

УДК 628.16;628.3

## Применение дезинфектантов нового поколения в решении современных проблем обеззараживания в водопроводно-канализационном хозяйстве

Л. Н. Парамонова, С. Г. Амеличкин, Е. А. Махонько, Л. Д. Терехов

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

**Для цитирования:** Парамонова Л. Н., Амеличкин С. Г., Махонько Е. А., Терехов Л. Д. Применение дезинфектантов нового поколения в решении современных проблем обеззараживания в водопроводно-канализационном хозяйстве // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2023. — Т. 20. — Вып. 2. — С. 357–364. DOI: 10.20295/1815-588X-2023-2-357-364

### Аннотация

**Цель:** Рассмотреть и оценить альтернативные методы обеззараживания воды и дезинфекции водопроводно-канализационных сооружений и выбрать наиболее перспективный. Определить возможность применения нескольких средств одновременно, выбрать дезинфектанты, имеющие биоразлагаемый состав, применение которых позволит снизить негативное влияние на окружающую среду. **Методы:** Сравнение состава и эффективности существующих дезинфицирующих средств. **Результаты:** Указана необходимость применения различных комбинаций дезинфицирующих средств для уменьшения вероятности резистентности у микроорганизмов к биоцидам. Наиболее перспективным методом обработки сооружений является аэрозольный метод, который позволяет получить необходимый эффект обеззараживания малыми дозами реагента. Использование поликомпонентных дезинфицирующих средств (например, анолита и биоцида «Серебряная пуля»), благодаря их составу это безопасно для человека и окружающей среды и позволяет избежать привыкания микроорганизмов к препаратам. **Практическая значимость:** В связи с изменяющимися в худшую сторону условиями водозабора и ужесточением нормативов по содержанию вредных веществ в питьевой воде применение комбинированных схем обеззараживания вод и дезинфекции сооружений является наиболее перспективным.

**Ключевые слова:** Обеззараживание воды, дезинфекция сооружений, дезинфектанты, способы дезинфекции.

### Введение

По данным формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» за первое полугодие 2021 года, доля проб питьевой воды из водопроводной сети, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составила 12,6 %, а по микробиологическим 2 %.

Поэтому уничтожение болезнетворных микроорганизмов при дезинфекции водопроводных и

канализационных сооружений является важной экологической и санитарно-эпидемиологической задачей.

С принятием новых нормативов качества воды ужесточились требования по некоторым из контролируемых микробиологических показателей, увеличилось их число. Многие традиционные методы не всегда обеспечивают выполнение этих нормативов. Кроме того, предпочтение отдается технологиям, безопасным для обслуживающего персонала и населения прилегающих территорий

и не зависящим от централизованной химической промышленности — безреагентным или позволяющим получать реагенты на месте применения.

Комплекс мер по уничтожению болезнетворных бактерий состоит из непосредственного обеззараживания воды и дезинфекции емкостных сооружений и трубопроводов. Чтобы избежать адаптации микроорганизмов к вводимым реагентам, необходимо использовать различные комбинации дезинфицирующих средств, которые благодаря своему поликомпонентному составу позволят обеспечить эффективное обеззараживание. Поиск новых комбинаций реагентов для обеззараживания водопроводно-канализационных сооружений в первую очередь направлен на получение таких дезинфектантов, которые обладали бы достаточным пролонгирующим эффектом и не оказывали бы негативного влияния на окружающую среду [1–3].

### **Современные дезинфицирующие средства для обеззараживания и дезинфекции**

Сегодня наибольшее распространение получили такие способы дезинфекции воды, как хлорирование, озонирование и обработка УФ-излучением. Замена жидкого хлора на гипохлорит натрия решила проблему безопасности при транспортировке, хранении, но не решила проблему устранения вирусов. Применение УФ-излучения обеспечивает только обеззараживание, но не имеет пролонгированного действия и самостоятельно не может использоваться для дезинфекции. Применение УФ-излучения в технологии водоподготовки возможно только в сочетании с другими методами, например совместное применение озона и ультрафиолета. Задача поиска новых методов дезинфекции и новых нетрадиционных дезинфектантов до сих пор является актуальной для специалистов данной области. Внедрение методов обеззараживания воды ЭХА-растворами является актуальным и перспектив-

ным. Получаемый при электрохимической активации анолит используется для обеззараживания и дезинфекции, а катализатор — как моющее средство. Анолит в разных дозах уничтожает вирусную, бактериальную и грибковую инфекции (стафилококк, синегнойная и кишечная палочки, вирусы гепатита, полиомиелита, ВИЧ, аденовирусы, возбудители туберкулеза, сальмонеллеза, дерматоза и т. д.). Средство разрешено к применению в аэрозольной форме. При добавлении к анолиту ароматических отдушек имеет хорошие дезодорирующие свойства и не фиксирует органические загрязнения. Оценки эффективности известных дезинфектантов позволяют утверждать, что анолит значительно превосходит их по своей продуктивности [4–6].

Еще одним из перспективных средств является поликомпонентное дезинфицирующее средство на основе перекиси водорода и ионов серебра. Изучение свойств серебра относится к концу XIX века. Особое внимание ученые уделяли коллоидным растворам серебра и «серебряной воде» [5]. Л. А. Кульский в своем обзоре [7] сообщает, что применение коллоидного серебра дало хорошие результаты по обезвреживанию столбнячного и дифтерийного токсинов. Положительные исследования позволили применять данный препарат в медицине, причем было замечено, что гибель бактерий зависит от концентрации водного раствора. При концентрации серебра (0,005 мг/л) болезнетворные бактерии гибнут в течение двух часов, а при высокой (1 мг/л) — через несколько минут, при этом противомикробные компоненты действуют моментально. Накоплен достаточный опыт применения коллоидного серебра как консерванта различных видов пищевых продуктов и дезинфектанта, используемого в медицинских целях. Однако есть необходимость более углубленного изучения бактерицидной активности серебра при применении в системах водопроводно-канализационного хозяйства [8–10].

ТАБЛИЦА 1. Технические показатели биоцида «Серебряная пуля»

| Виды микроорганизмов                   | Концентрация рабочего раствора (по H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ), % | Время обеззараживания, мин |
|--|---|----------------------------|
| Бактерии                               | 0,125   | 30                         |
| Вирусы                                 | 0,25  | 30                         |
| Генеральные уборки                     | 0,25  | 30                         |
| Особо опасные (чума, холера тулеремия) | 0,25  | 30                         |
| Плесень                                | 0,5   | 30                         |
| Сибирская язва                         | 1   | 60                         |

В последние годы ученые ищут способы активации существующих дезинфицирующих средств, а также возможность совместного применения их различных комбинаций с целью повышения эффективности обеззараживания, удешевления стоимости обработки и уменьшения негативных последствий на биосферу.

Учеными кафедры «Водоснабжение, водотведение и гидравлика» ФГБОУ ВО ПГУПС и ООО «НПО «ЭХА-МАГ» (г. Санкт-Петербург) было разработано экологически чистое дезинфицирующее средство, состоящее из H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и серебра (комплексные соединения) с пролонгированным бактериостатическим эффектом. Биоцид был зарегистрирован в России в 2013 году под торговой маркой «Серебряная пуля».

Дезинфицирующее средство «Серебряная пуля» — бесцветная прозрачная жидкость со слабым специфическим запахом, хорошо растворяющаяся в воде в любых соотношениях, плотность концентрированного раствора составляет 1,18 : 1,21 кг/дм<sup>3</sup> при 20 °С.

Средство «Серебряная пуля» обладает антимикробной активностью в отношении грамотрицательных и грамположительных (включая микобактерии туберкулеза) микроорганизмов, вирусов (включая аденовирусы, вирусы гриппа, парагрипп и другие возбудители острых респираторных инфекций, энтеровирусы, ротавирусы, вирус полиомиелита, вирусы энтеральных, парентеральных гепатитов, герпеса, атипичной пневмонии, птичьего гриппа, ВИЧ), грибов рода Кандида, Трихофитон и плесневых грибов, возбудителей

внутрибольничных инфекций, анаэробной инфекции, а также обладает спороцидным действием. Концентрат дезинфицирующего средства «Серебряная пуля» выпускается в соответствии с требованиями ТУ 9392-003-09679163—2013 и имеет следующие характеристики: содержание H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> — 50 ± 2,5 %, комплексные соли серебра (в пересчете на металлическое серебро) — 1,500 ± 0,005 кг/дм<sup>3</sup> × 10<sup>3</sup>, температура замерзания — минус 51 °С.

Обработка питьевых и сточных вод от патогенных микроорганизмов является важной частью получения воды, безопасной для населения. Традиционные методы обработки воды и сооружений имеют те или иные недостатки и не позволяют в полной мере получить длительный эффект обеззараживания без негативных последствий на окружающую среду [11–13].

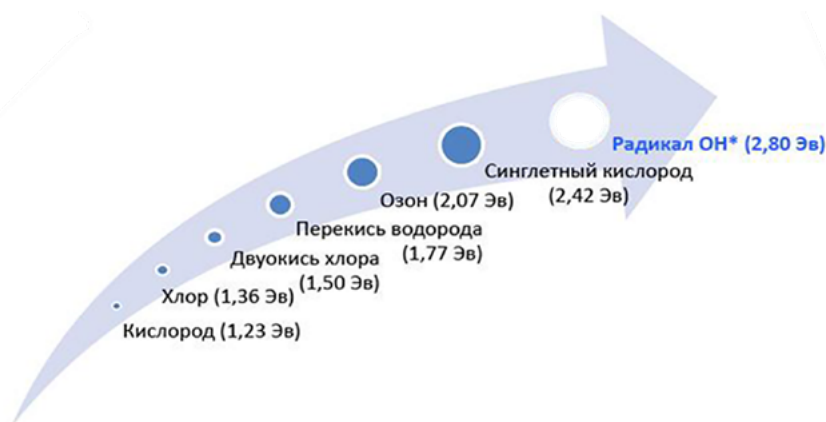
Биоцид «Серебряная пуля» обладает полной эффективностью против грамположительных и грамотрицательных бактерий, грибов, дрожжей, спор, оболочечных и безоболочечных вирусов, амёб, простейших, биопленок. Технические показатели биоцида «Серебряная пуля» представлены в табл. 1 [14].

В табл. 2 представлены сравнительные показатели дезинфицирующего средства на основе пероксида водорода с добавкой комплексных соединений серебра (на примере «Серебряная пуля») и других зарегистрированных дезинфицирующих средств [15].

Наиболее перспективным методом обработки водопроводно-канализационных сооружений является аэрозольный метод, который позволяет

ТАБЛИЦА 2. Сравнение различных видов дезицирующих средств

| Параметр оценки                         | Четвертичные аммониевые соединения (ЧАС)  | Хлорактивные препараты  | Фенолы   | Альдегиды   | «Серебряная пуля»  |
|---|---|---|--|---|--|
| Спектр антимикробной активности         | Грамположительные бактерии, грамотрицательные бактерии (ограниченная эффективность), грибки (ограниченная эффективность), дрожжи, водоросли, оболочечные вирусы | Грамположительные бактерии, грибки, дрожжи, водоросли, оболочечные вирусы | Грамположительные бактерии, грамотрицательные бактерии, грибки, дрожжи, оболочечные вирусы | Полная эффективность от грамположительных и грамотрицательных бактерий, грибов, дрожжей, спор, оболочечных и безоболочечных вирусов | Полная эффективность от грамположительных и грамотрицательных бактерий, грибов, дрожжей, спор, оболочечных и безоболочечных вирусов, амёб, простейших, биопленок |
| Средство не эффективно по отношению к   | Микобактериям, оболочечным и безоболочечным вирусам, амёбам, простейшим, биопленкам   | Амебам, простейшим и биопленкам   | Безоболочечным вирусам, амебам, биопленкам   | Амебам, простейшим, биопленкам  | —  |
| Канцерогенное действие                  | Отсутствует   | Доказано  | Доказано   | Доказано  | Отсутствует  |
| Мутагенное действие                     | Отсутствует   | Доказано  | Доказано   | Доказано  | Отсутствует  |
| Запах                                   | Отсутствует   | Интенсивный   | Интенсивный  | Острый  | Отсутствует  |
| Способность к биологическому разложению | Разлагается за неделю   | Плохая, необходима нейтрализация  | Разлагается за неделю, необходима нейтрализация  | Необходима нейтрализация  | Разлагается за 3–5 часов   |



Окислительный потенциал для различных дезинфектантов

получить необходимый эффект обеззараживания малыми дозами реагента.

НПО «ЭХА-МАГ» разработана технология высокодисперсного аэрозольного распыления комплексом МАГ-СП, включающем в себя мобильный аэрозольный генератор МАГ и универсальный поликомпонентный биоцид «Серебряная пуля» [16].

Технология аэрозольного распыления ультрамалыми частицами поликомпонентного дезинфектанта «Серебряная пуля» комплексом МАГ-СП позволяет создать во внутреннем объеме сооружений высокодисперсный аэрозоль, который проникает в поры бетона, обеспечивая более полную дезинфекцию. Образующиеся при реакции дезинфицирующие вещества практически мгновенно уничтожают болезнетворные микроорганизмы. Одним из наиболее реакционноспособным является гидроксильный радикал (рисунок).

Гидроксильный радикал высокоэффективен и вступает в реакцию со многими загрязнителями, являясь первой ступенью к их инаktivации. Он живет секунды, но за это время успевает проникнуть через оболочку вируса, что приводит к его гибели. Радикал мгновенно окисляет любую молекулу, находящуюся рядом. Данное свойство незаменимо при обработке поверхностей, воздуха в помещениях, где требуется стерильная чистота (операционные, перевязочные, палаты для новорожденных и т. п.).

## Заключение

Поиск альтернативных методов для обработки водопроводно-канализационных объектов продолжается.

Наиболее перспективным является применение комбинированных схем обработки. Введение нескольких реагентов позволит найти оптимальное решение для выполнения все более жестких нормативов. Использование поликомпонентных дезинфицирующих средств (например, анолита и биоцида «Серебряная пуля»), благодаря их составу, позволяет избежать привыкания микроорганизмов к препаратам. Применение биоразлагаемых дезинфицирующих средств безопасно для человека и окружающей среды. А их использование в аэрозольной форме позволяет снизить дозу и объем дезинфицирующих средств.

## Библиографический список

1. Абрамов В. М. Обеззараживание воды на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства / В. М. Абрамов, Г. Л. Медриш, М. В. Птисков // Водоснабжение и санитарная техника. — 1999. — № 6. — С. 12–13.
2. Амвросьева Т. В. Питьевая вода — важнейший эпидемиологически значимый фактор здоровья человека / Т. В. Амвросьева // Водные проблемы. Научно-практический журнал. — 2004. — № 1. — С. 27–30.
3. Михеев Н. Н. Водные ресурсы и пути решения проблемы водоснабжения в России / Н. Н. Михеев,

А. Ф. Порядин, Г. Соер и др. // Вода: экология и технология: тез. докл. 4-го Междунар. конгр. / СИБИКО интернэшнл. — М., 2000. — С. 82–384.

4. Бахир В. М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения / В. М. Бахир // Вода и экология. Проблемы и решения. — 2003. — № 1. — С. 3–11

5. Иванов В. Г. Исследование обеззараживания воды реки Волхов электрохимически активированной водой / В. Г. Иванов, П. П. Бегунов, С. П. Бегунов // XIII Международный симпозиум. Международный год воды — 2003. Австрия. 29 марта — 5 апреля 2003 г. Тезисы докладов. — М., 2003. — С. 91–92.

6. Иванов В. Г. Обеззараживание. Альтернатива традиционным методам / В. Г. Иванов, М. М. Хмяляйнен // Вода и экология. Проблемы и решения. — 2000. — № 1. — С. 33–39.

7. Кульский Л. А. Серебряная вода / Л. А. Кульский. — Киев: Наукова думка, 1987. — С. 137.

8. Ажгиревич А. И. Неорганические бактерицидные смеси пролонгированного действия на основе меди и серебра / А. И. Ажгиревич // Проблемы региональной экологии. — 2010. — № 4. — С. 94–99.

9. Ажгиревич А. И. Серебро в технологиях химико-биоцидной обработки воды: достоинства и недостатки / А. И. Ажгиревич // Проблемы региональной экологии. — 2015. — № 5. — С. 10–18.

10. Мосин О. В. Серебро в водоподготовке и водоочистке / О. В. Мосин // СОК. — 2012. — № 7.

11. Парамонова Л. Н. Перспективы применения поликомпонентных дезинфицирующих средств при обеззараживании и дезинфекции / Л. Н. Парамонова, Е. А. Махонько // Новые достижения в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов: сб. статей МНПК (Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2019 года) / Под ред. Н. А. Черникова, В. Г. Иванова. — СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2021. — С. 158–162.

12. Парамонова Л. Н. Обеззараживание воды поликомпонентными дезинфицирующими средствами / Л. Н. Парамонова, С. Г. Амеличкин; под ред. Н. А. Черникова, В. Г. Иванова // Новые достижения в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресур-

сов: сб. статей МНПК (Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2019 года). — СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2021. — С. 78–80.

13. Амеличкин С. Г. Инновационный подход к обеспечению санитарно-эпидемиологической безопасности на объектах морского транспорта / С. Г. Амеличкин; под общей редакцией проф. А. В. Иванченко // Материалы IV ВНПК посвященной 50-летию ФГУП НИИ промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства (28–29 июня 2017 г. Санкт-Петербург, Россия). — СПб., 2017. — С. 11–14.

14. Инструкция № 01/2014 по применению дезинфицирующего средства «Серебряная пуля» производства ООО «НПО «ЭХА-МАГ», Россия.

15. Национальный справочно-аналитический портал о дезсредствах, зарегистрированных на территории РФ. — URL: <http://dezreestr.ru/>.

16. Амеличкин С. Г. Инновационные технологии объемной аэрозольной дезинфекции с применением новых экологически чистых биоцидов / С. Г. Амеличкин, А. Н. Медведев, Л. Н. Парамонова; под ред. В. Г. Иванова // Новые достижения в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов: сб. статей МНПК (Санкт-Петербург, 10 декабря 2015 года). — СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. — С. 55–61.

Дата поступления: 28.04.2023

Решение о публикации: 30.05.2023

#### **Контактная информация:**

ПАРАМОНОВА Любовь Николаевна — аспирант кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»; [super.pln2013@ya.ru](mailto:super.pln2013@ya.ru)

АМЕЛИЧКИН Станислав Григорьевич — канд. техн. наук, заведующий научно-исследовательской лаборатории кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»; [eha85@yandex.ru](mailto:eha85@yandex.ru)

МАХОНЬКО Елена Алексеевна — аспирант кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»; [makhonko@pgups.ru](mailto:makhonko@pgups.ru)

ТЕРЕХОВ Лев Дмитриевич — научный руководитель, д-р техн. наук, профессор кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»; [levter4@rambler.ru](mailto:levter4@rambler.ru)

## The Use of New Generation Disinfectants in Solving Modern Disinfection Problems in the Water Supply and Sewerage Sector

L. N. Paramonova, S. G. Amelichkin, E. A. Makhonko, L. D. Terekhov

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

**For citation:** Paramonova L. N., Makhonko E. A., Terekhov L. D. The Use of New Generation Disinfectants in Solving Modern Disinfection Problems in the Water Supply and Sewerage Sector // *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2023, vol. 20, iss. 2, pp. 357–364. (In Russian). DOI: 10.20295/1815-588X-2023-2-357-364

### Summary

**Purpose:** To consider and evaluate alternative methods of water disinfection and disinfection of water supply and sewerage facilities and to select the most effective. To determine the possibility of using several agents at the same time, to select disinfectants with a biodegradable composition, the use of which will help reduce the negative impact on the environment. **Methods:** Comparison of the composition and effectiveness of existing disinfectants. **Results:** The necessity of using various combinations of disinfectants to reduce the likelihood of resistance in microorganisms to biocides is indicated. The most promising method for treating structures is the aerosol method, which allows achieving the necessary disinfection effect with small doses of the reagent. The use of multi-component disinfectants (such as the “Silver Bullet” anolyte and biocide) is safe for humans and the environment due to their composition, it also helps prevent microbial habituation to the substances. **Practical significance:** Due to the conditions of water intake changing for the worse and stricter regulations for the content of harmful substances in drinking water, the use of combined schemes for water disinfection and disinfection of structures has most potential.

**Keywords:** Disinfection of water, disinfection of structures, disinfectants, disinfection methods.

### References

1. Abramov V. M., Medrish G. L., Ptiskov M. V. Obezrazhivanie vody na predpriyatiyakh vodoprovodno-kanalizatsionnogo khozyaystva [Disinfection of water at water supply and sewerage enterprises]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment]. 1999, Iss. 6, pp. 12–13. (In Russian)
2. Amvrosieva T. V. Pit'evaya voda — vazhneyshiy epidemiologicheski znachimyy faktor zdorov'ya cheloveka [Drinking water is the most important epidemiologically significant factor of human health]. *Vodnye problemy. Nauchno-prakticheskiy zhurnal* [Water problems. Scientific and practical journal]. 2004, Iss. 1, pp. 27–30. (In Russian)
3. Mikheev N. N., Ordin A. F., Gert S. et al. *Vodnye resursy i puti resheniya problemy vodosnabzheniya v Rossii. Voda: ekologiya i tekhnologiya: tez. dokl. 4-go Mezhdunar. kongr.* [Water resources and ways to solve the problem of water supply in Russia. Water: ecology and technology: abstract. report 4th Intern. congr.]. M., SIBIKO international, 2000, pp. 82–384. (In Russian)
4. Bakhir V. M. Dezinfektsiya pit'evoy vody: problemy i resheniya [Disinfection of drinking water: problems and solutions]. *Voda i ekologiya. Problemy i resheniya* [Water and ecology. Problems and solutions]. 2003, Iss. 1, pp. 3–11. (In Russian)
5. Ivanov V. G., Begunov P. P., Begunov S. P. *Issledovanie obezrazhivaniya vody reki Volkhov elektrokhimicheski aktivirovannoy vodoy. XIII Mezhdunarodnyy simpozium. Mezhdunarodnyy god vody — 2003. Avstriya. 29 marta — 5 aprelya 2003 g. Tezisy dokladov* [Investigation of disinfection of water of the Volkhov River with electrochemically activated water. XIII International Symposium. International Year of Water — 2003. Austria. March 29 - April 5, 2003 Abstracts]. Moscow, 2003, pp. 91–92. (In Russian)
6. Ivanov V. G., Khamalyainen M. M. Obezrazhivanie. Al'ternativa traditsionnym metodam [Disinfection. Alternative to traditional methods]. *Voda i ekologiya. Problemy i resheniya* [Water and ecology. Problems and solutions]. 2000, Iss. 1, pp. 33–39. (In Russian)

7. Kulsky L. A. *Serebryanaya voda* [Silver water]. Kiev: Naukova dumka Publ., 1987, p. 137. (In Russian)

8. Azhgirevich A. I. Neorganicheskie bakteritsidnye smesi prolongirovannogo deystviya na osnove medi i serebra [Inorganic bactericidal mixtures of prolonged action based on copper and silver]. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology]. 2010, Iss. 4, pp. 94–99. (In Russian)

9. Azhgirevich A. I. Serebro v tekhnologiyakh khimiko-biotsidnoy obrabotki vody: dostoinstva i nedostatki [Silver in technologies of chemical-biocidal water treatment: advantages and disadvantages]. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology]. 2015, Iss. 5, pp. 10–18. (In Russian)

10. Mosin O. V. Serebro v vodopodgotovke i vodoochistke [Silver in water treatment and water treatment]. *SOK [SOC]*. 2012, Iss. 7. (In Russian)

11. Paramonova L. N., Makhonko E. A. *Perspektivy primeneniya polikomponentnykh dezinfitsiruyushchikh sredstv pri obezzarazhivaniy i dezinfektsii. Novye dostizheniya v oblastiakh vodosnabzheniya, vodootvedeniya, gidravliki i okhrany vodnykh resursov: sb. statey MNPk (Sankt-Peterburg, 13–15 noyabrya 2019 goda). Pod red. N. A. Chernikova, V. G. Ivanova* [Prospects for the use of polycomponent disinfectants for disinfection and disinfection. New achievements in the fields of water supply, sanitation, hydraulics and water resources protection: Sat. articles of the MNPk (St. Petersburg, November 13–15, 2019). Ed. N. A. Chernikova, V. G. Ivanova]. St. Petersburg: FSUE IN PGUPS Publ., 2021, pp. 158–162. (In Russian)

12. Paramonova L. N., Amelichkin S. G. *Obezzarazhivanie vody polikomponentnymi dezinfitsiruyushchimi sredstvami. Novye dostizheniya v oblastiakh vodosnabzheniya, vodootvedeniya, gidravliki i okhrany vodnykh resursov: sb. statey MNPk (Sankt-Peterburg, 13–15 noyabrya 2019 goda)* [Water disinfection by polycomponent disinfectants; ed. N. A. Chernikova, V. G. Ivanova. New achievements in the fields of water supply, water disposal, hydraulics and water resources protection: Sat. articles of the MNPk (St. Petersburg, November 13–15, 2019)]. St. Petersburg: FSUE IN PGUPS Publ., 2021, pp. 78–80. (In Russian)

13. Amelichkin S. G. *Innovatsionnyy podkhod k obespecheniyu sanitarno-epidemiologicheskoy bezopasnosti na ob'ektakh morskogo transporta; pod obshchey redaktsiyey prof. A. V. Ivanchenko. Materialy IV VNPk posvyashchennoy 50-letiyu FGUP NII promyshlennoy i morskoy meditsiny Federal'nogo mediko-biologicheskogo agentstva (28–29 iyunya 2017 g. Sankt-Peterburg, Rossiya)* [Innovative approach to ensuring sanitary and epidemiological safety at

maritime transport facilities; under the general editorship of prof. A. V. Ivanchenko. Proceedings of the IV VNPk dedicated to the 50th anniversary of the Federal State Unitary Enterprise Research Institute of Industrial and Marine Medicine of the Federal Medical and Biological Agency (June 28–29, 2017 St. Petersburg, Russia)]. St. Petersburg, 2017, pp. 11–14. (In Russian)

14. *Instruktsiya № 01/2014 po primeneniyu dezinfitsiruyushchego sredstva “Serebryanaya pulya” proizvodstva OOO NPO “EKHA-MAG”, Rossiya* [Instruction No. 01/2014 on the use of the disinfectant “Silver Bullet” manufactured by “NPO “EKHA-MAG”, Russia]. (In Russian)

15. *Natsional'nyy spravochno-analiticheskiy portal o dez sredstvakh, zaregistrirovannykh na territorii RF* [National reference and analytical portal about the disinfectants registered in the territory of the Russian Federation]. Available at: <http://dezreestr.ru/>. (In Russian)

16. Amelichkin S. G., Medvedev A. N., Paramonova L. N. *Innovatsionnye tekhnologii ob'emnoy aerazol'noy dezinfektsii s primeneniem novykh ekologicheskikh chistykh biotsidov; pod red. V. G. Ivanova. Novye dostizheniya v oblastiakh vodosnabzheniya, vodootvedeniya, gidravliki i okhrany vodnykh resursov: sb. statey MNPk (Sankt-Peterburg, 10 dekabrya 2015 goda)* [Innovative technologies for volumetric aerosol disinfection using new environmentally friendly biocides; ed. V. G. Ivanova. New achievements in the fields of water supply, sanitation, hydraulics and protection of water resources: Sat. articles of the MNPk (St. Petersburg, December 10, 2015)]. St. Petersburg: FGBOU VO PGUPS Publ., 2016, pp. 55–61. (In Russian)

Received: April 28, 2023

Accepted: May 30, 2023

#### Author's information:

Lyubov N. PARAMONOVA — Postgraduate Student, Department “Water Supply, Sewerage and Hydraulics”; [super.pln2013@ya.ru](mailto:super.pln2013@ya.ru)

Stanislav G. AMELICHKIN — PhD in Engineering, Head of the Research Laboratory, Department “Water supply, Sewerage and Hydraulics”; [cha85@yandex.ru](mailto:cha85@yandex.ru)

Elena A. MAKHONKO — Postgraduate Student, Department “Water Supply, Sewerage and Hydraulics”; [makhonk@pgups.ru](mailto:makhonk@pgups.ru)

Lev D. TEREKHOV — Scientific Supervisor, Dr. Sci. in Engineering, Professor, Department “Water supply, sewerage and hydraulics”; [levter4@rambler.ru](mailto:levter4@rambler.ru)