

Читать  
онлайн  
Read  
onlineАлексеева А.В.<sup>1</sup>, Рахманин Ю.А.<sup>1,2</sup>, Тюрина И.А.<sup>1</sup>, Лебедь-Шарлевич Я.И.<sup>1</sup>

## Системы оценки и сертификации реагентов, материалов и технологий, используемых при водоподготовке в России и за рубежом (обзор литературы)

<sup>1</sup>ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, 119121, Москва, Россия;

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Россия

### РЕЗЮМЕ

Статья содержит обзор нормативных регламентов, посвящённый методическим подходам к системам оценки и сертификации реагентов, материалов и технологий, используемых при водоподготовке в России и за рубежом. При поиске литературы использовали следующие базы данных: Pubmed, Scopus, Web of Science, MedLine, Global Health, РИНЦ, а также метод поиска на основе ключевых слов и цитирования.

Используемые в водоподготовке реагенты и материалы не должны ухудшать органолептические свойства воды, поддерживать рост микроорганизмов, обладать цитотоксическим и мутагенным действием. Оценка их безопасности включает изучение примесей, химических и физических свойств, максимальные дозы, поведение в воде, трансформацию в разных средах, миграцию и кумулятивный эффект. Во многих странах реагенты, оборудование и материалы подлежат сертификации различными организациями и специализированными лабораториями, устанавливаются процедуры контроля, охватывающие закупку, проверку, обращение, хранение и техническое обслуживание для гарантированного качества. Вместе с тем используются разные критерии и нормы для оценки этих параметров (от 0,1 ПДК до ПДК в вытяжке), различные методики. Методология проведения исследований, условия постановки эксперимента и методы оценки полученных результатов также существенно различаются, что может приводить к несопадению и конечных результатов, следовательно, к разрешению или отсутствию такового на применение в питьевом водоснабжении. Стандартизация методик и критериев обеспечит комплексный и всесторонний подход к выбору реагентов и материалов, контактирующих с питьевой водой, устраним имеющиеся противоречия, поможет объединить усилия множества организаций для создания оптимального варианта нормирования.

**Ключевые слова:** водоподготовка; питьевое водоснабжение; реагенты и материалы, контактирующие с водой; безопасность; методология оценки

**Для цитирования:** Алексеева А.В., Рахманин Ю.А., Тюрина И.А., Лебедь-Шарлевич Я.И. Системы оценки и сертификации реагентов, материалов и технологий, используемых при водоподготовке в России и за рубежом (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2024; 103(2): 113–119. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-2-113-119> <https://elibrary.ru/qacodu>

**Для корреспонденции:** Алексеева Анна Венидиктовна, кандидат мед. наук, начальник отд. гигиены ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва. E-mail: AAlekseeva@csp.mz.ru

**Участие авторов:** Алексеева А.В. — концепция и дизайн исследования, написание текста, сбор материала и обработка данных, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Рахманин Ю.А. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Тюрина И.А. — сбор материала и обработка данных; Лебедь-Шарлевич Я.И. — сбор материала и обработка данных. *Все соавторы* — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследования проводились в рамках государственного задания по теме «Мониторинг» в ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

Поступила: 04.12.2023 / Принята к печати: 28.01.2024 / Опубликована: 15.03.2024

Anna V. Alekseeva<sup>1</sup>, Yuriy A. Rakhmanin<sup>1,2</sup>, Irina A. Tyurina<sup>1</sup>, Yana I. Lebed-Sharlevich<sup>1</sup>

## Assessment and certification systems for reagents, materials and technologies used in water treatment in Russia and abroad

<sup>1</sup>Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the FMBA, Moscow, 119121, Russian Federation;

<sup>2</sup>Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of a Consumer and Man Wellbeing, Mytitschi, 141000, Russian Federation

### ABSTRACT

The article contains an overview of regulatory standing orders devoted to the issues of methodological approaches to assessment and certification systems of reagents, materials, and technologies used in water treatment in Russia and abroad. When conducting a literature search, the following databases were used: Pubmed, Scopus, Web of Science, MedLine, Global Health, RSCI, as well as a search method based on keywords and citations.

Reagents and materials used in water treatment must neither impair the organoleptic properties of water, support the growth of microorganisms, nor have a cytotoxic or mutagenic effect. Their safety assessment includes studies of impurities, chemical and physical properties, maximum doses, behaviour in water, transformation in different environments, migration, and cumulative effects. Reagents, equipment, and materials in many countries are subject to certification by various organizations and specialized laboratories. There are established procedures for their control, including procurement, inspection, handling, storage, and maintenance to ensure quality. At the same time, there is a number of differences: various criteria and standards are used to assess these parameters (from 0.1 MPC to MPC in the hood), and unlike methods. The research methodology, experimental conditions and methods for assessing the results obtained also differ significantly, which can lead to differences in the final results concluding permission and not permission for use in drinking water supply. Standardization of methods and criteria will provide an

*integrated and comprehensive approach to the selection of reagents and materials in contact with drinking water, eliminate existing contradictions, and help to unite the efforts of many organizations to create an optimal standardization option.*

**Keywords:** water treatment; drinking water supply; reagents and materials in contact with water; safety; assessment methodology

**For citation:** Alekseeva A.V., Rakhmanin Yu.A., Tyurina I.S., Lebed-Sharlevich Ya.I. Assessment and certification systems for reagents, materials and technologies used in water treatment in Russia and abroad. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(2): 113–119. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-103-2-113-119> <https://elibrary.ru/qacodu> (In Russ.)

**For correspondence:** Anna V. Alekseeva, MD, PhD, Head of the Hygiene Department of the Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: AAlekseeva@cspmz.ru

**Contribution:** Alekseeva A.V. – concept and design of the study, writing the text, collecting material and processing data, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Rakhmanin Yu.A. – concept and design of the study, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Tyurina I.A. – collection of material and data processing; Lebed-Sharlevich Ya.I. – collection of material and data processing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: December 4, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: March 15, 2024

## Введение

Доступ к безопасной питьевой воде имеет принципиальное значение для здоровья будучи одним из основных прав человека и составной частью эффективной политики в области охраны здоровья [1, 2]. Для обеспечения населения безопасной питьевой водой в настоящее время используются различные реагенты и методы водоподготовки, системы водоснабжения. В современных условиях обеспечение населения доброкачественной питьевой водой является актуальной проблемой, поскольку реагенты и технологии должны обладать достаточной эффективностью очистки воды из источников питьевого водоснабжения, потенциально загрязнённых такими соединениями, как поли- и перфторалкильные вещества, фармацевтические препараты, искусственные наночастицы, микропластик и др. [3, 4], попадающими в поверхностные воды вследствие развития промышленности. Все эти соединения уже были обнаружены в источниках питьевой воды и даже в водопроводной воде, что превращает её в потенциальный источник риска для организма человека. Присутствие соединений с доказанной токсичностью [5, 6] в водоисточниках вызывает обеспокоенность в связи с возможной угрозой качеству и безопасности питьевой воды и способностью водоочистных станций на достаточном уровне эффективности справиться с этой проблемой. В настоящее время усиленно разрабатываются научные основы технологий обработки воды, учитывающие специфику этой отрасли, а именно большие объёмы воды, чрезвычайно малые концентрации растворённых веществ, требуемая высокая степень очистки, вплоть до полного отсутствия антропогенных загрязнений, при водоподготовке бутилированной вод [7]. Эти способы и методы водоподготовки должны быть эффективными и безопасными, но в то же время не должны ухудшать характеристик уже очищенной воды. Это же касается и санитарно-технического состояния водопроводных сетей. В связи с этим во многих странах существует ряд национальных и независимых систем оценки и сертификации добавок и материалов, контактирующих с питьевой водой. В качестве примера можно привести Датское агентство по охране окружающей среды, которое имеет собственную схему анализа пригодности пластмассовых материалов для использования в системах водоснабжения. Так, в Дании трубы из полипропилена не используются для водоснабжения, и европейский стандарт в целом не подготовлен для их применения [8]. Во многих странах подобные системы также отсутствуют либо не применяются. Ещё одна проблема современных городов – длительное использование трубопроводов, вследствие чего материалы, из которых они изготовлены, могут деградировать и ухудшать качество питьевой воды. Поэтому необходимы знания о долгосрочных эффектах миграции химических веществ из материалов [9]. Кроме того, есть мнение, что так называемые «коктейльные» эффекты веществ, которые могут взаимодействовать

в композитных материалах, недостаточно исследованы как с точки зрения потенциального воздействия на здоровье, так и с точки зрения рабочих характеристик продуктов [9]. В настоящем обзоре собрана информация о подходах разных стран к регулированию применения материалов и реагентов в питьевом водоснабжении, проведён анализ нормативных правовых и методических документов, действующих на территории зарубежных стран и в России.

## Оценка материалов и реагентов, применяемых в питьевом водоснабжении в Европейском союзе

С 12 января 2021 г. на территории Европейского союза (ЕС) действует новая Директива ЕС 2020/2184 [10], которая полностью вступит в силу в течение двух лет, когда войдёт в законодательство стран-участниц. В прежней Директиве 98/83/ЕС учитывались только параметры оценки качества воды, но не было единых требований к продуктам, контактирующим с питьевой водой. Из-за этого на территории ЕС образовалось более 15 различных сертификационных и испытательных организаций, регулирующих лицензирование продуктов и материалов, применяемых в питьевом водоснабжении [11]. Государства – члены ЕС в основном не координировали усилия при реализации требований Директивы, в результате чего возникло множество национальных нормативов при отсутствии гармонизированных стандартов [11]. Это препятствовало свободному обращению таких материалов и продуктов и противоречило принципам внутреннего рынка ЕС [12, 13].

В новой Директиве уделяется внимание реагентам и фильтрующим материалам, используемым для обработки воды, стандартам качества материалов и продуктов, контактирующих с питьевой водой, а также европейским спискам веществ, разрешённых для производства материалов, контактирующих с водой. Эти списки создаются при содействии Европейского химического агентства (ECHA), а разработкой стандартов для единообразных испытаний и тестирования продуктов на соответствие требованиям Директивы занимается Европейский комитет по стандартизации (CEN) [13, 14]. Наряду с вышеупомянутой Директивой на территории ЕС действуют несколько документов, устанавливающих требования к реагентам и материалам, применяемым в питьевом водоснабжении. Например, Регламент Европейского парламента и Европейского совета ЕС № 305/2001 по строительной продукции (Construction Products Regulation, CPR), цель которого – гарантировать соответствие строительного оборудования и материалов, находящихся в обращении на территории ЕС, установленным стандартам и обеспечивать безопасность и защиту жизни и здоровья населения, имущества и окружающей среды при изготовлении данных материалов. В частности, они не должны выделять в питьевую воду опасные вещества или вещества, которые иным образом оказывают

негативное воздействие на питьевую воду [15]. Требования к реагентам для питьевого водоснабжения в ЕС установлены Регламентом 528/2012/ЕС «Положение о биоцидных веществах» (Biocidal Products Regulation, BPR). Это нормативно-правовой акт, которым регулируется порядок производства, маркировки, размещения на рынке и использования биоцидных веществ, применяемых для защиты людей, животных, материалов или изделий от вредоносных организмов, таких как паразиты или бактерии. Биоцидные реагенты и активные вещества делятся на четыре категории и двадцать три типа, один из которых – дезинфицирующие средства для питьевой воды. Основные требования к биоцидным реагентам:

- должны быть достаточно эффективны;
- не должны оказывать неприемлемого воздействия на организмы-мишени, в частности не должны вызывать резистентность;
- биоцидные реагенты или их остатки не должны оказывать немедленного или отложенного, прямого или косвенного негативного воздействия на здоровье людей, животных и окружающую среду.

Выпуск биоцидного продукта на рынок запрещается, если он классифицируется как токсичный или очень токсичный, относится к канцерогенам 1-й или 2-й категорий, мутагенам 1-й или 2-й категорий, оказывает влияние на репродуктивную функцию, обладает эндокринными разрушающими свойствами или оказывает нейротоксическое или иммунотоксическое действие [16]. Согласно данному регламенту, все биоцидные реагенты требуют разрешения, прежде чем они могут быть размещены на рынке, а активные вещества, содержащиеся в них, должны быть предварительно одобрены [17].

### Оценка материалов и реагентов для питьевого водоснабжения в Германии, инициатива 4MS

В Германии действует Постановление о качестве воды для потребления людьми TrinkwV в качестве реализации Директивы ЕС 98/83/ЕС и постепенно происходит переход к внедрению требований новой Директивы 2020/2184. В параграфе 11 регламентируются материалы для водоподготовки и методы дезинфекции. Так, в соответствии с пунктом 1 при добыче, очистке и распределении питьевой воды могут использоваться только материалы для очистки, включённые в список Федерального министерства здравоохранения (Bundesministerium für Gesundheit, BMG). Список должен содержать требования к использованию этих веществ, а именно: допустимость добавок, ПДК остатков и продуктов реакции, остающихся в питьевой воде, цели использования и другие условия применения. Список содержит также перечни минимальных концентраций свободного хлора, диоксида хлора или других обрабатываемых веществ для конечной дезинфекции, регламентирует испытания, необходимые при обработке материалов. Для дезинфекции питьевой воды могут использоваться только те процедуры, которые внесены в список, который ведёт Федеральное агентство по окружающей среде. Включение веществ в список происходит только в том случае, если вещества и процессы достаточно эффективны при условиях, упомянутых в пункте 1. Пункт 5 параграфа 15 разъясняет процесс включения препаратов или методов дезинфекции в списки, разрешающие их использование. Параграф 17 содержит требования к системам для забора, обработки и распределения питьевой воды, в соответствии со вторым разделом этого параграфа материалы, которые используются для нового строительства или обслуживания систем добычи, обработки и распределения питьевой воды, контактируют с питьевой водой, не должны прямо или косвенно отрицательно влиять на здоровье человека, на запах, вкус воды. Также эти материалы не должны выделять в питьевую воду вещества в концентрациях, превышающих общепринятые технологические нормативы. В соответ-

ствии с разделом 3 параграфа 17 Федеральное агентство по окружающей среде Германии (Umweltbundesamt, UBA) устанавливает критерии оценки сооружений для забора, очистки и распределения питьевой воды. В соответствии с разделом 7 параграфа 17 при добыче, обработке и распределении питьевой воды могут применяться только вещества или предметы, разрешённые для контакта с неочищенной питьевой водой, и могут использоваться лишь физические или химические процессы, предназначенные для питьевого водоснабжения [17, 18].

До 21 марта 2021 г. действовало руководство по гигиенической оценке органических материалов, контактирующих с питьевой водой (Руководство КТВ). Оно было заменено базой данных для оценки пластмасс и других органических материалов. Этой же базой заменено руководство по гигиенической оценке смазочных материалов, контактирующих с водой. UBA разработало правила на переходный период, пока база оценки не станет обязательной (переходный регламент КТВ-BWGL; оценка размеров стекловолокна в соответствии с директивами UBA) [19].

Инициатива 4MS (Member State) – совместные усилия по сотрудничеству четырёх стран (Германия, Франция, Нидерланды и Великобритания), позволившие, несмотря на сложность гармонизации, разработать общие подходы к оценке металлических, органических и цементных материалов, контактирующих с водой [20, 21]. Позднее к инициативе 4MS присоединилась Дания. 4MS используют (или планируют использовать) общие либо сопоставимые практики по следующим направлениям [22]:

- приемлемость компонентов, используемых в материалах, контактирующих с питьевой водой;
- тестирование материалов;
- использование общих методов испытаний и установка уровней приемлемости;
- спецификация испытаний продукции;
- обзор заводского производственного контроля и установление требований к аудиторским испытаниям;
- оценка органов по сертификации и тестированию.

Цель инициативы 4MS – создать Положительные списки (Positive List) органических веществ, металлических и цементных материалов, эмалей и керамических материалов. Вещества-кандидаты, включение которых в список возможно, – это вещества из существующих национальных положительных списков стран-участниц, бывшие ранее в «Объединённом списке». Эти вещества могут быть перенесены в Положительный список после рассмотрения 4MS. Вещества, разрешённые для использования в материалах, контактирующих с пищевыми продуктами (Food Contact Materials, FCM), также включаются в список как разрешённые для использования в материалах, контактирующих с питьевой водой [10, 23].

Сравнительная оценка методических подходов к оценке полимерных материалов в России и Германии подробно представлена в статье [24]. Оценка металлических материалов производится UBA на основании заявки производителя или заявителя. Исследования проводятся аккредитованными лабораториями. Коррозионные свойства материалов или компонентов, изготовленных из них, UBA не оценивают. Оценка материалов ограничивается только гигиенической пригодностью – проверкой на соответствие продукта «списку составов» и испытанием на соответствие продукта требованиям к свойствам поверхности (определение наличия органических материалов в виде остатков производственного процесса, характеристика исходной поверхности, покрытие в местах контакта с водой, соответствие компонентов европейским и (или) национальным нормативным требованиям) [25]. Сплавы, не попадающие в категории «Списка составов», могут быть протестированы и добавлены в список с помощью создания новой категории.

Оценка цементных материалов регулируется рабочим листом DVGW W 347 «Гигиенические требования к цементно-связанным материалам в секторе питьевой воды – испытания и оценка» (до 21 марта 2021 г.). Если в продукции

присутствует более 25% органических компонентов, действует KTW-BWGL (DVGW W 270), в котором описываются методы оценки усиления роста микроорганизмов на неметаллических материалах, контактирующих с питьевой водой [26, 27]. Если необходима оценка сырья для производства цементных материалов, не включённых в рабочий лист W 347 DVGW, то возможна его оценка Федеральным агентством по окружающей среде [19]. Для цементных изделий заводского изготовления (бетонные трубы или облицовка из цементного раствора для чугунных труб) возможно подтверждение гигиенической пригодности готового продукта на основе исследований сегментов труб при условии, что продукт всегда изготавливается из одних и тех же материалов. Если все составляющие продукта соответствуют требованиям и имеют соответствующие сертификаты, проверку готового продукта не проводят. Также предусматривается тест на миграцию, выполняемый с помощью стандартов DIN EN 196–1 и DIN EN 14944–1. Водные вытяжки анализируют по параметрам запаха, цвета, мутности, концентрации общего углерода и выбранным металлам [26].

### Оценка материалов и реагентов для питьевого водоснабжения в Швеции

Охрана вод регулируется в Швеции Экологическим кодексом SFS 1998: 808, а также руководящими принципами и постановлениями Шведского агентства по охране окружающей среды. Охрана воды в Швеции регулируется также правилами, изложенными в Директиве ЕС 2000/60/ЕС. Таким образом, законодательство Швеции в области водной политики придерживается как стандартов ЕС, так и собственных национальных правил [28].

Национальные правила Швеции (BBR), раздел 6:62, гласят, что установки для водопроводной воды должны быть спроектированы таким образом, чтобы водопроводная вода после крана была гигиеничной, а холодная водопроводная вода после крана должна соответствовать требованиям качества, указанным в правилах Национальной продовольственной администрации для питьевой воды. Также оговаривается, что водопроводные системы должны изготавливаться из таких материалов, которые исключают попадание вредных веществ в водопроводную воду. Установки не должны выделять запах или придавать привкус воде [29]. Согласно BBR, водопроводные системы должны изготавливаться из материалов, не вызывающих миграций вредных веществ в питьевую воду. Однако в правилах не указывается никаких предельных значений для миграции веществ из продуктов и материалов, используемых в водоподготовке, за исключением свинца. Поэтому для такой оценки Швеция использует списки органических материалов и металлов, рекомендуемых для использования другими странами [30]. В Швеции в настоящее время аккредитованы исследовательские институты RISE of Sweden AB и Kiwa Sverige AB для сертификации продуктов и материалов, контактирующих с питьевой водой [30]. Для решения проблем, связанных с качеством питьевой воды, Шведское химическое агентство разработало платформу информации и знаний [31]. Данная платформа позволяет собрать опыт и базу данных о новых материалах и продуктах, следить за рынком в этой области, координировать работу органов власти. Тем не менее до настоящего времени не решена задача выбора методов испытаний для используемых материалов и установки нормативов предельных значений миграции вредных веществ из материалов в питьевую воду [32].

### Оценка материалов и реагентов для питьевого водоснабжения в Австралии

Основным документом, регламентирующим качество питьевой воды в стране и применение реагентов в системах питьевого водоснабжения, является Руководство Австралии по питьевой воде (Australian Drinking Water Guidelines, the ADWG) [33], которое содержит список из 35 веществ,

рекомендованных для использования в водоочистке и водоподготовке. В основе списка лежит решение Комитета Национального совета по здоровью и медицинским исследованиям Австралии «Реагенты, используемые для питьевой воды». Вещества оценивались по цели применения, эффективности достижения этой цели, безопасности для человека при попадании в организм в концентрациях, присутствующих в очищенной воде. Национальный совет по здоровью и медицинским исследованиям Австралии не уполномочен утверждать или рекомендовать новые химические вещества для очистки питьевой воды в дополнение к перечисленным в Руководстве. Если производители, импортёры или предприятия водоснабжения хотят использовать для очистки воды вещества, которых нет в таблице, они должны убедиться, что законодательство на уровне штата или территории не запрещает их использование, а затем обратиться в соответствующие агентства, которые будут рассматривать новые препараты с точки зрения их эффективности и безопасности для здоровья человека и окружающей среды. Оценка безопасности включает изучение примесей, химических и физических свойств, максимальные дозы, поведение в воде, трансформацию в разных средах, миграцию и кумулятивный эффект. Также оценивается потенциальное действие реагентов на материалы, используемые в очистных сооружениях. Устанавливаются процедуры контроля реагентов, в том числе на этапах закупки, проверки, обращения, хранения и технического обслуживания для гарантированного качества. Эти обязанности определяются в контрактах на закупку [33].

Материалы, используемые в системах питьевого водоснабжения, должны соответствовать требованиям стандарта AS/NZS 4020. Products for use in contact with drinking water. Standards Australia/Standards New Zealand [34]. Он разработан на основе британского стандарта BS6920 в 1991 г. и адаптирован к условиям Австралии. Данный стандарт оценивает пригодность товаров и материалов, предназначенных для контакта с питьевой водой, с учётом их влияния на качество воды. Согласно стандарту, такие материалы не должны выделять в воду вещества, которые могут негативно сказаться на здоровье человека и (или) качестве воды. Соединения не должны изменять органолептические свойства воды, поддерживать рост микроорганизмов, обладать цитотоксическим и мутагенным действием.

### Оценка материалов и реагентов для питьевого водоснабжения в Великобритании

В Великобритании и Северной Ирландии материалы, компоненты и оборудование, контактирующие с питьевой водой, должны быть одобрены WRAS (Water Regulations Advisory Scheme). Для получения сертификата необходимо провести испытание продукции в два этапа: первый – проверка на соответствие британским стандартам с целью изучения влияния на органолептические и химические свойства, второй – с целью исследования механических и гидравлических свойств конструкций и механизмов. Стандарт в четырёх частях (последнее обновление – 2014 г.) называется «Пригодность неметаллических материалов и изделий для использования в контакте с водой, предназначенной для потребления человеком, с учётом их влияния на качество воды» (Suitability of non-metallic materials and products for use in contact with water intended for human consumption with regard to their effect on the quality of the water, BS 6920). Это нормативный документ, согласно которому все неметаллические материалы, которые контактируют с водой, предназначенной для бытового использования или производства продуктов питания, должны соответствовать требованиям BS 6920. В нём устанавливаются методы испытаний для оценки пригодности неметаллических материалов: будут ли они придавать запах или привкус воде, вызывать изменение её внешнего вида (цвета или мутности), способствовать росту микроорганизмов, выделять вещества, вредные для здоровья человека, в том числе токсичные металлы [35].

## Оценка материалов и реагентов для питьевого водоснабжения в Америке и Канаде

Закон о безопасности питьевой воды (Safe Drinking Water Act, SDWA) требует, чтобы каждый штаты США самостоятельно нес ответственность за качество питьевой воды. В отличие от Великобритании и Нидерландов на федеральном уровне в США не существует специальной нормативной базы реагентов для очистки питьевой воды. Национальный фонд санитарии (NSF International) и Американская ассоциация водопроводных сооружений (AWWA) разработали стандарты, подробно описывающие минимальные требования к химическим веществам для очистки питьевой воды. Многие штаты включают эти стандарты в свои нормативные положения и правила по безопасной питьевой воде [36]. Соблюдение этих стандартов является добровольным, то есть AWWA не делает их обязательными. Но стандарты обязательны для коммунальных предприятий и регулирующих органов. Стандарты AWWA – это общепринятые стандарты, они разрабатываются добровольными комитетами, членами которых являются представители всех сегментов Сообщества питьевой воды. Члены комитета должны достичь консенсуса, прежде чем стандарт будет отправлен на рассмотрение в Совет по стандартам AWWA и Исполнительный комитет. Совет директоров AWWA принимает решение об окончательном утверждении. Химические стандарты для средств, используемых при очистке питьевой воды, утверждены Американским национальным институтом стандартов (ANSI). Стандарт NSF/ANSI 60 Drinking Water Treatment Chemicals – Health Effects (Реагенты для очистки питьевой воды – влияние на здоровье) устанавливает минимальные требования, касающиеся воздействия на здоровье человека химикатов, химических загрязнений и примесей, попадающих непосредственно в питьевую воду из веществ, применяемых для её очистки.

Химические вещества, попадающие под действие стандарта NSF CAN 60-2020, – это коагулянты и флокулянты (бетонит, хлорид алюминия); вещества, контролирующие коррозию и накипь (фосфорная кислота, монофосфат калия); соединения, влияющие на pH (гидроксид магния, оксид магния); дезинфицирующие средства и окислители (безводный аммиак, хлор); вещества для прочих видов обработки (фторид кальция, сульфат меди). Этот стандарт был разработан в 80-е годы XX века [37]. Ещё один стандарт носит название NSF/ANSI 61 Drinking Water System Components – Health Effects (Компоненты системы питьевой воды – влияние на здоровье). Он охватывает все продукты, контактирующие с питьевой водой или реагентами для очистки питьевой воды, от источника до крана. В настоящее время в 49 штатах США и 11 провинциях (территориях) Канады действуют законы, правила или политика, требующие, чтобы компоненты систем питьевой воды соответствовали стандарту NSF/ANSI/CAN 61 [38]. Некоторые стандарты для питьевой воды сопровождаются сборниками руководящих указаний, позволяющими организовать их эффективное внедрение и соблюдение. В одном из сборников (NSF CAN 600: Health Effects Solvent Criteria) основное внимание уделяется оценке воздействия на здоровье и параметрам химических веществ в питьевой воде. Ранее этот сборник был Приложением А стандарта NSF/ANSI 61 [39]. Сертификация NSF основана на оценке ожидаемых уровней примесей в очищенной питьевой воде с точки зрения здоровья и включает два важных аспекта: анализ продукта для определения нормализованной концентрации «на кране» и токсикологический обзор для определения ориентированной на здоровье допустимой концентрации одного вещества для всех компонентов продукции. Допустимая концентрация одного продукта (SPAC) включает вклад вещества (загрязнителя) в питьевую воду, который может возникнуть из нескольких продуктов или материалов, используемых в системе обработки и распределения, а не только из-за химического продукта, оцениваемого в данный момент. В основном SPAC – это ПДК, разделён-

ная на расчётное количество потенциальных источников вещества из всех продуктов в системе очистки и распределения питьевой воды. Если количество источников неизвестно, применяется значение 0,1 ПДК по умолчанию.

## Оценка материалов и реагентов для питьевого водоснабжения в России

На территории Российской Федерации действует Решение Комиссии Таможенного союза № 299 «О применении санитарных мер в Евразийском экономическом союзе» от 28 мая 2010 г., в котором утверждён перечень продукции, подлежащей контролю и надзору, в том числе материалов и оборудования, используемых в водоподготовке и водоснабжении<sup>1</sup>. В пунктах 1.1 и 1.3 раздела 1 этих Требований установлены гигиенические показатели и нормативы безопасности подконтрольных товаров из перечня. В разделе 3 главы II установлены требования к материалам, реагентам, оборудованию, используемому в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. Согласно пункту 2.1 раздела 3 главы II, они в ходе эксплуатации не должны оказывать вредного воздействия на окружающую среду и здоровье, ухудшать органолептические свойства воды, приводить к увеличению концентрации веществ, выходящих за пределы гигиенических нормативов, способствовать развитию микрофлоры в воде, образовывать соединения и (или) продукты трансформации в концентрациях, превышающих нормативы, оказывать в процессе применения вредное воздействие на здоровье работников. Требования к безопасности закреплены в пунктах 3.1–3.6 раздела 3 главы II Требований. Безопасность обеспечивается благодаря регламентированию содержания в воде химических веществ, примесей и продуктов их трансформации, а в продукте – исходных, побочных химических соединений и других примесей. Оценка безопасности проводится также для конструкционных материалов и внутренних покрытий, новых технологий. Существует Перечень материалов, реагентов и малогабаритных очистных устройств, разрешённых для применения в практике водочистки и водоснабжения, утверждённый Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации в 1992 г. (изм. от 1998 г.)<sup>2</sup>. В нём указаны основные критерии положительной гигиенической оценки новых материалов. Новые материалы допускаются к использованию после гигиенических исследований и экспертизы нормативной документации, импортную продукцию допускают к эксплуатации при наличии оценки сертификата страны-поставщика или результатов исследований, проведённых в России. Оценка проводится в соответствии с «Методическими указаниями по гигиеническому контролю за изделиями из синтетических материалов, предлагаемых для использования в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения» № 2349–81<sup>3</sup>, «Инструкцией по санитарно-химическому исследованию изделий из полимерных материалов, предназначенных для использования в хозяйственно-питьевом водоснабжении и водном хозяйстве» № 4359–87<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) // Решение Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299. В ред. решения Евразийской экономической комиссии от 10.11.2015 г. № 149.

<sup>2</sup> Перечень материалов, реагентов и малогабаритных очистных устройств, разрешённых Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения». Утв. Госкомсанэпиднадзором России 23.10.1992 г. № 01–19/32–11. С изм. от 25.12.1998 г.

<sup>3</sup> Методические указания по гигиеническому контролю за изделиями из синтетических материалов, предлагаемых для использования в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения. Утв. Минздравом СССР 23.03.1981 г. № 2349–81.

<sup>4</sup> Инструкция по санитарно-химическому исследованию изделий из полимерных материалов, предназначенных для использования в хозяйственно-питьевом водоснабжении и водном хозяйстве (утв. Минздравом СССР 05.03.1987 г. № 4259–87).

и «Методическими указаниями по гигиенической оценке фильтрующих материалов, предлагаемых для использования в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения» № 4250–87<sup>5</sup>. Перечень содержит более 350 наименований материалов, реагентов и изделий, в том числе 27 наименований импортной продукции, и состоит из нескольких разделов. Для оценки материалов и реагентов, контактирующих с водой в процессе её подготовки, применяют Методические указания «Питьевая вода и водоснабжение населённых мест. Санитарно-эпидемиологические исследования (испытания) материалов, реагентов и оборудования, используемых для водоочистки и водоподготовки» (МУ 2.1.4.2898–11)<sup>6</sup>, которые распространяются на исследование реагентов, добавляемых в воду, вспомогательного оборудования и конструктивных элементов. Также МУ 2.1.4.2898–11 распространяются на испытания материалов, применяемых для обработки поверхностей оборудования, фильтрующих зернистых материалов, сорбентов и мембран природного и искусственного происхождения, новых технологий, которые могут приводить к усилению миграции, трансформации или поступлению в воду ранее неизученных химических соединений.

Синтетические полиэлектролиты (коагулянты и флокулянты) широко применяются в очистке воды по причине их высокой эффективности, относительной простоты использования, универсальности и надёжности. Более подробно вопросы безопасного использования современных органических реагентов в практике питьевого водоснабжения представлены в статье [40].

## Заключение

Оценка материалов и реагентов, используемых в водо-подготовке и водоснабжении, имеет схожие цели и стратегии в различных странах. Всегда предполагается оценка безопасности для окружающей среды (как среды обитания)

<sup>5</sup> Методические указания по гигиенической оценке фильтрующих материалов, предлагаемых для использования в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения (утв. Минздравом СССР 22.01.1987 г. № 4250–87).

<sup>6</sup> МУ 2.1.4.2898–11. Питьевая вода и водоснабжение населённых мест. Санитарно-эпидемиологические исследования (испытания) материалов, реагентов и оборудования, используемых для водоочистки и водоподготовки. М.: Роспотребнадзор, 2011. 28 с.

и здоровья населения, исследование органолептических, физико-химических свойств и влияния на микробиологические показатели. Материалы и реагенты не должны изменять органолептических свойств воды, поддерживать рост микроорганизмов, обладать цитотоксическим и мутагенным действием. Оценка их безопасности включает изучение примесей, химических и физических свойств, максимальных доз, поведения в воде, трансформации в разных средах, миграции и кумулятивного эффекта. Также оценивают потенциальное действие реагентов на материалы, используемые в водоснабжении.

Реагенты, оборудование и материалы во многих странах подлежат сертификации различными организациями и специализированными лабораториями. Устанавливаются процедуры контроля реагентов, включая закупку, проверку, обращение, хранение и техническое обслуживание для гарантированного качества реагентов. Вместе с тем есть и различия: для оценки этих параметров используются разные критерии, нормы (от 0,1 ПДК до ПДК в вытяжке) и методики. Методология исследований, условия проведения эксперимента и методы оценки полученных результатов также существенно различаются, что может приводить к различию и конечных результатов, от чего зависит разрешение или запрет на применение в питьевом водоснабжении. В одних странах законодательно регламентируется состав компонентов в готовых продуктах, в других – процент миграции из материала либо концентрации вещества в вытяжке. На мировом уровне это не способствует гармонизации и унификации оценки и применения оборудования и материалов.

Стандартизация методик и критериев с учётом мирового опыта и практики в Российской Федерации обеспечит комплексный и всесторонний подход к выбору материалов, контактирующих с питьевой водой, устраним имеющиеся противоречия, поможет объединить усилия множества организаций для создания оптимального варианта нормирования. Только приближенная к реальным условиям применения методология постановки исследований материалов, реагентов и технологий, используемых в питьевом водоснабжении, может гарантировать их всестороннюю безопасность. При всеобщем и постоянном использовании таких методов и стандартов возможен положительный эффект в обеспечении населения качественной и безопасной питьевой водой.

## Литература

(п.п. 3, 4, 6, 8–23, 25–39 см. References)

- ВОЗ. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. Третье издание. Том 1. Женева; 2004.
- Рахманин Ю.А., Онищенко Г.Г. Гигиеническая оценка питьевого водообеспечения населения Российской Федерации: проблемы и пути рационального их решения. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(10): 1158–66. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1158-1166> <https://elibrary.ru/hkiarc>
- Сычева Л.П., Муравьева Л.В., Журков В.С., Михайлова Р.И., Савостикова О.Н., Алексеева А.В. и др. Изучение мутагенного и цитотоксического действия наносеребра и сульфата серебра в половых клетках мышей *in vivo*. *Российские нанотехнологии*. 2016; 11(3–4): 95–100. <https://elibrary.ru/vtptmd>
- Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Алексеева А.В. Бутилированные питьевые воды как фактор повышения качества жизни. *Контроль качества продукции*. 2015; (9): 14–9. <https://elibrary.ru/ugdbsl>
- Алексеева А.В., Савостикова О.Н., Мамонов Р.А. Сравнительный анализ методов оценки возможности применения полимерных материалов в питьевом водоснабжении, закрепленных в законодательствах России и Германии. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2019; (10–2): 263–7. <https://elibrary.ru/uuyvsgo>
- Алексеева А.В., Савостикова О.Н. Вопросы использования современных органических реагентов в практике питьевого водоснабжения (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2023; 102(10): 1029–34. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-10> <https://elibrary.ru/fabczv>

## References

- WHO. Guidelines for ensuring drinking water quality. Third edition. Volume 1. Geneva; 2004.
- Rakhmanin Yu.A., Onishchenko G.G. Hygienic assessment of drinking water supply of the population of the Russian Federation: problems and the way their rational decision. *Gigiena i Sanitariia (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(10): 1158–66. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1158-1166> <https://elibrary.ru/hkiarc>
- Kim K.Y., Ekpe O.D., Lee H.J., Oh J.E. Perfluoroalkyl substances and pharmaceuticals removal in full-scale drinking water treatment plants. *J. Hazard. Mater.* 2020; 400: 123235. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123235>
- Islam M.S., Islam Z., Jamal A.H.M.S.I.M., Momtaz N., Beauty S.A. Removal efficiencies of microplastics of the three largest drinking water treatment plants in Bangladesh. *Sci. Total Environ.* 2023; 895: 165155. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165155>
- Sycheva L.P., Murav'eva L.V., Zhurkov V.S., Mikhaylova R.I., Savostikova O.N., Alekseeva A.V., et al. Study of cytogenetic and cytotoxic effects of nanosilver and silver sulfate in germ cells of mice *in vivo*. *Rossiyskie nanotekhnologii*. 2016; 11(3–4): 256–62. <https://doi.org/10.1134/S1995078016020191> <https://elibrary.ru/wwfqez>
- Zhu Q., Li H., Wen Z., Wang Y., Li X., Huang T., et al. Perfluoroalkyl substances cause Leydig cell dysfunction as endocrine disruptors. *Chemosphere*. 2020; 253: 126764. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126764>
- Rakhmanin Yu.A., Mikhaylova R.I., Alekseeva A.V. Bottled drinking water as a factor in improving the quality of life. *Kontrol' kachestva produktsii*. 2015; (9): 14–9. <https://elibrary.ru/ugdbsl> (in Russian)

## Review article

8. Restinformation. Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. BEK nr 1070; 2019. Available at: <https://retsinformation.dk/eli/Ita/2019/1070>
9. Strategi för material i kontakt med dricksvatten. RAPPORT 2016:15. Available at: <https://www.svensktvatten.se/om-oss/nyheter-lista/nyheter-dricksvatten/strategi-for-material-i-kontakt-med-dricksvatten/>
10. EUR-Lex. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast). Document 32020L2184. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184>
11. Euractiv. Castell-Exner C. EU must guarantee the safety of materials and products in contact with drinking water. Available at: <https://euractiv.com/section/health-consumers/opinion/eu-must-guarantee-the-safety-of-materials-and-products-in-contact-with-drinking-water/>
12. EUR-Lex. Regulation (EU) 2019/515 of the European Parliament and of the Council of 19 March 2019 on the mutual recognition of goods lawfully marketed in another Member State and repealing Regulation (EC) No 764/2008. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/515/oj>
13. European Commission. Mutual recognition of goods. Available at: [https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/free-movement-sectors/mutual-recognition\\_it](https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/free-movement-sectors/mutual-recognition_it)
14. European Commission. Legislation. Available at: [https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/legislation\\_en.html](https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/legislation_en.html)
15. EUR-Lex. Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32011R0305>
16. EUR-Lex. Regulation (EU) No 528/2012 of the European Parliament and of the Council of 22 May 2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02012R0528-20191120>
17. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV). Available at: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/t/trinkwasser>
18. Umwelt Bundesamt. Evaluation Criteria and Guidelines. Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/drinking-water/distributing-drinking-water/evaluation-criteria-guidelines#introduction>
19. Umwelt Bundesamt. Information zur Bewertung von Ausgangsstoffen zur Herstellung von zementgebundenen Werkstoffen im Kontakt mit Trinkwasser. Available at: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/information\\_zu\\_zementgebundenen\\_werkstoffen\\_version\\_3\\_de.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/information_zu_zementgebundenen_werkstoffen_version_3_de.pdf)
20. Umwelt Bundesamt. Approval and Harmonization – 4MS Initiative. Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/drinking-water/distributing-drinking-water/approval-harmonization-4ms-initiative>
21. CIRCABC. Water policy – Library. Available at: [https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/SWD\\_2016\\_428\\_F1.pdf](https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/SWD_2016_428_F1.pdf)
22. Umwelt Bundesamt. Approval and Harmonization – 4MS Initiative. Available at: <https://clck.ru/399TWR>
23. Umwelt Bundesamt. 4MSI Common Approach on Organic Materials in Contact with Drinking Water. 2nd Revision, 12 August 2020 Available at: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/common\\_approach\\_on\\_organic\\_materials\\_-\\_part\\_a\\_methodologies\\_for\\_testing\\_and\\_accepting\\_starting\\_substances\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/common_approach_on_organic_materials_-_part_a_methodologies_for_testing_and_accepting_starting_substances_0.pdf)
24. Alekseeva A.V., Savostikova O.N., Mamonov R.A. Methodical issues of assessment of possibility of application in drinking water supply of polymeric materials. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2019; (10–2): 263–7. <https://elibrary.ru/uuyvgo> (in Russian)
25. MS Common Approach: Acceptance Of Metallic Materials Used For Products In Con-tact With Drinking Water. 4 th Revision, Version 2 (references corrected) 16 July 2021. Available at: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/ca\\_mm\\_part\\_a\\_-\\_methodologies\\_for\\_testing\\_and\\_accepting\\_compositions\\_july\\_2021\\_rev04\\_version\\_2.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/ca_mm_part_a_-_methodologies_for_testing_and_accepting_compositions_july_2021_rev04_version_2.pdf)
26. SlidePlayer. Wymagania higieniczne dla materiałów cementowych kontaktujących się z wodą do spożycia Dr Andreas Koch. Available at: <https://slideplayer.pl/slide/422705/>
27. Beuth. Publishing DIN. DIN EN 16421:2015-05. Available at: <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-16421/208499971>
28. Material i kontakt med dricksvatten – myndighetsroller och ansvarsfrågor. Delbetänkande av Dricksvattenutredningen; 2014. Available at: <https://www.svensktvatten.se/globalassets/dricksvatten/distribution/sou-material-i-kontakt-med-dricksvatten.pdf>
29. Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (1993:57) – föreskrifter och allmänna råd; beslutade den 10 april 2006. — URL: <https://vetro.se/wp-content/uploads/2015/01/Boverkets-Byggregler-BBR.pdf>
30. SvensktVatten. — URL: <https://www.svensktvatten.se/om-oss/nyheter-lista/nyheter-svenskt-vatten/vilka-material-ar-okej-att-anvanda-i-kontakt-med-dricksvatten/>
31. Statens offentliga utredningar. Available at: <http://www.sou.gov.se/>
32. SvensktVatten. — URL: <https://www.svensktvatten.se/om-oss/nyheter-lista/nyheter-dricksvatten/strategi-for-material-i-kontakt-med-dricksvatten/>
33. NHMRC. Australian Drinking Water Guidelines (ADWG). Available at: <https://www.nhmrc.gov.au/about-us/publications/australian-drinking-water-guidelines>
34. Standards Australia. AS/NZS 4020:2018. Products for use in contact with drinking water. Standards Austral-ia/Standards New Zealand. Available at: <https://www.standards.org.au/standards-catalogue/sa-snz/waterandwasteservices/ch-034/as-slash-nzs--4020-colon-2018>
35. Water Regulations Advisory Scheme, WRAS, BS 6920. Available at: <https://www.waterregsuk.co.uk/information/legislation/glossary/bs6920/>
36. AWWA. Standards list. American Water Works Association. Available at: <https://www.awwa.org/Publications/Standards/Standards-List>
37. NSF/ANSI 60. Drinking Water Treatment Chemicals – Health Effects. Available at: <https://www.nsf.org/knowledge-library/nsf-ansi-standard-60-drinking-water-treatment-chemicals-health-effects>
38. NSF/ANSI 61. Drinking Water System Components – Health Effects. Available at: [https://d2evkimvhatqav.cloudfront.net/documents/NSF-ANSI\\_61\\_watemarked.pdf](https://d2evkimvhatqav.cloudfront.net/documents/NSF-ANSI_61_watemarked.pdf)
39. Overview of NSF/ANSI/CAN 600 and Updated Health Effects Criteria. Available at: <https://www.nsf.org/knowledge-library/updated-health-criteria-paints-coatings>
40. Alekseeva A.V., Savostikova O.N. Issues of using modern organic reagents in the practice of drinking water supply (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(10): 1029–34. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-10> <https://elibrary.ru/fabczy> (in Russian)

**Сведения об авторах:**

**Алексева Анна Венидиктовна** — канд. мед. наук, начальник отд. гигиены, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия. E-mail: AAlekseeva@cspmz.ru

**Рахманин Юрий Анатольевич** — доктор мед. наук, профессор, академик РАН, гл. науч. сотр. ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия. E-mail: awme@mail.ru

**Тюрина Ирина Алексеевна** — биолог отд. профилактической токсикологии и медико-биологических исследований, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия. E-mail: ITurina@cspmz.ru

**Лебедь-Шарлевич Яна Ивановна** — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отд. профилактической токсикологии и медико-биологических исследований, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия. E-mail: YaSharlevich@cspmz.ru

**Information about the authors:**

**Anna V. Alekseeva**, MD, PhD, Head of Department of hygiene. Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-0422-8382> E-mail: AAlekseeva@cspmz.ru

**Yuriy A. Rakhmanin**, MD, PhD, DSci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief scientific adviser of the Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0003-2067-8014> E-mail: awme@mail.ru

**Irina A. Turina**, biologist, Department of preventive toxicology and biomedical research, Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-9364-5654> E-mail: ITurina@cspmz.ru

**Yana I. Lebed-Sharlevich**, MD, PhD, Senior Researcher of the Department of preventive toxicology and biomedical research. Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-4249-1093> E-mail: YaSharlevich@cspmz.ru