтому в первую очередь предлагается организовать систему санитарного просвещения сельских жителей по вопросам хозяйственно-питьевого водопользования; провести обустройство и санитарный контроль содержания каптажей родников и колодцев совместно с местным населением; найти оптимальные решения в обеспечении сельских населенных пунктов резервными запасами питьевой воды. Для этого необходима ежегодная корректировка программы развития районной системы водоснабжения, учитывающей демографические и географические особенности Мостовского района, состояние водоисточников, возможность финансирования, а также уровень платежеспособности сельских жителей.

Данные результаты могут быть использованы при разработке ПОБВВ Мостовского района.

Заключение. Таким образом, результаты исследования состояния системы водоснабжения в сельских населенных пунктах позволили сделать заключение о достаточно хорошем уровне обеспеченности питьевой водой значительного количества сельских пунктов. Вместе с тем установлено превышение нормативных значений концентрации нитратов в общественных шахтных колодцах и ухудшение санитарных показателей качества воды в точках отбора 17 поселков, что вызывает необходимость проведения дополнительных мер по обезжелезиванию и обеззараживанию питьевой воды.

На основании оценки содержания железа в питьевой воде, численности жителей населенного пункта, пользующихся услугами водоснабжения, и возможных перспектив их увеличения приведены рекомендации по установке станций обезжелезивания или поиска иного решения на основании п. 9.1.1. ТКП 45-4.01-320-2018.

Считаем, что предложенная опытная методика по обследованию систем водоснабжения Мостовского района может быть распространена и на другие сельские регионы

Республики Беларусь. Такие обследования позволят выработать стратегическую концепцию по совершенствованию управления водными ресурсами в масштабе территориальной единицы. По результатам совместного обсуждения (дискуссии) всеми заинтересованными сторонами итогов базового исследования водных ресурсов района четко обрисовываются перспективы и понимание реальности существующей водохозяйственной проблемы. Использование оценочных инструментов (таблиц, карт, диаграмм, графиков) поможет разработать общую концептуальную модель физической и социально-экономической системы водопользования открытым и совместным способом. А также выработать предложения по дальнейшему вовлечению заинтересованных сторон, в частности общественности, в разработку ПОБВВ и усиление роли местных органов власти в продвижении прозрачного и понятного устойчивого управления водными ресурсами в Мостовском районе.

Благодарность. Данная исследовательская работа выполнена при поддержке Международного общественного объединения «Эко-партнерство» по проекту «Участие общественности и эффективное управление водными ресурсами в Мостовском районе» (период проекта: 01.02.2019–31.01.2022, донор: Европейский Союз). Авторы особенно благодарны исполнительному директору Алине Бушмович за ценные советы в процессе обсуждения полученных результатов. Также выражаем благодарность партнерам проекта: Мостовским райисполкому и РУП ЖКХ, которые организовали натурное обследование системы водоснабжения и предоставили результаты производственного лабораторного контроля качества питьевой воды городских и сельских хозяйственно-питьевых водопроводов для анализа и статистической обработки на соответствие требованиям санитарным нормам и правилам.

Список литературы

1. Невзорова А. Б., Новикова О. К., Белоусова Г. Н. Водоснабжение и водоотведение селитебных территорий. Гомель: БелГУТ, 2015. 265 с.
2. Романовский, В. И. Анализ загрязнений источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер.: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. 2014. № 2. С. 65–67.
3. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года. Минск: БелНИЦ «Экология», 2011. 77 с.
4. Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы. URL: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600326> (дата обращения: 02.11.2019).
5. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. Минск, 2017. 148 с.
6. Дубенок С. А., Якимович О. Д. Водоснабжение и водоотведение в малых населенных пунктах: инструменты планирования и пути достижения устойчивости: материалы семинара проекта

«Водная инициатива ЕС плюс для стран Восточного Партнерства» (EUWI+), Беларусь, Минск, 14 февраля, РУП «ЦНИИКИВР», 2019. 21 с. URL: <http://www.cricuwr.by/static/files/enwi/part1.pdf>. (дата обращения: 12.01.2019).

7. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. 3-е изд. Т. 1. Рекомендации. Всемирная организация здравоохранения. Женева, 2004. 121 с. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3ruprelim_1to5.pdf. (дата обращения: 12.01.2019).

8. Международное техническое сотрудничество. URL: http://www.mosty.grodno-region.by/ru/international_cooperation-ru/ (дата обращения: 12.01.2019).

9. Участие общественности и эффективное управление водными ресурсами в Мостовском районе. Проект. URL: <http://ecopartnerstvo.by/ru/projects/voda/uchastie-obschestvennosti-i-effektivnoe-upravlenie-vodnymi-resursami-v-mostovskom> (дата обращения: 12.01.2019).

10. Новикова О. К., Невзорова А. Б. Участие общественности и эффективное управление водными ресурсами в Мостовском районе (базовый обзор): отчет для ИПО «Экопартнерство». Минск, 2019. 156 с.

11. Мостовский район. Официальный сайт Мостовского районного исполнительного комитета. URL: [http://grodno-region.gov.by/ru/Mosty-ru/\]Directive](http://grodno-region.gov.by/ru/Mosty-ru/]Directive) (DWD) Директива 98/83/ЕС (дата обращения: 12.01.2019).

12. Водоснабжение и водоотведение в Мостовском районе. URL: <http://zhkh-mosty.com/node/190>. (дата обращения: 12.01.2019).

13. Волчек А. А., Зубрицкая Т. Е. Проблемы водопотребления в Беларуси // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер.: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. 2016. № 2. С. 7–10.

14. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 10-124 РБ 99: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь, 19.10.99, № 46. Минск, 2011. 50 с.

15. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-320-2018. Введ. 16.03.2018. Минск: М-во арх. и стр-ва, 2018. 73 с.

16. Санитарная охрана и гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения: СанПиН 2.1.4.12-23-2006. Минск, 2006. 36 с.

17. Стожаров А. Н. Медицинская экология. Минск: Выш. шк., 2007. 368 с.

18. Брилинг И. Д. Нитратное загрязнение подземных вод удобрениями. М., 1985. 49 с.

19. Мониторинг загрязненности нитрат-ионами подземных вод территории городов Севастополь и Бахчисарай / И. И. Косинова [и др.] // Вестник ВГУ. Сер.: Геология, 2016. № 3. С. 123–127.

20. Правила технической эксплуатации систем питьевого водоснабжения и водоотведения (канализации) населенных пунктов: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 4 сент. 2019 г. № 594 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 07.09.2019, 5/46963. 33 с.

21. Гуринович А. Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: планирование, проектирование, строительство и эксплуатация. Минск: УП «Технопринт»; 2004. 244 с.

References

1. Neuzorava A. B., Novikova O. K., Belousova G. N. *Vodosnabzheniye i vodootvedeniye selitebnykh territoriy* [Water supply and sanitation of residential areas]. Gomel, BelGUT Publ., 2015, 265 p.

2. Romanovsky V. I. Analysis of contamination of drinking water sources in the Republic of Belarus. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Vodokhozyaystvennoye stroitel'stvo, teploenergetika i geoekologiya* [Bulletin of the Brest state technical University], series: Water Management construction, heat power engineering and geo-ecology, 2014, no. 2, pp. 65–67 (In Russian).

3. *Vodnaya strategiya Respubliki Belarus' na period do 2020* [Strategy of the Republic of Belarus for the period up to 2020]. Minsk, BelNITC “Ekologiya” Publ., 2011, 77 p.

4. *Gosudarstvennaya programma “Komfortnoye zhil'ye i blagopriyatnaya sreda” na 2016–2020* [The State program “Comfortable housing and a favorable environment” for 2016–2020] (In Russian). Available at: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600326> (accessed 02.11.2019).

5. *Natsional'naya strategiya ustoychivogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Belarus' na period do 2030 goda* [National strategy for sustainable socio-economic development of the Republic of Belarus for the period up to 2030]. Minsk, 2017, 148 p. (In Russian).

6. Dubenok S. A., Yakimovich O. D. *Vodosnabzheniye i vodootvedeniye v malykh naseleennykh punktakh: instrumenty planirovaniya i puti dostizheniya ustoychivosti: materialy seminara proyekta "Vodnaya initsiativa YES plus dlya stran Vostochnogo Partnerstva" (EUWI+)* [Water supply and sanitation in small settlements: planning tools and ways to achieve sustainability: materials of the EU Water initiative plus for Eastern Partnership countries (EUWI+). Project seminar]. Belarus, Minsk, February 14, RUP "TSNIKIVR", 2019. 21 p. (In Russian). Available at: <http://www.cricuwr.by/static/files/enwi/part1.pdf> (accessed 12.01.2019).

7. *Rukovodstvo po obespecheniyu kachestva pit'yevoy vody. Tret'ye izdaniye. T. 1. Rekomendatsii. Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya* [Guidelines for ensuring the quality of drinking water. Third ed. Vol. 1. Recommendations of the world Health Organization]. Geneva, 2004, 121 p. (In Russian). Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3ruprelim_1to5.pdf (accessed 12.01.2019).

8. *Mezhdunarodnoye tekhnicheskoye sotrudnichestvo* [International technical cooperation] (In Russian). Available at: http://www.mosty.grodno-region.by/ru/international_cooperation-ru/ (accessed 22.01.2019).

9. *Uchastiye obshchestvennosti i effektivnoye upravleniye vodnymi resursami v Mostovskom rayone. Proyekt* [Public Participation and effective management of water resources in Mostovsky district. Project] (In Russian). Available at: <http://ecopartnerstvo.by/ru/projects/voda/uchastie-obshchestvennosti-i-effektivnoe-upravlenie-vodnymi-resursami-v-mostovskom> (accessed 22.01.2019).

10. Novikova O. K., Neuzorava A. B. *Uchastiye obshchestvennosti i effektivnoye upravleniye vodnymi resursami v Mostovskom rayone (bazovyy obzor): otchet dlya IPO "Ekopartnerstvo"* [Public participation and effective management of water resources in Mostovsky district (basic review): report for IPO "Ecopartnerstvo"]. Minsk, 2019, 156 p. (In Russian).

11. *Mostovskiy rayon. Ofitsial'nyy sayt Mostovskogo rayonnogo ispolnitel'nogo komiteta* [Mostovsky district. Official website of the Mostovsky district Executive Committee] (In Russian). Available at: <http://grodno-region.gov.by/ru/Mosty-ru/> Directive (DWD) Directive 98/83/EC (accessed 12.02.2019).

12. *Vodosnabzheniye i vodootvedeniye v Mostovskom rayone* [Water supply and sanitation in Mostovsky district] (In Russian). Available at: <http://zhkh-mosty.com/node/190> (accessed 12.02.2019).

13. Volchek A. A. Zubritskaya, T. E. Problems of water consumption in Belarus. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Vodokhozyaystvennoye stroitel'stvo, teploenergetika i geoekologiya* [Bulletin of the Brest State Technical University], series: Water management construction, heat power engineering and geo-ecology, 2016, no. 2, pp. 7–10 (In Russian).

14. *SanPiN 10-124 RB 99. Pit'yevaya voda. Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'yevogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva: utv. Ministerstvom zdavookhraneniya Respubliki Belarus'* [SanPiN 10-124 RB 99. Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control]. Belarus 19.10.99, no. 46. Minsk, 2011, 50 p. (In Russian).

15. *TKP 45-4.01-320-2018. Vodosnabzheniye. Naruzhnyye seti i sooruzheniya. Stroitel'nyye normy proyektirovaniya* [TKP 45-4.01-320-2018. Water supply. External networks and facilities. Building design standards]. Introduction 16.03.2018. Minsk, 2018. 73 p. (In Russian).

16. *SanPiN 2.1.4.12-23-2006. Sanitarnaya okhrana i gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody istochnikov netsentralizovannogo pit'yevogo vodosnabzheniya naseleniya* [SanPiN 2.1.4.12-23-2006. Sanitary protection and hygienic requirements for water quality of sources of non-centralized drinking water supply for the population]. Minsk, 2006. 36 p. (In Russian).

17. Stozharov A. N. *Meditinskaya ekologiya* [Medical ecology]. Minsk, Vysheyschaya skola Publ., 2007. 368 p.

18. Briling I. D. *Nitratnoye zagryazneniye podzemnykh vod udobreniyami* [Nitrate pollution of underground waters by fertilizers]. Moscow, 1985. 49 p. (In Russian).

19. Kosinova I. I. [et al.] The monitoring of pollution in the nitrate ions of the underground water areas of Sevastopol and Bakhchisarai. *Vestnik VGU* [Bulletin VSU], 2016, no. 3, pp. 123–127 (In Russian).

20. *Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii sistem pit'yevogo vodosnabzheniya i vodootvedeniya (kanalizatsii) naseleennykh punktov: postanovleniye Soveta Ministrov Respubliki Belarus'* [Rules for technical

operation of drinking water supply and sanitation systems in localities. Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus]. No. 594 on September 4, 2019. National legal Internet portal of the Republic of Belarus, 07.09.2019, 5/46963. 33 p. (In Russian).

21. Gurinovich A. D. *Sistemy pit'yevogo vodosnabzheniya s vodozabornymi skvazhinami: Planirovaniye, proyektirovaniye, stroitel'stvo i ekspluatatsiya* [Drinking water supply systems with water intake wells: planning, design, construction and operation]. Minsk: Technoprint Publ., 2004. 244 p.

Информация об авторах

Невзорова Алла Брониславовна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Экология и энергоэффективность в техносфере». Белорусский государственный университет транспорта (246053, г. Гомель, ул. Кирова, 34, Республика Беларусь). E-mail: anevzorova@mail.ru

Новикова Ольга Константиновна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Экология и энергоэффективность в техносфере». Белорусский государственный университет транспорта (246053, г. Гомель, ул. Кирова, 34, Республика Беларусь). E-mail: olanov2007@mail.ru

Information about the authors

Neuzorava Alla – DCs (Engineering), Professor, Professor, the Department of Ecology and Energy Efficiency in the Technosphere. Belarusian State University of Transport (34, Kirova str., Gomel, 246057, Republic of Belarus). E-mail: anevzorova@mail.ru

Novikova Olga – PhD (Technical Sciences), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Ecology and Energy Efficiency in the Technosphere. Belarusian State University of Transport (34, Kirova str., Gomel, 246057, Republic of Belarus). E-mail: olanov2007@mail.ru

Поступила 12.02.2020