

Рахманин Ю.А.¹, Кузнецова К.Ю.¹, Кузнецова М.А.^{1,2}, Горенков Р.В.^{2,3}, Тарарыков О.Ю.⁴, Дроздов А.А.⁴

Наилучшие доступные технологии: выбор отечественных средств дезинвазии в промышленной очистке сточных вод и их осадков

¹Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБФ России, 119121, Москва;

²Институт лидерства и управления здравоохранением, Высшая школа управления здравоохранением ФГАОУ ВО «Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет)», 119991, Москва;

³ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья им. Н.А. Семашко», 105064, Москва;

⁴Союз производителей извести, 394043, Воронеж

Введение. Проведён сравнительный анализ российских и зарубежных подходов к нормативно-правовому регулированию технологий промышленной очистки сточных вод и их осадков в отношении паразитарных патогенов. Актуализированы научно-прикладные аспекты внедрения отечественных известьесодержащих реагентов в технологию дезинвазии, которая может стать альтернативой энергозатратным и дорогостоящим методом водоочистки. На рассмотрение ВКХ РФ представлены данные сравнительного анализа российских и европейских нормативно-правовых актов о применении реагентных композиций гашёной/негашёной извести в промышленных технологиях обеззараживания и дезинвазии сточных вод и их осадков. Актуализирована стандартизация процессов и качества дезинвазии сточных вод и их осадков с обоснованием проводимых в мировом сообществе водоочистного хозяйства мер по усилению гигиенического контроля.

Материал и методы. Применены методы обзорного, сравнительного анализа для оценки нормативно-правового регулирования технологических приёмов, обеспечивающих паразитоцидную эффективность очистки сточных вод и их осадков в промышленной водоочистке.

Результаты. Данные натурных исследований вод поверхностных водоёмов Московского региона и качества очистки сточных вод на точках сброса свидетельствуют о низкой эффективности дезинвазии городских сточных вод централизованного водоотведения, поступающие на гидротехнические сооружения мегаполиса, и их вклад в суммарный уровень высокого паразитарного загрязнения поверхностных водоисточников.

Заключение. Проведённый анализ нормативно-правового регулирования отрасли очистки сточных вод и их осадков показал неразработанность стандартизации подпроцессов очистки сточных вод и осадков и их полной дезинвазии по критериям паразитарной безопасности. Сравнительный анализ мер по усилению гигиенической оценки качества очистки и производства вторичной продукции из образованных отходов и осадков также показал недостаточную проработанность НДТ-5 (ИТС 10-2015) на соответствие санитарному законодательству РФ, в том числе в части правового регулирования стандартных процедур производства побочного продукта (биогаза, органического удобрения, почвогрунта, рекультиванта и т. п.) или практически не опасного или малоопасного отхода, предназначенного для размещения в окружающей среде.

К л ю ч е в ы е с л о в а : паразитологическая и экологическая безопасность воды; безопасность; дезинвазия; известкование; известьесодержащие композиционные реагенты; наилучшие доступные технологии очистки; нормативное регулирование; гигиеническая оценка паразитарной эффективности водоочистки

Для цитирования: Рахманин Ю.А., Кузнецова К.Ю., Кузнецова М.А., Горенков Р.В., Тарарыков О.Ю., Дроздов А.А. Наилучшие доступные технологии: выбор отечественных средств дезинвазии в промышленной очистке сточных вод и их осадков. *Гигиена и санитария*. 2020; 99 (12): 1324-1329. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1324-1329>

Для корреспонденции: Кузнецова Камалия Юнис кызы, вед. науч. сотр. лаб. микробиологии и паразитологии ФГБУ «ЦСП» ФМБФ России, 119121, Москва. E-mail: KKuznetsova@cspmz.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Рахманин Ю.А. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Кузнецова К.Ю. – концепция и дизайн исследования, написание текста; Кузнецова М.А., Тарарыков О.Ю., Дроздов А.А. – сбор и обработка материала; Горенков Р.В. – написание текста. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 31.07.2020

Принята к печати 15.12.2020

Опубликована 25.01.2021

Yury A. Rakhmanin¹, Kamalya Yu. Kuznetsova¹, Mariya A. Kuznetsova^{1,2}, Roman V. Gorenkov^{2,3}, Oleg Y. Tararikov⁴, Andrey A. Drozdov⁴

Best available technologies: selection of domestic disinvasion products in the treatment of industrial waste water and their sediments

¹A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Hygiene of the Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, 119121, Russian Federation;

²Institute for Leadership and Healthcare Management, Higher School of Healthcare Management, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation;

³N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, 105064, Russian Federation;

⁴Union of Lime Producers, Voronezh, 394043, Russian Federation

Introduction. The authors carried out a comparative analysis of Russian and foreign approaches to regulatory and legal regulation of technologies for industrial treatment of wastewater and its sediments concerning parasitic pathogens. The scientific and applied aspects of introducing domestic lime-containing reagents into disinvasion technology, which can be an alternative to energy-intensive and expensive water treatment methods, have been updated. For consideration by the R.F. Department of water and communal services, the work presents a comparative analysis of Russian and European regulatory and legal acts on the use of reagent compositions of slaked/quicklime in industrial technologies for decontamination and disinfection of sewage and their sediments. Standardization of processes and quality of wastewater disinvasion and its sediments with justification of measures to strengthen hygienic control in the world community of water treatment is updated. **Materials and methods.** Applied methods of overview, comparative analysis to evaluate the regulatory and legal regulation of technological techniques that ensure parasitocidal efficiency of wastewater treatment and its sediments in industrial water treatment.

Results. The data of full-scale studies of the waters of the surface reservoirs of the Moscow region and the quality of wastewater treatment at discharge points indicate the low efficiency of disinvestment of urban wastewater from centralized wastewater disposal, entering the hydraulic structures of the metropolis and their contribution to the total level of high parasitic pollution of surface water sources.

Conclusion. The analysis of the regulatory regulation of the wastewater treatment and sediments industry showed no development of standardization of wastewater and sediments treatment sub-processes and their complete disinvasion according to parasitic safety criteria. A comparative analysis of measures to enhance hygienic assessment of the quality of cleaning and production of secondary products from formed waste and sediments also showed that preliminary work was done with best available technologies (BAT-5) (information technology support (ITS) 10-2015) on compliance with the sanitary legislation of the Russian Federation, including in terms of legal regulation of standard procedures for the production of by-product (biogas, organic fertilizer, soil, recultivant, etc.) or practically non-hazardous or low-hazard waste intended for placement in the environment.

Key words: parasitological and environmental water safety; disinvasion; liming; lime-containing composite reagents; the best available treatment technologies; regulatory regulation; hygienic assessment of parasitic efficiency of water treatment

For citation: Rakhmanin Yu.A., Kuznetsova K.Yu., Kuznetsova M.A., Gorenkov R.V., Tararikov O.Yu., Drozdov A.A. Best available technologies: selection of domestic disinvasion products in the treatment of industrial waste water and their sediments. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2020; 99 (12): 1324-1329. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1324-1329> (In Russ.)

For correspondence: Kamalya Yu. Kuznetsova, MD, Ph.D., leading researcher of the Laboratory of Microbiology and parasitology of the Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: KKuznetsova@cspmrz.ru

Information about the authors:

Rakhmanin Yu.A., <https://orcid.org/0000-0003-2067-8014>; Kuznetsova K.Yu., <https://orcid.org/0000-0003-2176-7852>

Kuznetsova M.A., <https://orcid.org/0000-0001-8243-5902>; Gorenkov R.V., <https://orcid.org/0000-0003-3483-7928>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: Rakhmanin Yu.A. – research concept and design, editing; Kuznetsova K.Yu. – research concept and design, writing a text; Kuznetsova M.A., Tararikov O.Yu., Drozdov A.A. – the collection and processing of the material; Gorenkov R.V. – writing a text. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: July 31, 2020

Accepted: December 15, 2020

Published: January 25, 2021

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ), до 80% всех заболеваний в мире связано с употреблением питьевой воды неудовлетворительного качества. Значительную роль имеют нарушения санитарно-гигиенических требований при организации водоснабжения. По определению ВОЗ, питьевая вода, подаваемая населению, должна быть безопасной в отношении кишечных инфекций, безвредной по химическому составу и высококачественной по своим органолептическим свойствам [1]. Гигиенические показатели загрязнений в составе различных видов вод определяют объёмы и направления технических приёмов и технологических решений в водоочистке и водоподготовке для предотвращения рисков возникновения кишечных инфек-

ций, распространяемых водным путём [2]. Данный аспект деятельности водоочистных сооружений (далее – ВОС) является базовым [3]. В эпоху коммерциализации производственных отношений в ведомстве водно-коммунального хозяйства (далее – ВКХ) важно сохранение государственно-го подхода к решению очень сложных и застарелых проблем хозяйствования отрасли, что предполагает рациональное использование сырьевых ресурсов и наработанного научного потенциала страны для реализации долгосрочных программ по обеспечению биобезопасности страны [4, 5]. Одним из направлений в деятельности ВКХ, согласно ст. 42 Конституции РФ, является обеспечение прав граждан на благоприятную окружающую среду и на достоверную информации о её состоянии, возмещение ущерба, причинённого здоровью неблагоприятной окружающей средой. Обеспечение

экологической безопасности и цивилизованное развитие экологически приемлемых систем должно проходить в условиях без присущих этим процессам крайностей и с учётом накопленного положительного опыта [6, 7].

Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения на основе анализа результатов федеральных статистических наблюдений показывает, что за период 2006–2015 гг. через очистные сооружения на полную биологическую очистку в среднем ежегодно поступало около 10 833 млн м³ сточных вод (далее – СВ). За этот период образовано около 62,1 млн тонн осадков сточных вод 75% влажности в среднем. При этом показатель в 2015 г. составил около 5,6 млн тонн, то есть ½ объёмов выработки СВ за указанный период, или около 61 кг/чел. в год [8]. По данным Романенко Н.А., загрязнённость СВ яйцами гельминтов и цистами патогенных кишечных простейших достигает 100% в стоках свиноводческих хозяйств, 96,4% – в городских сточных водах, 95,6% – в поверхностных стоках, 56,5% – в поверхностных водах, 13,2% – в питьевой воде [9].

Оптимальной технологией полного уничтожения паразитарных патогенов в составе сточных вод и их осадков является тепловая обработка при воздействии температуры не менее 70 °С или замораживание осадков [3]. Эти процессы – достаточно энергоёмкие и, по мнению экспертов ВКХ, представляют «экономически невыгодный сценарий применения наилучших доступных технологий» и «в целом сложившуюся в России ситуацию с обеззараживанием осадка следует оценить как недопустимую» [6].

Альтернативным методом ведущие европейские страны и США регламентируют и применяют на практике технологии очистки сточных вод (СВ) и их осадков (ОСВ) с применением химических реагентов в композиции с известью или с негашёной известью для дезинвазии осадков [7]. Эту проблему также активно анализируют ведущие специалисты по развитию ВКХ РФ. В частности, Данилович Д.А. [10] указывает на возможность комплексного использования гашёной (Са(ОН)₂) и негашёной извести (СаО) для дезинвазии осадков за счёт эффектов существенного повышения рН и температуры в химической реакции. Дополнительное разъяснение о деструктивном воздействии на яйца гельминтов негашёной извести при обработке ОСВ были получены в АКХ им. К.Д. Памфилова и ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана при проведении совместных испытаний обеззараживающего эффекта известьесодержащего реагента «Х» [11].

Обеззараживание разных типов производимых и потребляемых вод в отношении цист/ооцист патогенных простейших, яиц гельминтов как наиболее устойчивых биологических агентов к средствам обеззараживания и способных выживать длительное время в окружающей среде является областью нормативного правового регулирования и актуализации контроля гигиенических показателей [12–14].

Разработка научно обоснованных предложений и внедрение реагентных технологий, обеспечивающих комплексное решение обеззараживания и дезинвазии сточных вод и их осадков как направление деятельности ВКХ РФ сохраняет востребованность на практике водоочистки.

Предметом исследования явилось изучение разработанности наилучших доступных технологий (НДТ) с применением гашёной/негашёной извести в российских и зарубежных промышленных технологиях дезинвазии сточных вод и их осадков.

В связи с чем целью исследования явился анализ российских подходов к стандартам дезинвазии сточных вод и их осадков, изложенных в регламентах Информационно-технического справочника (ИТС) 10-2015 (Россия), а также их сравнение с «Требованиями к поправке Sludge Декрета сточных вод с особым вниманием к параметрам гигиены», представленным в 2009 г. в Отчёте № UBA-FB 001245 (Германия) [15] с обоснованием выводов на основании данных об эффективности дезинвазии сточных вод на разных водоочистных сооружениях г. Москва [16].

Материал и методы

Применён аналитический метод оценки нормативно-правового регулирования технологий дезинвазии сточных вод и их осадков в промышленных объёмах в Российской Федерации. Для сравнительного анализа использованы результаты санитарно-паразитологических исследований поверхностных вод и сточных вод на выпуске в р. Москва (2015–2017 гг.).

Результаты

Введённый в действие Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (далее – ИТС 10-2015) является документом по стандартизации технологических, технических и управленческих решений, принимаемых при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения в поселениях и городских округах, который вызвал полемику в сообществе гигиенистов в связи с противоречием политики ВКХ федеральному законодательству РФ в области санитарии, гигиены и эпидемиологии [3, 7]. В ИТС 10-2015 приоритетным является эколого-экономическая эффективность и достижение инвестиционной привлекательности наилучших доступных технологий (НДТ) при реструктуризации сооружений очистки стоков в ущерб эффективности их санитарного обеззараживания, неприемлемость технологии дехлорирования после хлорирования (доочистки). «Недостижимые требования» ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения в ИТС 10-2015 также признаны сдерживающим фактором инвестиционных программ, или, как изложено в документе, «применение доочистки должно рассматриваться как НДТ только в строго ограниченных ситуациях строгой охраны водных объектов» (раздел 6), а «термин «наилучшие» в данных условиях должен означать наибольшую экологоэкономическую эффективность технологии – максимальное количество предотвращённого вреда окружающей среде на рубль вложенных средств». Соответственно такому подходу в политике НДТ библиографический список ИТС 10-2015 не содержит ссылку на Федеральные законы от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и от 07.02.1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей» с очень ясной позицией, а для применения полного цикла дезинвазии (уничтожения паразитарных патогенов) в сточных водах и их осадках введены технологические ограничения (раздел 5).

В ИТС 10-2015 имеется ссылка на возможное заимствование «зарубежных технологий, по которым, однако, отсутствует информация об опыте их применении на территории Российской Федерации» (р. 7, стр. XI).

Рассмотрим подходы к технологическим приёмам обеспечения очистки СВ и ОСВ в отношении паразитарных патогенов в мировой практике. Так, «Правилами обработки поверхностных вод для питьевой воды» (США) с 1989 г. показателем эффективной водоподготовки является дезинвазия на уровне 99,9% лямблий (*Giardia*, s. *Lambliia*), а с 2002 г. по настоящее время – на уровне 90% и для криптоспоридий (*Cryptosporidium*) [17–19]. При этом регулирующим критерием оценки эффективности очистки выбран *Cryptosporidium* или *E. coli*. В п. 2.2.1 Отчёта № UBA-FB 001245 (2008) (далее – Отчёт) эпидемиологическая значимость патогенов в ОСВ определена в отношении *Cryptosporidium* и яиц аскариды (*Ascaris* spp.). При этом в п. 2.2.4 Отчёта сформирован перечень возможных паразитарных патогенов, в который дополнительно включены: цисты/ооцисты простейших *Cryptosporidium parvum*, *Amoeba histolytica*, *Giardia*, s. *Lambliia*, *Toxoplasma*, *Sarcocystis* spp.; яйца ленточных червей (цестод) *Tenia* spp., *Diphyllobothrium*, *Echinococcus granulosus*; яйца круглых червей *Ascaris* spp., *Ancylostoma duodenale*, *Toxocara* spp., *T. trichiurus*. При этом в Отчёте представлен более расширенный список паразитарных патогенов по сравнению с переч-

нем из Руководства «О безопасной питьевой воде» (ВОЗ, 3-е издание, 2014), актуализированный для оценки санитарного состояния СВ и объектов окружающей среды. Для территории Российской Федерации из данного списка исключений нет. Таким образом, ориентируясь на обоснованные результаты исследований, в Отчёте (п. 2.2.5) уровни устойчивости паразитарных патогенов в сточных водах при термической обработке определены в диапазоне $T +70\text{ }^{\circ}\text{C}$, достаточной для полной их дезинвазии. Из перечня зарегистрированных отечественных известьесодержащих реагентов препарат «Дезолак» при реакции взаимодействия с ОСВ обеспечивает выделение тепла порядка $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$... $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ [11]. Вероятно, дополнительные исследования паразитоцидного действия указанного препарата могли бы способствовать его успешному и альтернативному энергоёмким технологиям применению для комплексного обеззараживания + дезинвазии в промышленной очистке ОСВ.

ИТС 10-2015 содержит необоснованные и неправомерные размышления о том, что «обязательность обеззараживания очищенных вод – весьма дискуссионный вопрос. Нормативные правовые акты Российской Федерации требуют проводить обеззараживание всех объёмов сбрасываемых сточных вод» (р. 2, п. 2.1.1, стр. 63), где в части «Обобщённое описание процесса очистки городских сточных вод (ГВС)» (табл. 2.1) признают необязательными подпроцессы очистки осадка первичных отстойников, избыточного активного ила: 1) обеззараживание очищенной либо доочищенной воды, которая «по нормативным документам – обязательный подпроцесс. Однако экологическая целесообразность отсутствует, а санитарно-эпидемиологическая – зависит от местных условий водопользования и сезона сброса» (в ред. ИТС 10-2015); 2) аэробная и анаэробная стабилизация; 3) реагентное обеззараживание; 4) тепловое обеззараживание. При этом из подпроцессов «использование минеральных реагентов (хлорное железо, известь) считают устаревшим методом, который практически повсеместно в настоящее время заменён на безальтернативный метод кондиционирования органическими флокулянтами» (в ред. ИТС 10-2015 р. 4, п. 4.2.3.2.1.1, стр. 227).

То есть гигиеническая целесообразность применения реагентов заменена эстетическим эффектом кондиционирования, что важно, но второстепенно в области безопасных технологий. В Отчёте известкование, аэробная-термофильная и анаэробная-термофильная очистка и пастеризация признаны перспективными технологиями, обеспечивающими высокую вероятность гибели всех патогенов в СВ и ОСВ. При этом в Отчёте процессы длительного хранения и гумификации ОСВ признаны недостаточно эффективными методами очистки, так как, по некоторым данным, через 11 мес хранения в них обнаруживают энтеровирусы, а до 14% яиц аскарид сохраняют жизнеспособность. В отношении эффективности компостирования в Отчёте нет утвердительной позиции со ссылкой на разную информацию подтверждения надёжной дезинвазии ОСВ. При этом указана необходимость применения всех доступных методов, использующих тепло, изменение рН или других химических свойств среды и губительно воздействующих на патогены для достижения полной санитарной обработки ОС и ОСВ (п.п. 3.7, 3.9 Отчёта). Для обработки жидкого шлама, обезвоженного осадка наиболее эффективным методом рекомендовано использование извести и/или доломита гидратной извести $(\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot (\text{MgCa}(\text{OH})_2))$ в комплексе с негашёной – СаО (п.п. 3.1, 3.7 Отчёта). При этом режимы дезинвазии в отношении «постоянных форм червя-яиц» подлежат научному подтверждению (16.3 Резюме Отчёта).

Для сравнения рассмотрим, как решены проблемы стандартизации процессов, подпроцессов очистки ГВС в справочниках НДТ российских и зарубежных законодательных инициатив.

Согласно п. 2 Постановления Правительства РФ от 23 декабря 2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разра-

ботки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям», ИТС имеют статус документов национальной системы стандартизации. В ИТС 10-2015 стандартизация процессов и подпроцессов очистки СВ, ПСВ, ОСВ не разработана. При этом задачами подотрасли по очистке сточных вод являются «обеспеченные специально разработанными технологиями и методами расчёта: удаление грубодисперсных примесей, песка, плавающих веществ; удаление органических загрязнений (без выделения индивидуальных веществ); удаление соединений азота и фосфора; обеззараживание очищенных вод; обработка осадков сточных вод с целью получения побочной продукции (биогаза, органического удобрения, почвогрунта, рекультиванта и т. п.) или практически неопасного или малоопасного отхода, предназначенного для размещения в окружающей среде» (р. 1, п. 1.2, п/п 1.2.1, стр. 21).

Согласно тексту Отчёта, эффективная очистка достигается при надёжном снижении исходного количества патогенов, в том числе паразитов (на примере яиц аскарид), на 4 лг.

В Отчёте предложен перечень тест-организмов для биологической и химической обработки и производственного контроля её качества с гигиенической оценкой по 3 уровням эффективности обеззараживания и дезинвазии, выраженных в достижении эффекта снижения тест-организмов на 5 порядков. Эти стандарты распространяются только для обезвоживания осадков (вкладка № 16). Критерии оценки качества «окончательного», то есть обработанного ОСВ, компоста ОСВ и их смесей были разработаны с опережением требований постановлений Европейского союза (ЕС) о сточных водах, исходя их принципа дифференциального подхода к областям их применения. В связи с чем разработаны санитарные требования и контроль производства удобрений, отходов и вторичного сырья из переработки ОСВ с последующей сертификацией товара и непрерывным мониторингом этапов производства в соответствии с разработанными нормативно-правовыми документами с областями регулирования (п. 4.2 табл. 19, п. 5 табл. 20, п. 5.3 табл. 22 Отчёта). ВКХ РФ эти вопросы в ИТС 10-2015 не рассматривает.

Перспективными технологиями в Отчёте признаны распад осадка сточных вод, тепловая (полная) сушка, солнечная сушка. В отношении применения последнего способа в зависимости от климатических зоны расположения водоочистных сооружений необходимо иметь дополнительное научно-практическое обоснование.

Обсуждение

Паразитарные болезни относятся к группе потенциально опасных заболеваний и включены в перечень социально значимых заболеваний и перечень заболеваний, представляющих опасность для окружающих (Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2004 г. № 715 «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих», Постановление Правительства РФ от 13 июля 2012 г. № 710 «О внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2004 г. № 715»).

Согласно данным, полученным авторами (2015–2017 гг.), средняя нагрузка на 1 л поверхностных вод достаточно высока и исходно составила $6-7 \cdot 10^2$ экз./л по загрязнённости яйцами и личинками гельминтов; 10^3 экз./л – цистами патогенных и условно патогенных простейших. Поверхностные воды, отобранные в разных точках речного стока на территории водного бассейна р. Москва, на всём его протяжении характеризуются не только высокой степенью, но и значительным видовым разнообразием паразитарного загрязнения. Загрязнённость поверхностных вод яйцами гельминтов характеризовалась присутствием пропативных форм:

- более 7 видов паразитов рода *Nematodae*, в том числе таксономической принадлежностью к 4 видам, имеющим

медицинское значение: *Toxocara* spp., *Ascaris* spp., *Trichostrongylus* spp., *Trichocephalus trichirius*, что наиболее распространено в Московском регионе. Выявленные патогены относятся к возбудителям антропозоонозных паразитарных болезней — аскаридоза, токсокароза, трихостронгилоидоза, трихоцефалёза, наиболее распространённых в структуре паразитарной заболеваемости населения; факторами передачи являются загрязнённые почвой руки, продукты питания, плодоовощная продукция;

- 4 вида паразитов рода *Cestodae*, в том числе онкосферы *Taenia* spp., *Echinococcus* spp., среди которых известно более 9 паразитических видов, инвазия которыми реализуется при употреблении недоброкачественной мясной продукции и субпродуктов, воды, плодоовощной продукции, загрязнённой контаминированной почвой. Тениозы выявляются в основном среди работников свиноводческих и животноводческих хозяйств, которые значительно уменьшили свою мощность и выпуск продукции, в связи с чем эти заболевания регистрируются спорадически, а эхинококкозы, в структуре заболеваемости занимающие значительное место, относятся к группе онкологических заболеваний паразитарного происхождения;
- 4 вида пропатогивных форм простейших, цисты *Lambliа* spp., *Blastocystis* spp., *Cryptosporidium* spp., *Entamoebae* spp., представляют в большей степени угрозу развития групповой и вспышечной заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями протозойной этиологии, что связано с биологическими особенностями их высокой устойчивости к действию дезинфицирующих средств.

Сравнительный анализ эффективности дезинвазии СВ при разных технологических условиях их очистки проводили по количественному и видовому составу в спусковом канале ВОС. Так, СВ в спусковом канале на Курьяновской ВОС характеризовались содержанием *Blastocystis* spp. (10^3 экз./л) и условно патогенных простейших *Entamoebae* spp. (10^2 экз./л.); на Зеленоградской ВОС — *Blastocystis* spp. (10^2 экз./л); в Люберецкой ВОС — *Lambliа* spp. (10^3 экз./л), *Blastocystis* spp. — (10^3 экз./л), *Entamoebae* spp. (10^3 экз./л). Таким образом, анализ полученных данных показал, что, независимо от применяемой технологии очистки, водоочистные сооружения на р. Москва не обеспечивают полную дезинвазию сточных вод в отношении патогенных и условно патогенных простейших.

В Правилах US SWTR (США) показатели эффективности водоочистки в зависимости от исходного количества и принятой технологии оцениваются достижением дезинвазии 99,9% лямблий (*Giardia*, s. *Lambliа*) и 90% криптоспоридий (*Cryptosporidium*); также установлен технический регламент снижения их уровней на этапах очистки на Iг-порядок до полного отсутствия патогенов на конечном цикле [7].

Заключение

Проведённый анализ нормативно-правового отраслевого регулирования показал недостаточную разработанность критериев стандартизации подпроцессов очистки СВ, ОСВ и их полной дезинвазии.

Полученные результаты натурных исследований уровней паразитарного загрязнения поверхностных вод Московского региона подтверждают низкую эффективность дезинвазии городских СВ централизованного водоотведения и поверхностных сточных вод, вносящих вклад в суммарный уровень паразитарного загрязнения поверхностных водоисточников.

Сравнительный анализ мер по усилению гигиенической оценки качества очистки и производства вторичной продукции из образованных отходов и осадков также показал недостаточную проработанность НДТ-5 (ИТС 10-2015) на соответствие Федеральному закону № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в основополагающей части правового регулирования стандартных процедур производства побочного продукта (биогаза, органического удобрения, почвогрунта, рекультиванта и т. п.) или практически не опасного или малоопасного отхода, предназначенного для размещения в окружающей среде.

Следует отметить, в ИТС 10-2019 в определённой степени восполнены не учтённые в ИТС 10-2015 положения о необходимости обеспечения эпидемиологической безопасности процессов очистки в подотрасли ВКХ РФ. С учётом этого использование проверенных и традиционных энергосберегающих технологий реагентной очистки СВ и ОСВ, например, известкование или применение известных отечественных реагентов на основе извести, могло бы обеспечить достаточный уровень дезинвазии и комплексное решение технологии полного обеззараживания и надёжной дезинвазии сточных вод и их осадков.

Литература

(п.п. 1, 18, 19 см. References)

2. Рахманин Ю.А., Синицына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(5): 4–10.
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. М.; 2015.
4. Онищенко Г.Г. Критерии опасности загрязнения окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2003; 82(6): 3–4.
5. Михайлова Р.И., Рыжова И.Н., Алексеева А.В., Каменецкая Д.Б., Кочеткова М.Г., Иксанова Т.И. Актуальные проблемы водообеспечения населения РФ. В кн.: *Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей «Российская гигиена — развивая традиции, устремляясь в будущее»*. М.; 2017: 294–7.
6. Боголюбов С.А. Перспективы развития экологического законодательства. *Вестник ОГУ*. 2003; (4): 98–9.
7. Кузнецова К.Ю., Загайнова А.В., Пригодин А.В., Сергиев В.П. Водометоды к очистке сточных вод: новые угрозы национальной системе биологической безопасности. В кн.: *Материалы Международного форума Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды «Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения»*. М.; 2017: 239–40.
8. Рахманин Ю.А. Научно-методические основы изучения, оценки и регламентирования биологических факторов в гигиене окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2010; 89(5): 4–8.
9. Романенко Н.А. Санитарная паразитология — важное научное направление в профилактике паразитарных болезней. *РЭТ-Инфо*. 2001; (1).
10. Данилович Д.А. Современные методы обеззараживания осадков сточных вод. *Наилучшие доступные технологии*. 2018; (6): 63.
11. Методическое пособие. Применение комплексной, известковой реагентной добавки «Дезолак» для стабилизации и обеззараживания осадков сточных вод на предприятиях ВКХ РФ. Воронеж; 2017.
12. Асланова М.М., Сыскова Т.Г., Черникова Е.А. Паразитологический мониторинг как составная часть эпидемиологического надзора за гельминтозами в Российской Федерации. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2014; (1): 13.
13. Рахманин Ю.А., Журавлев П.В., Алешня В.В., Панасовец О.П., Артемова Т.З., Загайнова А.В. и соавт. Научное обоснование совершенствования санитарно-бактериологического мониторинга при питьевом водопользовании. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(6): 68–72.
14. Кузнецова К.Ю., Сергиев В.П., Шевырева М.П., Бойко Е.А. Новые законодательные инициативы по решению актуальных вопросов по профилактике паразитарных болезней в здравоохранении. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2018; (4): 52–61.
15. Федеральное министерство окружающей среды, природы и безопасности ядерных реакторов. Отчет № UBA-FB 001245 «Требования к

- поправке Sludge Декрета сточных вод с особым вниманием к параметрам гигиены». Research Report 206 33 202 UBA-FB. Dessau; 2009.
16. Загайнова А.В., Кузнецова К.Ю., Артемова Т.З., Недачин А.Е., Юдин С.М. Изучение выживаемости бактериальных и паразитарных микроорганизмов и вирусов при разном уровне и типах химического загрязнения воды поверхностных водоемов. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2018; (3): 36–44.
17. US Surface Water Treatment Rules (SWTR). Правила обработки поверхностных вод в США для питьевой воды. Spartan Environmental Technologies, LLC (LT2ESWTR); 2003.

References

- WHO. LeChevallier M.W., Au K.K., eds. Water treatment and pathogen control: Process efficiency in achieving safe drinking water. London: IWA Publishing; 2004. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/water-treatment-and-pathogen-control/en/
- Rakhmanin Yu.A., Sinitsyna O.O. Status and updating of tasks to improve scientific, methodological and regulatory frameworks in the field of human ecology and environmental hygiene. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2013; 92(5): 4–10. (in Russian)
- Information and technical reference on the best available technologies ITS 10-2015. Wastewater treatment using centralized drainage systems of settlements, urban districts. Moscow; 2015. (in Russian)
- Onishchenko G.G. Criteria for risks of environmental pollution. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2003; 82(6): 3–4. (in Russian)
- Mikhaylova R.I., Ryzhova I.N., Alekseeva A.V., Kamenetskaya D.B., Kochetkova M.G., Iksanova T.I. Actual problems of water supply for the population of the Russian Federation. In: *Materials of the XII All-Russian Congress of Hygienists and Sanitary Doctors «Russian Hygiene – Developing Traditions, we are Striving for the Future» [Materialy XII Vserossiyskogo s'ezda gigienistov i sanitarnykh vrachev «Rossiyskaya gigiena – razvivaya traditsii, ustremlyayemsa v budushchee»]*. Moscow; 2017: 294–7. (in Russian)
- Bogolyubov S.A. Prospects for the development of environmental legislation. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2003; (4): 98–9. (in Russian)
- Kuznetsova K.Yu., Zagaynova A.V., Prigodin A.V., Sergiev V.P. Departmental approaches to wastewater treatment: new threats to the national system of biological safety. In: *Materials of the International Forum of the Scientific Council of the Russian Federation on Human Ecology and Environmental Health «Ecological Problems of Our Time: the Identification and Prevention of the Adverse Effects of Anthropogenic Determinants and Climate Change on the Environment and Public Health» [Materialy Mezhdunarodnogo foruma Nauchnogo soveta RF po ekologii cheloveka i gigiene okruzhayushchey sredy «Ekologicheskie problemy sovremenosti: vyavleniye i preduprezhdeniye neblagopriyatnogo vozdeystviya antropogenno determinirovannykh faktorov i klimaticheskikh izmeneniy na okruzhayushchuyu sredy i zdorov'e naseleniya»]*. Moscow; 2017: 239–40. (in Russian)
- Rakhmanin Yu.A. Scientific and methodological foundations for the study, evaluation and regulation of biological factors in environmental health. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2010; 89(5): 4–8. (in Russian)
- Romanenko N.A. Sanitary parasitology is an important scientific direction in the prevention of parasitic diseases. *RET-Info*. 2001; (1). (in Russian)
- Danilovich D.A. Modern methods of disinfecting sewage sludge. *Nailuchshie dostupnye tekhnologii*. 2018; (6): 63. (in Russian)
- Methodical manual. The use of complex, lime containing reagent additives «Desolak» for stabilization and disinfection of sewage sludge at the enterprises of the WSS of the Russian Federation. Voronezh; 2017. (in Russian)
- Aslanova M.M., Syskova T.G., Chernikova E.A. Parasitological monitoring as part of epidemiological surveillance for helminth infections in the Russian Federation. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*. 2014; (1): 13. (in Russian)
- Rakhmanin Yu.A., Zhuravlev P.V., Aleshnya V.V., Panasovets O.P., Artemova T.Z., Zagaynova A.V., et al. Scientific substantiation of improving sanitary-bacteriological monitoring during drinking water use. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2014; 93(6): 68–72. (in Russian)
- Kuznetsova K.Yu., Sergiev V.P., Shevyreva M.P., Boyko E.A. New legislative initiatives to address current issues in the prevention of parasitic diseases in healthcare. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*. 2018; (4): 52–61. (in Russian)
- Federal Ministry of the Environment, Nature and Safety of Nuclear Reactors. Report No. UBA-FB 001245 «Requirements for the Sludge Amendment of the Wastewater Decree with a Special Attention to Hygiene Parameters». Research Report 206 33 202 UBA-FB. Dessau; 2009.
- Zagaynova A.V., Kuznetsova K.Yu., Artemova T.Z., Nedachin A.E., Yudin S.M. Studying the survival of bacterial and parasitic microorganisms and viruses at different levels and types of chemical pollution of water in surface water bodies. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*. 2018; (3): 36–44. (in Russian)
- US surface water treatment rules for drinking water. US Surface Water Treatment Rules (SWTR). Spartan Environmental Technologies, LLC (LT2ESWTR), USA; 2003
- Linden K.G., Shin G.A., Faubert G., Cairns W., Sobsey M.D. UV disinfection of Giardia lamblia cysts in water. *Environ. Sci. Technol.* 2002; 36(11): 2519–22. <https://doi.org/10.1021/es0113403>
- Linden K.G., Shin G.-A., Sobsey M.D. Comparative effectiveness of UV wave-lengths for the inactivation of cryptosporidium parvum oocysts in water. *Water Sci. Tech.* 2001; 43(12): 171–4.