

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

Читать
онлайн
Read
onlineКузьмин С.В.¹, Бударина О.В.¹, Рахманин Ю.А.^{1,2}, Пинигин М.А.^{1,2}, Додина Н.С.¹,
Сковронская С.А.¹

Перспективы развития и гармонизации гигиенического нормирования с учётом риска возникновения запаха в атмосферном воздухе

¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия;²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, 119121, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Присутствие специфического запаха в атмосферном воздухе при формальном соблюдении природоохранного законодательства предприятиями — источниками выбросов свидетельствует о необходимости актуализации методологии гигиенического нормирования веществ, обладающих ольфакторным действием.

Цель работы — анализ современных методических подходов к обоснованию нормативов на обладающие запахом сложные многокомпонентные смеси веществ, содержащихся в выбросах различных производств, в атмосферном воздухе и обоснование путей гармонизации с зарубежной практикой в этой области знаний.

Материалы и методы. В работе систематизированы существующие подходы к регулированию качества атмосферного воздуха в районах расположения источников выбросов пахучих веществ с учётом отдельных положений нормативных и методических документов. Обобщён многолетний опыт авторов в разработке принципов и критериев количественной санитарно-гигиенической оценки качества среды обитания и здоровья населения, а также изучены посвящённые данной проблеме публикации.

Результаты. Сформулированы основные принципы гигиенического нормирования допустимого содержания в атмосферном воздухе многокомпонентных смесей веществ с учётом их запаха. Обоснование гигиенических нормативов проводится с выделением веществ, определённых как приоритетные (индикаторные), по результатам изучения особенностей технологических процессов производства и формирования выбросов, ольфакторных свойств исследуемой смеси в экспериментальных условиях с обеспечением возможности контроля установленного норматива в атмосферном воздухе аттестованными инструментальными методами анализа.

Ограничения исследования связаны с тем, что в данной статье не отражены отдельные лежащие вне её фокуса вопросы разработки всей системы управления качеством окружающей среды с учётом риска возникновения запаха в атмосфере. Это станет предметом следующих публикаций.

Заключение. Гигиеническое нормирование запаха, являющееся частью системы управления качеством воздуха, для минимизации риска воздействия этого неблагоприятного фактора целесообразно осуществлять по результатам всесторонней оценки промышленного предприятия — источника возникновения запахов в конкретных условиях.

Ключевые слова: гигиеническое нормирование; загрязняющие вещества; атмосферный воздух; раздражающий навязчивый запах; ольфакто-одориметрические исследования; единицы запаха; инструментальные методы; органолептический контроль

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Кузьмин С.В., Бударина О.В., Рахманин Ю.А., Пинигин М.А., Додина Н.С., Сковронская С.А. Перспективы развития и гармонизации гигиенического нормирования с учётом риска возникновения запаха в атмосферном воздухе. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(2): 96–103. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-2-96-103> <https://elibrary.ru/bvtxvx>

Для корреспонденции: Бударина Ольга Викторовна, доктор мед. наук, гл. науч. сотр. отд. анализа риска здоровью населения ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи. E-mail: budarina.ov@fncg.ru

Участие авторов: Кузьмин С.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование статьи; Бударина О.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Рахманин Ю.А. — написание текста, редактирование статьи; Пинигин М.А. — концепция и дизайн исследования; Додина Н.С. — сбор и обработка материала, редактирование статьи; Сковронская С.А. — сбор и обработка материала. 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. Исследование выполнено в рамках государственного задания № 121090800064–5.

Поступила: 11.12.2023 / Принята к печати: 28.12.2023 / Опубликована: 15.03.2024

Sergey V. Kuzmin¹, Olga V. Budarina¹, Yuri A. Rakhmanin^{1,2}, Migmar A. Pinigin^{1,2},
Natalia S. Dodina¹, Svetlana A. Skovronskaya¹

Prospects of the development and harmonization of hygienic standardization taking into account the risk of odour in the ambient air

¹Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman» of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytischy, 141014, Russian Federation;²Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The presence of a specific odour in the ambient air in the areas where various enterprises are located with formal compliance with environmental legislation indicates the need to update the methodology of hygienic standardization of odourous substances.

The purpose of the work is to analyze modern methods of the establishment of standards for odourous complex multicomponent mixtures of substances in the atmospheric air and substantiate ways to harmonize them in this field of knowledge.

Materials and methods. The paper systematizes existing approaches to regulating the quality of atmospheric air in areas where odorous emissions sources are located, taking into account certain provisions of regulatory and methodological documents, publications on approaches, and criteria for quantitative sanitary and hygienic assessment of the quality of the environment and public health, as well as the authors' long-term experience in this field.

Results. The basic principles of hygienic standardization of the permissible content of odorous mixtures of substances in the atmospheric air taking into account their odour are formulated. The substantiation of hygienic standards is carried out with the allocation of substances identified as priority (indicator), based on the results of studying the production technology and the formation of emissions, olfactory properties of the mixture under experimental conditions, with the possibility of monitoring the established standard in atmospheric air by certified instrumental methods of analysis.

Limitations. The limitations of the study are due to the fact that this article does not fully reflect the issues of the development of the entire atmospheric air quality management system taking into account the risk of odour outside the focus of this work, which will be covered in the preparation of the following articles.

Conclusion. The ongoing process of harmonization of domestic and foreign approaches used in hygienic standardization including the field of regulation of atmospheric air pollution by specific odours makes it necessary to significantly expand approaches to the issues of rationing and assessment of environmental pollution by complex multicomponent emissions of odour-source enterprises taking into account modern experience.

Keywords: hygienic standardization; pollutants; ambient air; odour annoyance; olfacto-odorimetric studies; odour units; instrumental methods; organoleptic control

Compliance with ethical standards. The study does not require the submission of the conclusion of the biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Kuzmin S.V., Budarina O.V., Rakhmanin Yu.A., Pinigin M.A., Dodina N.S., Skovronskaya S.A. Prospects of the development and harmonization of hygienic standardization taking into account the risk of odour in the ambient air. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian Journal*. 2024; 103(2): 96–103. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-2-96-103> <https://elibrary.ru/bvtxvx> (In Russ.)

For correspondence: Olga V. Budarina, MD, PhD, DSci., Chief Researcher of the Department of Risk Analysis for Public Health of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytitschi, 141014, Russian Federation. E-mail: budarina.ov@fngc.ru

Contribution: Kuzmin S.V. – research concept and design, article editing; Budarina O.V. – research concept and design, material collection and processing, text writing; Rakhmanin Yu.A. – text writing, article editing; Pinigin M.A. – research concept and design, article editing; Dodina N.S. – collection and processing of the material, editing of the article; Skovronskaya S.A. – collection and processing of the material. 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 was carried out within the framework of the state task No. 121090800064-5.

Received: December 11, 2023 / Accepted: December 28, 2023 / Published: March 15, 2024

Введение

Накопленный с середины прошлого века отечественный опыт гигиенического нормирования пахучих веществ (более трети веществ из всего перечня имеющих ПДК в атмосферном воздухе согласно СанПиН 1.2.3685–21¹) позволил разработать методические подходы к установлению гигиенических нормативов с учётом порогов запаха, соответствующего класса опасности и коэффициентов запаса, определяемых по углу наклона графика зависимости вероятности ощущения неопределённого запаха от концентрации [1]. Таким образом, в основе обоснования гигиенических нормативов химических веществ в атмосферном воздухе лежит не только их безопасность в отношении развития токсических эффектов, но и обеспечение психологического и социального благополучия, комфортной среды обитания в соответствии с определением понятия «здоровье», данным Всемирной организацией здравоохранения (1946 г.). Однако, как показала практика, соблюдение индивидуальных ПДК_{м.р.} не всегда гарантирует отсутствие навязчивого, вызывающего жалобы населения запаха в атмосферном воздухе в районах размещения отдельных предприятий-источников [2].

Данное обстоятельство обусловлено рядом причин, среди которых следует отметить следующие:

- несовершенство методики дозирования и контроля вещества при проведении эксперимента по обоснованию ПДК; низкая чувствительность ранее действовавших методов определения веществ. Например, согласно [3], порогом обнаружения запаха сероводорода являются уровни от 0,0002 до 0,002 мг/м³. Существенные различия (до нескольких порядков) при установлении порогов запаха могут наблюдаться вследствие разных используемых методов получения и дозирования вещества, измерения его концентрации, учёта ольфакторных реакций и обработки полученных результатов, а также особенностей адаптации людей к запаху. Отечественный норматив на сероводород (ПДК_{м.р.}, 0,008 мг/м³), установленный по

результатам изучения адаптометрии [4, 5], находится, по последним данным, на уровне выше порога «неопределённого» запаха и соответствует уровню «навязчивого» запаха (0,007 мг/м³) [3];

- длительность отбора проб при контроле содержания веществ в воздухе. Как известно, отбор проб осуществляется за 20–30-минутный период, в течение которого вырванный запах может смениться слабым, а зачастую и полным его отсутствием. Восприятие же запаха человеком происходит за доли секунды, и этого достаточно для формирования негативной оценки ситуации;
- недостаточный учёт всех выделяющихся загрязняющих веществ в составе сложных многокомпонентных выбросов при их инвентаризации и контроле. Так, с помощью современных аналитических (хромато-масс-спектрометрических и др.) методов установлено, что в выбросах многих предприятий химической, нефтеперерабатывающей, деревообрабатывающей, пищевой и др. промышленности содержится множество веществ (до нескольких сотен) [6], которые не учитывались при разработке проектной документации и установлении нормативов предельно допустимых выбросов. Однако в первую очередь наличие запаха в атмосферном воздухе при соблюдении ПДК_{м.р.} на отдельные пахучие вещества обусловлено сложностью состава большинства выбросов, представляющих собой многокомпонентную смесь пахучих веществ. В тех случаях, когда выбросы имеют чрезвычайно сложный состав веществ (до нескольких сотен наименований), ограничены не только возможность их идентификации аналитическими методами вследствие невысокого содержания каждого составляющего, но и учёт специфического действия комбинации пахучих веществ в составе сложной смеси на обонятельный анализатор человека. Как известно, образующаяся смесь может изменять характеристику запаха отдельных веществ. Например, пороги обнаружения запаха терпеновых углеводородов (пинены, карен, камфен) находятся на уровне десятых долей мг/м³, в то время как в составе выбросов от высокотемпературной обработки древесины их пороги составляют уже сотые доли мг/м³ [7, 8]. Таким образом, разработке методических подходов к обоснованию гигиенических нормативов многокомпонентных

¹ Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

смесей веществ, обладающих ольфакторным действием, в атмосферном воздухе и их гармонизации с зарубежной практикой регулирования запахов в окружающей среде должно быть уделено значительно большее внимание со стороны гигиенического сообщества.

Цель работы — анализ подходов к обоснованию нормативов на обладающие запахом сложные многокомпонентные смеси веществ, содержащихся в выбросах различных производств, в атмосферном воздухе и обоснование путей гармонизации с зарубежной практикой в этой области знаний.

Материалы и методы

В работе систематизированы существующие подходы к регулированию качества атмосферного воздуха в районах расположения источников выбросов пахучих веществ с учётом отдельных положений нормативных и методических документов, публикаций, посвящённых подходам и критериям количественной санитарно-гигиенической оценки качества среды обитания и здоровья населения, представленных в международных базах данных eLIBRARY, Scopus, Web of Science, PubMed, Researchgate, РИНЦ, а также многолетний опыт авторов в области гигиенического нормирования химических веществ.

Проанализированы также предложения, направляемые в органы государственной власти, по вопросу внесения изменений в Федеральный закон № 96-ФЗ² (в части нормирования запаха).

Результаты

Системный анализ научных данных в области регламентирования веществ, обладающих запахом, в воздухе населённых мест показал, что в выбросах многих предприятий содержатся сложные многокомпонентные смеси с количеством веществ, доходящих до десятков и даже сотен, с неизвестным характером комбинированного действия. Однако на сегодняшний день в перечне веществ, имеющих ПДК в атмосферном воздухе, есть лишь несколько комбинаций веществ, содержащихся в выбросах пахучих производств, нормированных по запаху всей смеси (в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21 это «Летучие компоненты выбросов производства пищевых ароматизаторов»; «Летучие органические соединения, образующиеся в процессе высокотемпературной обработки древесины производства ДСП»; «Одорант смесь природных меркаптанов...»; «Летучие компоненты ароматизаторов, применяемых при производстве жевательной резинки»; «Летучие компоненты выбросов предприятий парфюмерно-косметической промышленности»). Согласно принятой практике, при нормировании сложных по своему составу смесей допустимо объединение веществ в случаях, если вещества, входящие в смесь, обладают общим для них биологическим действием (в вышеприведённых примерах — способностью вызывать ощущение запаха). Объединение веществ при нормировании осуществляется по индикаторному (приоритетному) веществу или по группе веществ при условии изучения ольфакторных свойств смеси в экспериментальных условиях с утверждением норматива в установленном порядке. Поэтому система нормирования запаха сложных смесей пахучих веществ должна включать в первую очередь изучение условий формирования выбросов, обладающих ольфакторным действием, их компонентного состава с помощью современных физико-химических методов исследования, выявление приоритетных (индикаторных) веществ, формирующих запахи этих выбросов.

Известно, что из многокомпонентного состава выбросов зачастую сложно выделить конкретные приоритетные (индикаторные) вещества, например, в некоторых выбросах

предприятий пищевой промышленности. Пахучие компоненты не всегда определяются инструментально в концентрациях, вызывающих обонятельные ощущения, поэтому для управления запахом в окружающей среде во множестве законодательств Северной Америки, Европы, Австралии и Азии наряду с предельными значениями для наиболее распространённых пахучих веществ (сероводород, аммиак, меркаптаны и др.) в качестве критериев качества воздуха («критериев приемлемости» или «критериев экспозиции»)³ широко используются величины концентраций запаха в окружающей среде, измеряемые в единицах запаха⁴, которые весьма удобны при сложном составе выбросов [9–12]. Регуляторный статус этих показателей может быть разным — от рекомендуемых значений до стандартов, обязательных к исполнению. Некоторые используемые критерии качества воздуха, выраженные в единицах запаха, представлены в табл. 1.

Так, в штате Манитоба (Канада) в качестве максимально приемлемых уровней установлены величины в 2 ЕЗ для населённых зон и 7 ЕЗ — для промышленных. При этом желаемый (целевой) уровень составляет менее 1 ЕЗ, что меньше порога ощущения запаха. В штате Онтарио в качестве стандарта концентрации запаха за десятиминутный период в атмосферном воздухе также предложена величина в 1 ЕЗ [9].

В Новой Зеландии установлены временные значения для запаха, величина которых зависит от метеорологических условий, при этом для атмосферного воздуха населённых мест с нестабильными условиями установлены более строгие критерии. Рекомендуемые значения в Новом Южном Уэльсе (от 2 до 7 ЕЗ/м³) и Южной Австралии (от 2 до 10 ЕЗ/м³) варьируются в зависимости от плотности населения, и более жёсткие критерии установлены для территорий с высокой плотностью. В Квинсленде (Австралия) критерии зависят от высоты источников выбросов: от 2,5 ЕЗ для наземных и низких источников, до 5 ЕЗ — для высоких. В Австралии все рекомендуемые значения для окружающих запахов (от 1 до 10 ЕЗ/м³) имеют разный период осреднения (от 0,1 с до 1 ч) и ассоциированы с вероятностью их появления (от 99 до 99,9%) [9, 13–15].

В Европе диапазон предельных и целевых значений концентраций запахов составляет от 1 до 10 ЕЕЗ/м³ с вероятностью их появления от 92 до 98% [9, 16–19]. Наиболее передовое европейское законодательство в области регулирования запаха (Нидерланды) предписывает, что рекомендуемые уровни (целевые и предельные значения) ощущаемых запахов должны устанавливаться для каждого источника с учётом их характера и гедонического тона⁵, с более жёсткими величинами для дурнопахнущих выбросов. Например, целевое значение для пекарен — 5 ЕЕЗ/м³ (предельное не установлено), для производства кофе — 2 ЕЕЗ/м³ (предельное — 3,5 ЕЕЗ/м³), для объектов по убою и первичной переработке скота — 0,55 ЕЕЗ/м³ (предельное — 1,5 ЕЕЗ/м³) [9]. Лимитирующие величины также могут различаться в зависимости от категории землепользования территории и плотности населения. Предельные значения запаха полигона твёрдых бытовых отходов в Нидерландах составляют от 0,5 и 3 ЕЕЗ/м³ (целевое и предельное значение соответственно для новых участков) до 1,5 и 3,5 ЕЕЗ/м³ (целевое и предельное значение для существующих объектов) [9].

³ Критерий приемлемости (acceptability criterion) или критерий экспозиции запаха (odour exposure criterion) — уровень экспозиции запаха, который, согласно текущему пониманию, является приемлемым для большинства населения. Выражается в количестве единиц запаха (ЕЗ/м³, ЕЕЗ/м³) как процентиля среднечасового значения в год и основан на исследованиях «доза — эффект», проведённых в отношении ряда промышленных источников пахучих веществ [9–20].

⁴ Единица запаха (ЕЗ, ЕЗ/м³, ЕЕЗ или ЕЕЗ/м³) — масса вещества в 1 м³ нейтрального газа (чистого воздуха), запах которой определяют в лабораторных условиях 50% испытуемых (порог обнаружения). 1 ЕЗ эквивалентна 123 мкг н-бутанола в 1 м³ чистого воздуха. По сути, концентрация запаха в исходном образце — это количество разведений, которое необходимо для того, чтобы достигнуть порога обнаружения (1 ЕЗ).

⁵ Приятность (неприятность) запаха.

² Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ.

Таблица 1 / Table 1

Критерии приемлемости (критерии экспозиции) запаха в разных странах [9–19]**Acceptability criteria (odour exposure criteria) in different countries [9–19]**

Страна Country	Регуляторный статус Regulatory status	Характеристика критерия Characteristics of the criterion	Количественный показатель критерия Quantitative indicator of the criterion
Манитоба (Канада) Manitoba (Canada)	Максимально приемлемый уровень для населённых зон Maximum acceptable level for residential zones	Единица запаха (ЕЗ) Odour unit (OU)	2 ЕЗ / OU
	Максимально приемлемый уровень для промышленных зон / Maximum acceptable level for industrial zones		7 ЕЗ / OU
	Целевое значение / Target value		< 1 ЕЗ / OU
Онтарио (Канада) Ontario (Canada)	Предлагаемый стандарт для наиболее чувствительных рецепторов Proposed standard for most sensitive receptors	Единица запаха (ЕЗ) (время усреднения – 10 мин) Odour unit (OU) (averaging time – 10 min)	1 ЕЗ / OU
Нидерланды Netherlands	Целевое значение для хлебопекарен Target value for bakeries	Европейская единица запаха (ЕЕЗ) как 98-й процентиль (время усреднения – 1 ч)	5 ЕЕЗ / OU _E
	Предельное значение для производства кофе, вкусовых добавок и парфюмерных композиций Limit value for coffee roasters, flavours and fragrances	The European Odour Unit (OU _E) as the 98 th percentile (averaging time is 1 hour)	3,5 ЕЕЗ / OU _E
	Целевое и предельное значение для полигонов твёрдых бытовых отходов (в зависимости от категории землепользования) Target and limit value for composting, organic fraction of domestic waste (depending on the type of land use)		0.5–3.5 ЕЕЗ / OU _E
Ирландия Ireland	Целевое значение / Target value	Европейская единица запаха (ЕЕЗ) как 98-й процентиль (время усреднения – 1 ч)	1.5 ЕЕЗ / OU _E
	Предельное значение для новых объектов свиноводства Limit value for new pig production units	European Odour Unit (OU _E) as the 98 th percentile (averaging time – 1 hour)	3 ЕЕЗ / OU _E
	Предельное значение для существующих объектов свиноводства Limit value for existing pig production plants		6 ЕЕЗ / OU _E
Новый Южный Уэльс (Австралия) New South Wales (Australia)	Критерии для урбанизированных земель с населением свыше 2000 человек Criteria for urban area with a population of over 2000 people	Единица запаха (ЕЗ) как 99-й процентиль (время усреднения – 0,1–1 с)	2 ЕЗ / OU
	—»— от 500 до 2000 / —»— from 500 to 2000	Odour unit (OU) as 99 th percentile (averaging time – 0.1–1 sec.)	3 ЕЗ / OU
	—»— от 125 до 500 / —»— from 125 to 500		4 ЕЗ / OU
	—»— от 30 до 125 / —»— from 30 to 125		5 ЕЗ / OU
	—»— от 10 до 30 / —»— from 0 to 30		6 ЕЗ / OU
	—»— отдельное жильё (≤ 2 человека) —»— single residence (≤ 2 people)		7 ЕЗ / OU
Новая Зеландия New Zealand	Временные рекомендации для населённых территорий с преимущественно нестабильными метеорологическими условиями Interim guidelines for populated areas with presumably unstable conditions	Единица запаха (ЕЗ) (время усреднения – 1 ч) 99,5-й процентиль Odour unit (OU) (averaging time – 1 hour) 99.5 th percentile	1 ЕЗ / OU
	Временные рекомендации для населённых территорий с преимущественно стабильными метеорологическими условиями Interim guidelines for populated areas with presumably stable conditions	—»— 99.5–99.9-й процентиль —»— 99.5–99.9 th percentile	2 ЕЗ / OU
	Временные рекомендации для земель промышленного и сельскохозяйственного назначения (независимо от метеоусловий) Interim guidelines for rural residential areas and industrial lands (regardless of meteoconditions)	—»— 99.5–99.9-й процентиль —»— 99.5–99.9 th percentile	5 ЕЗ / OU

Из приведённых данных вытекает, что нормативы выбросов, в том числе дурнопахнущих веществ, могут регламентироваться с учётом разной степени толерантности населения к запаху, имеющей весьма широкие пределы. В Ирландии население будет квалифицировать запах как «раздражающий» при наличии вблизи уже существующих свиноферм (или «навязчивый» по определению В.А. Рязанова [2]) при более высоких его концентрациях, чем в случае новых свиноферм, поэтому для районов вблизи новых объектов по выращиванию свиней значения установлены

на уровне 3 ЕЕЗ/м³, для районов вблизи существующих объектов – 6 ЕЕЗ/м³ (при целевом значении для широкого круга населения 1,5 ЕЕЗ/м³) [19].

Уровни запаха в атмосферном воздухе в районе размещения объекта – источника выбросов пахучих веществ определяются по результатам ольфактометрических исследований выбросов и моделирования рассеивания запаха в атмосфере.

Следует отметить, что вышеперечисленные критерии, выраженные в ЕЗ/м³, разрабатываются для *прогнозной* оценки запаха, обусловленного сложными многокомпонентны-

Таблица 2 / Table 2

Критерии приемлемости запаха выбросов различных производств и коммунальных объектов в атмосферном воздухе населённых мест (по результатам эпидемиологических и экспериментальных исследований)

Odour acceptability criteria of emissions of various industries and municipal facilities in the atmospheric air of populated areas according to the results of epidemiological and experimental studies

Предприятия и коммунальные объекты – источники выбросов запаха Production and utilities – sources of odorous emissions	Критерии «приемлемости» запаха (критерии экспозиции), ЕЕЗ [9] Odour acceptability criteria (exposure criteria), ОУ _Е [9]	Критерии, полученные в эксперименте, ЕЕЗ [24] Criteria obtained in the experiment, ОУ _Е [24]
Процессы по переработке павших животных, рыбы, их частей и других животных отходов; обработка сточных вод, иловые площадки Processes involving decaying animal or fish remains; septic effluent or sludge	0.5–1.5	1.3
Животноводческие предприятия / Livestock enterprises	1.0–3.0	2.3
Производство кофе / Coffee production	3.5–6.0	3.4–7.3
Производство вкусовых добавок и парфюмерных композиций Fragrance and flavours production	3.5–6.0	3.6–9.3

ми выбросами промышленных объектов, и не предусматривается возможность мониторинга их соблюдения в точках контроля на территориях [10].

Отбор образцов выбросов пахучих веществ, процедура измерения концентрации запаха на выбросе методом динамической ольфактометрии, расчёт рассеивания выбросов запаха детально представлены в [20], а также в ГОСТ Р 58578–2019 [21]. Результаты моделирования рассеивания запаха в контрольных точках селитебной территории (в ЕЗ/м³ или ЕЕЗ/м³) сопоставляются с «критериями экспозиции» (критериями «приемлемости» запаха), принятыми для данного региона, вида деятельности или условий землепользования (см. табл. 1).

Согласно проведённому анализу международной нормативно-методической базы [9–12, 16–18], зарубежный опыт установления указанных критериев основан на результатах длительных и трудоёмких эпидемиологических (в первую очередь опросных) исследований, между тем как простой и эффективный лабораторный метод разработан не был [22, 23]. Поэтому была развёрнута работа по сопоставлению и последующей гармонизации отечественных критериев и методов оценки запаха с используемыми в международной практике при контроле загрязнения атмосферного воздуха веществами, обладающими ольфакторным действием. Результаты показали, что установленные на основе эпидемиологических исследований нормативные значения для различных запахов в ряде зарубежных стран по своему характеру совпадают с полученными данными лабораторных исследований, что позволило на основе сравнения разработать метод прогноза оценки запаха населением, основанный на вероятностной оценке ощущения запаха разной силы в экспериментальных условиях [24].

В соответствии с разработанной методологией проведены исследования выбросов ряда производств и коммунальных объектов, по результатам которых для них были экспериментально обоснованы критерии приемлемости с учётом недопустимости появления в воздухе «навязчивого» запаха. Данные представлены в табл. 2 в сравнении с установленными за рубежом критериями.

Приведённая выше таблица демонстрирует сопоставимость экспериментальных результатов, полученных в лабораторных условиях, со значениями «приемлемости» запаха, установленными на основе трудоёмких эпидемиологических исследований. Система управления качеством атмосферного воздуха в нашей стране обуславливает необходимость контроля соблюдения гигиенических нормативов в атмосферном воздухе, соответственно для предотвращения негативного влияния на население навязчивого запаха сложных многокомпонентных выбросов гигиенические нормативы могут быть установлены для конкретных приоритетных (индикаторных) веществ и выражаться в

единицах массы (мг/м³) с разработкой аттестованных методик измерения в атмосфере.

Таким образом, контроль соблюдения нормативов специфического запаха выбросов проводится по индикаторному веществу (количество которого в выбросах соответствует общему содержанию пахучих веществ, но само вещество может даже не обладать запахом) или приоритетным веществам (обуславливающим специфический запах смеси, вносящим наибольший вклад в суммарную концентрацию в выбросах и атмосферном воздухе, имеющим относительно постоянный состав). Например, норматив летучих органических соединений (ЛОС), определяющих специфический запах выбросов табачных производств, контролируется по содержанию не обладающего запахом никотина, а норматив летучих органических соединений, образующихся в процессе высокотемпературной обработки древесины при производстве ДСП, – по терпеновым углеводородам (α - и β -пинены, лимонен, карен и камфен) [7]. Обобщение результатов аналитических исследований летучих и ограниченно летучих органических соединений, выделяющихся в процессе производства кофе, позволило идентифицировать 17 приоритетных для контроля веществ [25, 26], а при изучении состава выбросов производства пищевых ароматизаторов – 11 веществ [27].

На основании разработанной экспериментальной методологии обоснованы ПДК в атмосферном воздухе ряда сложных смесей веществ, обладающих ольфакторным действием (одорант смесь природных меркаптанов; летучие компоненты выбросов производства пищевых ароматизаторов; летучие органические соединения, образующиеся в процессе высокотемпературной обработки древесины производства ДСП), которые включены в СанПиН 1.2.3685–21.

Обсуждение

В последнее время в органы государственной власти Российской Федерации неоднократно вносились предложения по законопроекту «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» (в части нормирования и мониторинга интенсивности запаха)». Вышеуказанные изменения, предусматривающие существенное расширение системы гигиенического нормирования с внесением в федеральный закон понятий «региональный норматив запаха» и «мониторинг концентрации (интенсивности) запаха», обусловлены отсутствием нормативной базы в отношении запаха как фактора окружающей среды, что не позволяет контролирующим органам принимать меры административного воздействия по отношению к юридическим лицам [12].

В России уже имеется опыт проведения исследований запахов выбросов различных предприятий и коммунальных объектов [28, 29] в соответствии с ГОСТ Р 58578–2019 [21], который регламентирует ольфактометрические методы

измерения запаха. По мнению представителей отдельных субъектов Федерации или отраслей промышленности, принятие подобных критериев позволит предприятиям ставить чёткие цели в борьбе с запахом, обосновывать мероприятия по снижению выбросов и достигать консенсуса с населением [28]. Вместе с тем принятие данного законопроекта вполне обоснованно считается преждевременным по нескольким причинам: недостаточно проработан понятийный аппарат; отсутствует механизм установления норматива запаха на федеральном уровне; не определены исполнительные органы субъекта Российской Федерации в области охраны окружающей среды, в обязанность которым вменяется установление вышеуказанных нормативов, а также функции по мониторингу и контролю (как известно, полномочия в области охраны атмосферного воздуха распределены между несколькими органами государственной власти). Разработка и утверждение критериев качества (безопасности) воздуха по запаху, в том числе с учётом риска его воздействия на население, относится к мерам по предупреждению и устранению вредного воздействия на человека атмосферного воздуха и к компетенции Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека⁶.

Запах нельзя считать вредным для здоровья в строгом смысле, однако он влияет на качество жизни человека. Поэтому в соответствии с [3] предложено при оценке сенсорных эффектов веществ в качестве порога «навязчивости» определять концентрацию, при которой лишь небольшая часть населения (менее 5%) испытывает неприятные ощущения, то есть на уровне порога значение приемлемого риска должно составлять не более 5%, причём в течение малого отрезка времени (менее 2%, или 98-й перцентиль), что согласуется с действующей методологией обоснования гигиенических нормативов для веществ, обладающих рефлекторным действием [1].

В результате многолетних экспериментальных исследований разработан критерий недопустимости «навязчивости» (значение допустимой вероятности ощущения «навязчивого» запаха) – запах силой 3 балла с вероятностью ощущения не более 5%, который положен в основу методологии гигиенического нормирования пахучих веществ, с возможностью его измерения как в единицах концентрации индикаторного химического вещества, так и в единицах запаха [24].

Возможность количественного выражения концентрации пахучих веществ не только в единицах массы, но и в единицах запаха позволит проводить инвентаризацию обладающих запахом выбросов, осуществлять ориентировочную (прогнозную) оценку запаха в районе размещения предприятия, планировать и определять эффективность внедряемых мер по снижению выбросов. Контроль же содержания пахучих веществ в атмосферном воздухе, согласно общеприня-

той практике, должен осуществляться физико-химическими методами по приоритетным (индикаторным) компонентам, на основании которых проводилось обоснование ПДК веществ.

Заключение

В реальной жизни выбросы предприятий – источников запаха представлены не отдельными веществами, а сложными многокомпонентными смесями, причём запаховые характеристики веществ в силу определённых химических взаимодействий в составе смеси могут существенно отличаться от их индивидуальных характеристик. С учётом вышеизложенного система гигиенического нормирования запаха сложных многокомпонентных смесей веществ, содержащихся в выбросах различных производств и технологических процессов, в атмосферном воздухе должна учитывать следующие методические подходы:

1. сложная многокомпонентная смесь пахучих веществ при гигиеническом нормировании её допустимого содержания в атмосферном воздухе рассматривается как единое целое;
2. нормирование и последующий контроль в атмосферном воздухе сложной смеси пахучих веществ осуществляется по приоритетным (индикаторным) компонентам;
3. выбор приоритетных (или индикаторных) веществ осуществляется по результатам изучения особенностей технологических процессов производства и формирования выбросов, исследования с помощью современных аналитических методов их качественного и количественного состава, а также определения зонального распространения;
4. гигиенические нормативы выражаются в единицах массы ($\text{мг}/\text{м}^3$) приоритетных (индикаторных) веществ, идентифицированных современными методами, с возможностью выражения в эквивалентных единицах запаха ($\text{ЕЗ}/\text{м}^3$) для расчётной (прогнозной) оценки;
5. гигиеническое нормирование осуществляется на основе экспериментальных ольфакто-одориметрических исследований аттестованными гигиеническими учреждениями отобранных образцов выбросов или модельных смесей;
6. контроль содержания сложной смеси пахучих веществ в атмосферном воздухе проводится методами инструментальной и органолептической оценки.

Гигиеническое нормирование запаха, являющееся частью системы управления качеством воздуха, для минимизации риска воздействия этого неблагоприятного фактора целесообразно осуществлять по результатам всесторонней оценки промышленного предприятия как источника возникновения запахов в конкретных условиях с учётом проведённой инвентаризации, соблюдения заявленной технологии, мероприятий по снижению воздействия на атмосферный воздух, соблюдения ПДК в зоне его влияния, наличия жалоб населения, обеспечения мер при неблагоприятных метеорологических условиях.

Литература

(п.п. 2, 9–11, 13–20, 22, 23 см. References)

1. МЗ СССР. Временные методические указания по обоснованию ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: 1989.
3. Рекомендации по качеству воздуха в Европе. 2-е издание. М.: Весь мир; 2004.
4. Гуринов Б.П. Предельно допустимые концентрации сероводорода в атмосферном воздухе населенных мест. В кн.: Рязанов В.А., ред. *Предельно допустимые концентрации атмосферных загрязнений: Выпуск 1*. М.: Медгиз; 1952: 55–62.
5. Логинова Р.А. *Материалы к обоснованию предельно допустимой концентрации сероводорода в атмосферном воздухе*: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М.: 1954.
6. Бударина О.В., Федотова Л.А., Потапченко Т.Д. Принципы установления нормативов на сложные многокомпонентные выбросы, обладающие запахом. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 57(9): 29. <https://elibrary.ru/zfqjrk>
7. Бударина О.В., Пинигин М.А., Федотова Л.А., Сабирова З.Ф., Шипулина З.В. Обоснование максимальной разовой предельно допустимой концентрации летучих органических соединений, образующихся при высокотемпературной обработке древесины производства ДСП, в атмосферном воздухе населенных мест. *Токсикологический вестник*. 2017; (6): 42–7. <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2017-6-42-47> <https://elibrary.ru/zwtqjt>
8. Бударина О.В., Федотова Л.А., Шипулина З.В., Потапченко Т.Д. Обоснование максимальных разовых предельно допустимых концентраций 1-метил-4-изопропенилциклогексена-1 (лимонен), 3,7,7-триметилбицикло[4.1.0]геп-2-ена (3-карен) и 2,2-диметил-3-метиленилбицикло[2.2.1]гептана (камфен) в атмосферном воздухе. *Токсикологический вестник*. 2020; (1): 39–44. <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2020-1-39-44> <https://elibrary.ru/vehhlb>
12. Бударина О.В., Сабирова З.Ф., Шипулина З.В. Международный опыт нормирования пахучих веществ в атмосферном воздухе (обзор

- литературы). *Гигиена и санитария*. 2022; 101(12): 1476–81. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1476-1481> <https://elibrary.ru/gcncwz>
21. ГОСТ Р 58578–2019. Правила установления нормативов и контроля выбросов запаха в атмосферу. М.: Стандартинформ; 2019.
 24. Бударина О.В. *Научное обоснование современных гигиенических основ нормирования, контроля и оценки запаха в атмосферном воздухе населенных мест*: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. М.; 2020. <https://elibrary.ru/gfxxyu>
 25. МУК 4.1.2973–12. Хромато-масс-спектрометрическое определение летучих органических веществ кофе в атмосферном воздухе. М.; 2012.
 26. МУК 4.1.2974–12. Хромато-масс-спектрометрическое определение ограниченно летучих органических веществ кофе в атмосферном воздухе. М.; 2012.
 27. МУК 4.1.3141–13. Хромато-масс-спектрометрическое определение в атмосферном воздухе летучих компонентов пищевых ароматизаторов в процессе их производства. М.; 2014.
 28. Свицков С.В., Мальных О.С. Отрасли ВКХ требует нормирование запаха (по результатам опроса водоканалов). *Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения*. 2020; (2): 32–8. <https://elibrary.ru/ggzblt>
 29. Яценко-Хмелевская М.А., Цибульский В.В., Хитрина Н.Г., Короленко Л.И. Ольфактометрические исследования выбросов запаха на российских предприятиях. *Биосфера*. 2013; 5(3): 303–10. <https://elibrary.ru/rdcisl>

References

1. Ministry of Health of the USSR. Temporary methodological guidelines for the justification of the MPC of pollutants in the atmospheric air of populated areas. Moscow; 1989. (in Russian)
2. Pinigin M.A., Tepikina L.A., Budarina O.V. The problem of odour in the air and how to solve it in Russia. In: *Environmental Odour Management. International Conference*. Dusseldorf; 2004: 563–7.
3. Recommendations on air quality in Europe. 2nd edition. Moscow: Ves' mir; 2004. (in Russian)
4. Gurinov V.P. Maximum permissible concentrations of hydrogen sulfide in the atmospheric air of populated areas. In: Ryazanov V.A., ed. *Maximum permissible concentrations of atmospheric pollution: Issue 1 [Predel'no dopustimye konsentratsii atmosferynykh zagryazneniy: Vypusk 1]*. Moscow: Medgiz; 1952: 55–62. (in Russian)
5. Loginova R.A. *Materials to substantiate the maximum permissible concentration of hydrogen sulfide in atmospheric air*: Diss. Moscow; 1954. (in Russian)
6. Budarina O.V., Fedotova L.A., Potapchenko T.D. The principles for setting standards for complex multicomponent odoriferous emissions. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; 57(9): 29. <https://elibrary.ru/zfjzqk> (in Russian)
7. Budarina O.V., Pinigin M.A., Fedotova L.A., Sabirova Z.F., Shipulina Z.V. Justification of maximum (one-time) allowable concentration of volatile organic compounds, emerging during the high temperature treatment of wood in chipboard production, in the ambient air. *Toxikologicheskij vestnik*. 2017; (6): 42–7. <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2017-6-42-47> <https://elibrary.ru/zwqtij> (in Russian)
8. Budarina O.V., Fedotova L.A., Shipulina Z.V., Potapchenko T.D. Justification of maximum single allowable concentrations of 1-methyl-4-isopropenylcyclohex-1-ene (limonene), 3,7,7-trimethylbicyclo[4.1.0]hept-2-ene (3-carene) and 2,2-dimethyl-3-methylenebicyclo[2.2.1]heptane (camphene) in ambient air. *Toxikologicheskij vestnik*. 2020; (1): 39–44. <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2020-1-39-44> <https://elibrary.ru/vehh1b> (in Russian)
9. RWDI. Odour management in British Columbia: review and recommendations. Final report; 2005. Available at: <https://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/bib95377.pdf>
10. Institute of Air Quality Management (IAQM). Guidance on the assessment of odour for planning. London; 2018. Available at: <https://www.iaqm.co.uk/text/guidance/odour-guidance-2014.pdf>
11. Bokowa A., Diaz C., Koziel J.A., McGinley M., Barclay J., Schaubberger G., et al. Summary and overview of the odor regulations worldwide. *Atmosphere*. 2021; 12(2): 206. Available at: <https://doi.org/10.3390/atmos12020206>
12. Budarina O.V., Sabirova Z.F., Shipulina Z.V. International experience of regulation of odorous substances in the ambient air (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(12): 1476–81. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1476-1481> <https://elibrary.ru/gcncwz> (in Russian)
13. Sydney Gateway Road Project. Technical Working Paper 17 – Odour Assessment; 2019. Available at: <https://clck.ru/399SSu>
14. Department of Environmental Protection. Odour Methodology Guideline. Perth; 2002. Available at: <https://www.docslides.com/pamella-moone/odour-methodology-guideline-department-of-environme>
15. Review of Odour Management in New Zealand. Air Quality Technical Report No. 24; 2002. Available at: <https://environment.govt.nz/assets/Publications/Files/odour-tr-aug02.pdf>
16. IPPC H4. Horizontal Guidance for Odour. Part 1 – Regulation and Permitting. Available at: https://www.zut.edu.pl/fileadmin/pliki/odory/pdf/IPPC_H4_part_1.pdf
17. IPPC H4. Horizontal Guidance for Odour. Part 2 – Assessment and Control. Draft. Available at: https://www.zut.edu.pl/fileadmin/pliki/odory/pdf/IPPC_H4_part_2.pdf
18. Environment Agency. Assessment of community response to odorous emissions. R&D Technical report P4 – 095/TR; 2002. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290405/sp4-095-tr-e-e.pdf
19. Environmental Agency. Odour Management at Intensive Livestock Installations. Integrated Pollution and Prevention Control; 2005. Available at: https://www.sepa.org.uk/media/60931/ippc_srg6_02_odour-management-at-intensive-livestock-installations-may-2005.pdf
20. EN 13725:2003. Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. European Committee for Standardisation (Comité Européen de Normalisation); 2003.
21. ГОСТ Р 58578–2019. Rules for setting standards and controlling odour emissions into the atmosphere. Moscow: Standartinform; 2019. (in Russian)
22. VDI. Effects and assessment of odours. Assessment of odour annoyance. Questionnaires. VDI 3883 Blatt 1; 2015. Available at: <https://www.vdi.de/en/home/vdi-standards/details/vdi-3883-blatt-1-effects-and-assessment-of-odours-assessment-of-odour-annoyance-questionnaires>
23. Brancher M., David Griffiths K., Franco D., De Melo Lisboa H. A review of odour impact criteria in selected countries around the world. *Chemosphere*. 2016; 168(11): 1532–70. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.160>
24. Budarina O.V. *Scientific substantiation of modern hygienic bases of rationing, control and evaluation of odour in the atmospheric air of populated areas*: Diss. Moscow; 2020. <https://elibrary.ru/gfxxyu> (in Russian)
25. МУК 4.1.2973–12. Chromato-mass spectrometric determination of volatile organic substances of coffee in atmospheric air. Moscow; 2012. (in Russian)
26. МУК 4.1.2974–12. Chromato-mass spectrometric determination of limited volatile organic substances of coffee in atmospheric air. Moscow; 2012. (in Russian)
27. МУК 4.1.3141–13. Chromato-mass spectrometric determination of volatile components of food flavorings in atmospheric air during their production. Moscow; 2014. (in Russian)
28. Svitskov S.V., Malykh O.S. The VKH industry requires odour rationing. *Nailuchshie dostupnye tekhnologii vodosnabzheniya i vodoootvedeniya*. 2020; (2): 32–8. <https://elibrary.ru/ggzblt> (in Russian)
29. Yatsenko-Khmelevskaya M.A., Tsibul'skiy V.V., Khitrina N.G., Korolenko L.I. Olfactometric investigations of odor emissions by industrial enterprises in Russia. *Биосфера*. 2013; 5(3): 303–10. <https://elibrary.ru/rdcisl> (in Russian)

Информация об авторах РИНЦ:

Кузьмин Сергей Владимирович – доктор мед. наук, профессор, директор ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-0209-9732>

Бударина Ольга Викторовна – доктор мед. наук, гл. науч. сотр. отд. анализа риска здоровью населения ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-4319-7192> E-mail: budarina.ov@fncg.ru

Рахманин Юрий Анатольевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр. ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия; гл. науч. сотр. отд. гигиены воды ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-2067-8014>

Пинигин Мигмар Александрович – доктор мед. наук, профессор, вед. науч. сотр. ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия; гл. науч. сотр. отд. анализа риска здоровью населения ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-5291-9009>

Додина Наталья Сергеевна – канд. мед. наук, руководитель отд. анализа риска здоровью населения ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-6693-922X> E-mail: dodina.ns@fncg.ru

Сковронская Светлана Александровна – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. анализа риска здоровью населения ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-6374-9292> E-mail: sko_svet@mail.ru

Information about the authors:

Sergey V. Kuzmin, MD, PhD, DSci., Professor, Director of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-0209-9732>

Olga V. Budarina, MD, PhD, DSci., chief researcher of the Dept. of analysis of public health risks Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0003-4319-7192> E-mail: budarina.ov@fncg.ru

Yuri A. Rakhmanin, MD, PhD, DSci., Professor, Academician of the RAS, Chief Researcher of the “TsSP” FMBA of Russia, 119121, Moscow, Russia; Ch. scientific co-workers dept. water hygiene of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0003-2067-8014>

Migmar A. Pinigin, MD, PhD, DSci., Professor, leading researcher of the Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation, chief researcher of the Dept. of analysis of public health risks of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0001-5291-9009>

Natalya S. Dodina, MD, PhD, head of the Dep. of analysis of public health risks of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0001-6693-922X> E-mail: dodina.ns@fncg.ru

Svetlana A. Skovronskaya, MD, PhD, senior researcher of the Dept. of analysis of public health risks of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-6374-9292> E-mail: sko_sveta@mail.ru