

УДК 556.11 (476.2)

**Е. А. Бодяковская<sup>1</sup>, К. О. Кошевая<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры биологии и экологии,  
УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина»,  
г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Выпускник технолого-биологического факультета  
УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина»,  
г. Мозырь, Республика Беларусь

### ВОДА ИЗ КОЛОДЦЕВ ДЕРЕВЕНЬ ЛЕЛЬЧИЦКОГО РАЙОНА ПО СЕЗОНАМ ГОДА

*В статье представлены результаты определения химических показателей качества колодезной воды из деревень Лельчицкого района по сезонам года. Все показатели качества воды за период исследования соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения, за исключением уровня хлорид-ионов и ионов железа. Уровень хлорид-ионов в пробах воды из деревни Буда-Софиевка осенью превысил санитарный норматив на 4,6 %. В этой же деревне летом и осенью уровень ионов железа превысил требования соответственно на 10 % и 13 %. Превышение норматива по данному показателю в деревне Милошевичи осенью составило 3,2 раза и в деревне Боровое летом – 3,1 раза.*

*Ключевые слова: питьевая вода, общая жесткость, сухой остаток, уровень хлорид-ионов, сульфат-ионов, ионов железа.*

#### Введение

Пресные подземные воды являются важнейшим полезным ископаемым нашей страны. Жизнеобеспечение в Беларуси и работа ее народно-хозяйственного комплекса на 95 % основаны на эксплуатации пресных подземных вод. Общий статистический объем естественных ресурсов пресных подземных вод в пределах Республики Беларусь достигает порядка 44 млн м<sup>3</sup> в сутки, а прогнозные эксплуатационные ресурсы – почти 50 млн м<sup>3</sup> в сутки. Это весьма значительные запасы, которые многократно превышают современные объемы водопотребления в нашей стране. Мощность (или толщина) слоя пресных подземных вод на территории Беларуси варьируется от 50–150 до 1000–1200 м, средняя составляет 300–350 м. При этом имеются участки, где мощность слоя пресных подземных вод минимальна. К примеру, в зоне Полесья (долина рек Припять и Птичь) встречаются выходы подземных вод на поверхность. Они представляют собой соленые озера с небольшой минерализацией – 4–5 г на 1 л воды. Аналогичные зоны есть и в долине реки Западная Двина. В настоящее время используется только незначительная часть их прогнозных ресурсов (4–8 %). В отличие от поверхностных вод подземные воды хорошо защищены от различного рода антропогенного загрязнения. Благодаря этому они способны длительное время сохранять стабильное качество [1]–[3].

По своему качеству пресные подземные воды Беларуси удовлетворяют основным требованиям европейских стандартов. Единственная природная проблема – повышенное содержание в них железа и нередко марганца. Максимальное содержание указанных химических элементов в подземных водах характерно для зоны Полесья, где вода в 90 % эксплуатационных скважин имеет повышенное содержание железа. Как правило, использование таких вод в системах водоснабжения и для бутилирования возможно только после соответствующей водоподготовки. Однако такая ситуация характерна для пресных подземных вод глубинной зоны многих стран мира. К примеру, высокое содержание железа в подземных водах наблюдается в России, особенно в Западной Сибири, а также Швеции, Финляндии, Германии [4], [5].

Сегодня на качество пресных подземных вод Беларуси все большее влияние оказывает хозяйственная деятельность человека. Наиболее масштабным загрязнением подземных вод является сельскохозяйственное. Оно охватывает практически все пахотные земли, территории животноводческих ферм и комплексов. На таких участках в грунтовых водах растет содержание

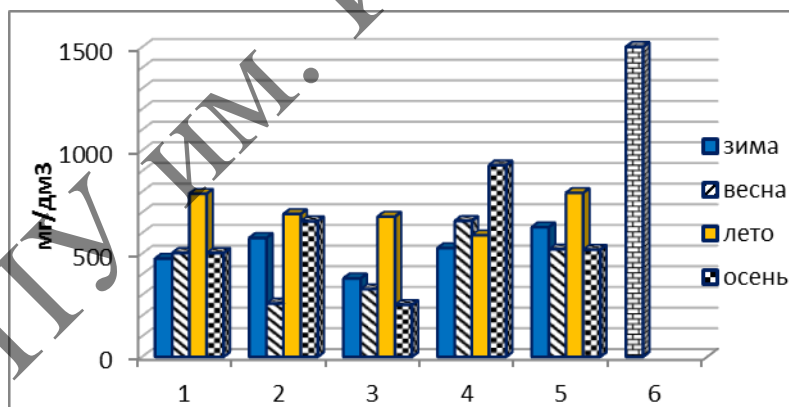
нитратов, хлоридов, сульфатов, калия, натрия и некоторых других компонентов. Загрязнение в районах пахотных земель проникает на глубину до 14–16 м и прослеживается по течению потока грунтовых вод на расстояние до 1,5 км от источника загрязнения [6], [7]. В связи с этим становится актуальным постоянное исследование употребляемой в пищу человеком воды, особенно нецентрализованного водоснабжения.

**Цель работы** – изучить динамику химических показателей качества колодезной воды населенных пунктов Лельчицкого района по сезонам года.

**Методы исследований.** Исследования по определению химических показателей качества колодезной воды проводились в зимний, весенний, летний и осенний периоды в деревнях Лельчицкого района: Боровое, Буда-Софиевка, Дзержинск, Буйновичи и Милошевичи. Пробы колодезной воды отбирались в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51593-2001 Вода питьевая. Отбор проб [8]. Нормативные показатели качества воды приведены согласно Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения» [9]. Определение гидрохимических показателей выполнено согласно стандартным методикам [10] в ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды», аккредитованной для выполнения подобных исследований. В воде определялись сухой остаток, общая жесткость, уровень сульфат- и хлорид-ионов, ионов железа. Статистическая обработка данных выполнена в стандартном пакете Excel.

### Результаты исследования и их обсуждение

Сухой остаток является одним из основных критериев определения качества воды, который выявляет степень ее минерализации. В качестве основных ионов, благодаря которым можно определить сухой остаток, выступают: сульфаты, хлориды, карбонаты, нитраты, бикарбонаты. Сухой остаток подразумевает наличие в воде растворенных нелетучих твердых веществ. Норматив данного показателя для питьевой колодезной воды не должен превышать 1500 мг/дм<sup>3</sup> [9]. При ее определении было установлено, что все пробы воды, взятые во все периоды года, соответствовали требованиям СанПиН к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения (рисунок 1). Минимальное содержание сухого остатка в воде за весь период исследований отмечено в деревне Дзержинск осенью (251 мг/дм<sup>3</sup>) и деревне Буда-Софиевка весной (258 мг/дм<sup>3</sup>), а максимальный – в деревне Буйновичи осенью (927 мг/дм<sup>3</sup>).

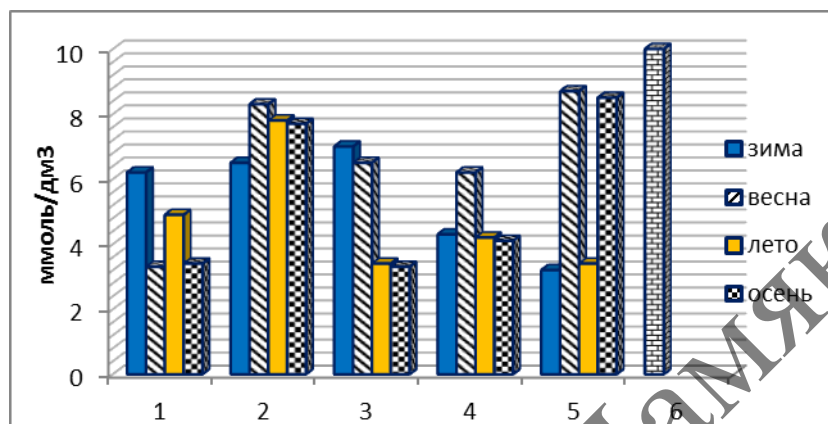


1 – д. Милошевичи; 2 – д. Буда-Софиевка; 3 – д. Дзержинск; 4 – д. Буйновичи; 5 – д. Боровое; 6 – СанПиН

Рисунок 1. – Уровень сухого остатка в колодезной воде населенных пунктов Лельчицкого района по сезонам года

Общая жесткость определяется суммарной концентрацией ионов кальция и магния. Представляет собой сумму карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткости. По санитарным нормам жесткость питьевой воды из колодцев не должна быть выше 10 ммоль/дм<sup>3</sup> [9]. При анализе данного показателя было установлено, что все образцы питьевой воды, взятой в разные периоды, соответствовали нормативу (рисунок 2). При этом минимальный уровень мы наблюдали в разных деревнях и в разные сезоны года: в деревне Боровое зимой и летом (соответственно 3,2 ммоль/дм<sup>3</sup> и 3,4 ммоль/дм<sup>3</sup>), в деревне Милошевичи весной и осенью (соответственно 3,3 ммоль/дм<sup>3</sup> и 3,4 ммоль/дм<sup>3</sup>), в деревне Дзержинск летом и осенью

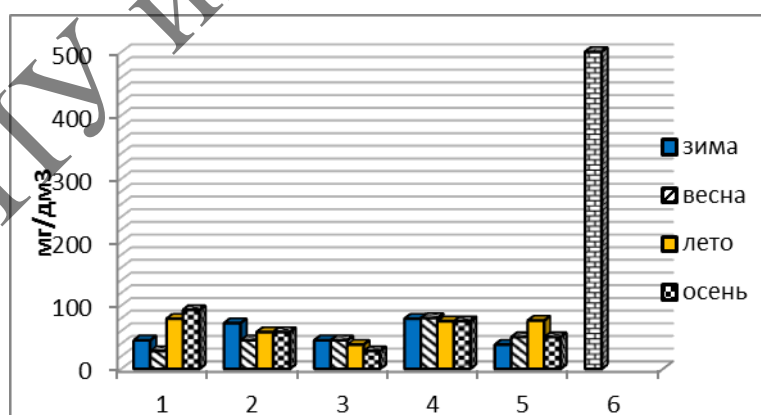
(соответственно 3,4 ммоль/дм<sup>3</sup> и 3,3 ммоль/дм<sup>3</sup>). Максимальный уровень отмечен весной и осенью в деревне Боровое – 8,7 ммоль/дм<sup>3</sup> и 8,5 ммоль/дм<sup>3</sup>. Следует также отметить, что в деревне Боровое наблюдалось значительное варьирование данного показателя по сезонам года. Мы можем предположить, что весной талые воды внесли соли кальция и магния в колодезную воду, а накопившиеся в почве сухим летом данные соли с наступлением дождливой осени попали в питьевую воду.



1 – д. Милошевичи; 2 – д. Буда-Софиевка; 3 – д. Дзержинск; 4 – д. Буйновичи;  
5 – д. Боровое; 6 – СанПиН

Рисунок 2. – Уровень общей жесткости в колодезной воде населенных пунктов Лельчицкого района по сезонам года

Сульфаты поступают в водную среду со сточными водами многих отраслей промышленности. Атмосферная двуокись серы (SO<sub>2</sub>), образующаяся при сгорании топлива, может вносить вклад в содержание сульфатов в поверхностных водах. Трехокись серы (SO<sub>3</sub>), образующаяся при окислении двуокиси серы, в сочетании с парами воды образуют серную кислоту, которая выпадает в виде «кислого дождя» или снега. Большинство сульфатов растворимы в воде. Вода, в 1 дм<sup>3</sup> которой сульфат-ионов больше 500 мг, считается опасной для здоровья [9]. При определении уровня сульфат-ионов в колодезной воде населенных пунктов Лельчицкого района было установлено, что все пробы воды, взятые во все сезоны, соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям (рисунок 3). Стоит отметить, что на протяжении всего исследования значения уровня сульфатов находились значительно ниже предельно допустимого значения.

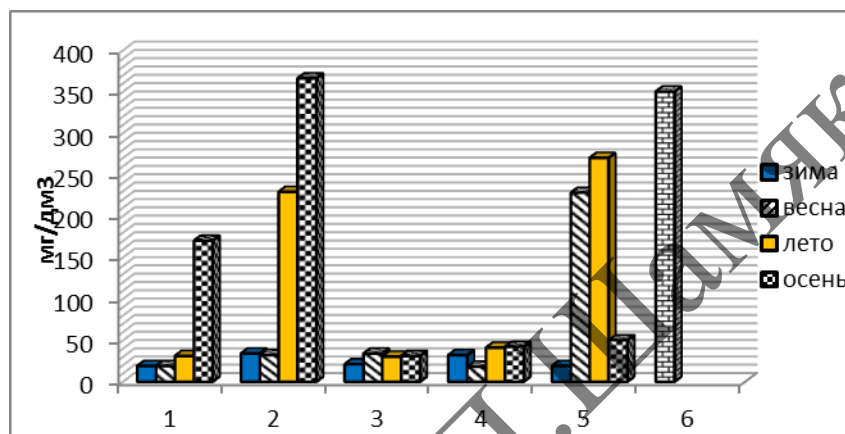


1 – д. Милошевичи; 2 – д. Буда-Софиевка; 3 – д. Дзержинск; 4 – д. Буйновичи;  
5 – д. Боровое; 6 – СанПиН

Рисунок 3. – Уровень сульфат-ионов в колодезной воде населенных пунктов Лельчицкого района по сезонам года

Присутствие хлоридов в природных водах может быть связано с растворением отложений солей, загрязнением, обусловленным нанесением соли на дороги для борьбы со снегом и льдом, сбросом стоков промышленными предприятиями, нерациональным внесением минеральных

удобрений на сельскохозяйственные поля. Каждый из этих источников может вызвать загрязнение поверхностных и подземных вод. Высокая растворимость хлоридов объясняет широкое распространение их во всех природных водах. Согласно СанПиН, безвредной считается вода, в которой уровень хлорид-ионов ниже  $350 \text{ мг/дм}^3$  [9]. Можно отметить, что данный показатель имел невысокие значения, за исключением колодезной воды в деревне Буда-Софиевка в осенний период. Он превысил норматив на 4,6 %. Также следует заметить, что в этой деревне уровень хлорид-ионов значительно возрос уже летом относительно весеннего показателя. Мы предполагаем, что возрастание данного показателя связано с нерациональным внесением минеральных удобрений на сельскохозяйственные поля вблизи деревни. Стоит отметить возрастание концентрации хлорид-ионов и в деревне Боровое в весенний и летний периоды и в деревне Милошевичи осенью.



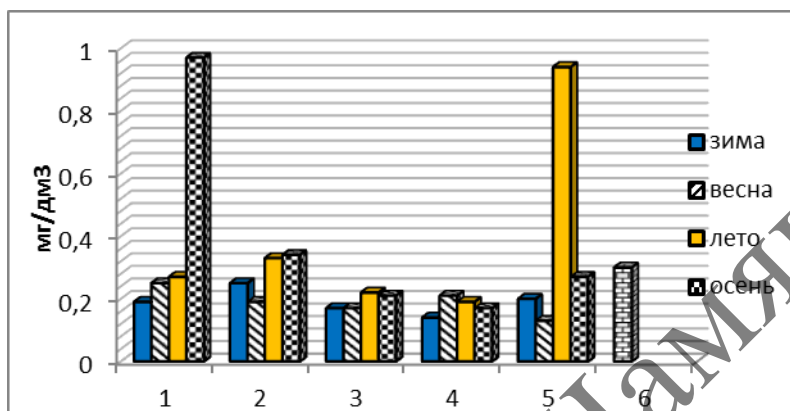
1 – д. Милошевичи; 2 – д. Буда-Софиевка; 3 – д. Дзержинск; 4 – д. Буйновичи; 5 – д. Боровое; 6 – СанПиН

Рисунок 4. – Уровень хлорид-ионов в колодезной воде населенных пунктов Лельчицкого района по сезонам года

Железо широко распространено в подземных водах Восточно-Европейской платформы, четвертичный осадочный комплекс в пределах которой в значительной мере сложен ледниковыми и постледниковыми образованиями. На территории Беларуси железистое загрязнение подземных вод указанного комплекса отложений прослеживается практически повсеместно, что серьезно осложняет их хозяйственно-питьевое использование. При содержании железа в воде более  $0,3 \text{ мг/дм}^3$  последняя нуждается в обезжелезивании. Высокое содержание железа в водах является важнейшей проблемой, которую приходится решать при эксплуатации многих групповых водозаборов и одиночных скважин. Более 70 % артезианских скважин на территории Беларуси имеют воду с содержанием железа, превышающим уровень ПДК ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ), а в зоне Полесья доля этих скважин достигает 90–95 %. Концентрация соединений железа составляет в них от 1 до  $10 \text{ мг/дм}^3$  и более [11]. При определении данного показателя в колодезной воде населенных пунктов Лельчицкого района было установлено, что не все пробы воды соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям (рисунок 5). При этом минимальный уровень ионов железа за весь период отмечен зимой в деревне Буйновичи –  $0,14 \text{ мг/дм}^3$ . В деревне Буда-Софиевка пробы воды, взятые летом и осенью, незначительно превысили норматив – соответственно на 10 % и 13 %. Чего нельзя сказать о пробах воды из деревни Милошевичи осенью и деревни Боровое летом. Так в деревне Милошевичи данный показатель превысил норматив в 3,2 раза, а в деревне Боровое – в 3,1 раза.

Ученые объясняют такое наличие железа в подземных водах процессами вымывания его из водовмещающих пород потоками воды, особенно при повышенном содержании диоксида углерода. Под действием диоксида углерода труднорастворимые соединения переходят в растворимые, образуя при этом бикарбонаты. В условиях Беларуси железо в подземных водах находится, как правило, в бикарбонатной форме, реже – в хлоридной и сульфатной. При наличии в подземных водах железосодержащих гуминовых комплексов их процентное содержание (по общему железу) не превышает 30–40 %, остальное железо находится в других формах. В отдельных случаях гуминовые вещества могут присутствовать в подземных водах и в более значительных концентрациях. Низкие значения окислительно-восстановительного потенциала и

активной реакции подземных вод объясняются, в основном, наличием в них достаточно больших количеств свободного диоксида углерода и отсутствием окислителей. В этих условиях железо в воде будет находиться в виде ионов растворенного железа. Гомогенное окисление закисных форм железа, присутствующих в воде, происходит при введении в нее окислителей, в частности кислорода воздуха. При этом идет связывание свободного диоксида углерода, повышение окислительно-восстановительного потенциала и в конечном итоге, переход растворенных закисных форм железа в нерастворимые окисные [11].



1 – д. Милошевичи; 2 – д. Буда-Софиевка; 3 – д. Дзержинск; 4 – д. Буйновичи;  
5 – д. Боровое; 6 – СанПиН

Рисунок 5. – Уровень ионов железа в колодезной воде населенных пунктов Лельчицкого района по сезонам года

В связи с высоким содержанием железа в колодезной воде в отдельные периоды года жителям вышеперечисленных деревень можно порекомендовать несколько способов снижения его уровня в воде. И хотя на сегодняшний день не существует единого универсального метода комплексной очистки воды от всех существующих форм железа, используя ту или иную схему водоподготовки, можно добиться желаемого результата в каждом конкретном случае.

Наиболее простые и доступные способы:

- отстаивание воды, правда, процесс осаждения коллоидных частиц гидроксида трехвалентного железа происходит медленно;
- кипячение воды, тем самым еще и обеззараживая ее;
- заморозка воды – это наиболее действенный метод, но, к сожалению, трудоемкий и длительный.

Традиционные методы обезжелезивания воды основываются на окислении двухвалентного железа кислородом воздуха (аэрация) и сильными окислителями (хлор, перманганат калия, перекись водорода) до трехвалентного состояния, с образованием нерастворимого гидроксида железа (III), который впоследствии удаляется отстаиванием или фильтрацией. Окисление железа аэрацией может проводиться переливанием воды из одной емкости в другую несколько раз, фонтанированием, душированием. Во многих случаях вода, прошедшая обезжелезивание аэрацией с последующим отстаиванием и фильтрацией, уже оказывается пригодной к употреблению в качестве питьевой. Добавление в воду сильных окислителей значительно интенсифицирует процесс окисления двухвалентного железа. Наиболее широко применяется для очистки воды от железа хлорирование, позволяющее также решить проблему дезинфекции воды. Что касается современных систем очистки воды, то, если верить специалистам, самыми эффективными являются фильтры [12].

Анализируя полученные результаты можно отметить, что все показатели качества колодезной воды из деревень Лельчицкого района в разные сезоны года, за исключением уровня хлорид-ионов и ионов железа, соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям. В пробах воды из деревни Буда-Софиевка, взятых летом и осенью уровень ионов железа незначительно превысил норматив, осенью не соответствовала санитарным нормам также концентрация хлорид-ионов. В деревне Милошевичи осенью уровень ионов железа превысил требования в 3,2 раза, а в деревне Боровое летом – в 3,1 раза. Такое наличие железа в подземных водах объясняется

процессами вымывания его из водовмещающих пород потоками воды, особенно при повышенном содержании диоксида углерода.

### Выводы

Все химические показатели качества воды, отобранной из колодцев населенных пунктов Лельчицкого района в разные сезоны года, за исключением уровня хлорид-ионов и ионов железа, соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения.

Уровень хлорид-ионов в пробах воды из деревни Буда-Софиевка в осенний период превысил санитарный норматив на 4,6 %. Концентрация ионов железа в пробах воды, взятых в деревне Милошевичи осенью превысила санитарные требования в 3,2 раза, а в деревне Боровое летом – в 3,1 раза. В пробах воды, взятых летом и осенью в деревне Буда-Софиевка, уровень ионов железа превысил норматив соответственно на 10 % и 13 %.

### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ясовеев, М. Г. Пресные питьевые воды Беларуси: ресурсы и качество / М. Г. Ясовеев // Вести БГПУ. – 2007. – № 1. – С. 62–66.
2. Геоэкологические критерии качества пресной питьевой воды / М. Г. Ясовеев [и др.] // Региональная физическая география в новом столетии. – Минск : БГУ, 2012. – Вып. 5. – С. 77–79.
3. Зуев, В. Н. Изучение и охрана водных объектов / В. Н. Зуев. – Минск : Орех, 2006. – 70 с.
4. Кудельский, А. В. Пресные подземные воды как основной источник питьевого водоснабжения в Республике Беларусь: ресурсы, качество, проблемы водопользования / А. В. Кудельский // Стратегические проблемы охраны и использования водных ресурсов. – Минск : Минсктиппроект, 2011. – С. 7–29.
5. Эльпинер, Л. И. Медико-экологические аспекты кризиса питьевого водоснабжения / Л. И. Эльпинер // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 38–43.
6. Позин, С. Г. О качестве воды открытого источника хозяйственно-питьевого водоснабжения города / С. Г. Позин, А. А. Черноморец // Военная медицина. – 2007. – № 4. – С. 90–92.
7. Позин, С. Г. Качество воды источников нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в 1994 и 2009 годах / С. Г. Позин // Военная медицина. – 2011. – № 2. – С. 92–95.
8. Вода питьевая. Отбор проб : СТБ ГОСТ Р 51593-2001 – Введ. 01.11.2002. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2001. – 12 с.
9. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения»: Постановление № 105. – Введ. 02.08.2010. – Минск : М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2011. – 20 с.
10. Вода питьевая. Общие требования к организации методам контроля качества: СТБ 1188-99. – Введ. 01.07.2000. – Минск : Гос. стандарт Респ. Беларусь, 2006. – 20 с.
11. Анишкевич, А. В. Повышенное содержание железа в воде // ГУ «Минский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://gigiena.minsk-region.by/ru/obraz/statyi.html>. – Дата доступа: 09.09.2016.

*Поступила в редакцию 16.07.2018*

E-mail: bea5555@yandex.by

E. A. Bodyakovskaya, K. O. Koshevaya

### WATER FROM THE WALLS OF THE VILLAGE IN LELCHITSKY DISTRICT FOR THE SEASONS OF THE YEAR

All indicators of the quality of well-water during the research period satisfied to the health stipulations to the quality of water sources of non-centralized drinking water supply of the population, except for the level of chloride ions and The level of chloride ions in water samples from the village of Buda-Sofievka in the autumn exceeded the health stipulations by 4.6 %. The level of iron ions in the samples of water taken in the summer and autumn in the village of Buda-Sofievka exceeded the standard by 10 % and 13 %. This indicator exceeded the standard by 3.2 times in autumn in the village Milosevici, and in Bоровое village in summer – by 3.1 times.

Keywords: drinking water, total hardness, dry residue, level of chloride ions, sulfate ions, iron ions.