

Тульская Е.А.<sup>1</sup>, Беляева Н.И.<sup>1,2</sup>, Сеницына О.О.<sup>1</sup>, Турбинский В.В.<sup>1</sup>, Хамидулина Х.Х.<sup>3,4</sup>, Тарасова Е.В.<sup>3</sup>, Назаренко А.К.<sup>3</sup>

## Актуализация гигиенических нормативов химических веществ, нормированных в воде по общесанитарному показателю вредности, с учётом современных данных об их опасности

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Московская область, Мытищи, Российская Федерация;

<sup>2</sup>ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, 117437, Москва, Российская Федерация;

<sup>3</sup>НИАЦ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 121087, Москва, Российская Федерация;

<sup>4</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, 125993, Москва, Российская Федерация

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Подход к разработке дифференцированных гигиенических нормативов химических веществ для разных видов водопользования в зависимости от возможного влияния на здоровье человека или на условия водопользования населения и алгоритм установления этих нормативов требует апробации и совершенствования в связи с ограниченным доступом к необходимым данным о токсиколого-гигиенических характеристиках ранее нормированных веществ.

**Цель настоящей работы** заключалась в актуализации и корректировке с использованием предложенного Алгоритма гигиенических нормативов – величины ПДК в питьевой воде (ПДК<sub>пит.</sub>), лимитирующего показателя вредности, а при необходимости и класса опасности химических веществ, нормированных в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности, с учётом опасности влияния на здоровье человека, а также в совершенствовании этого алгоритма.

**Материал и методы.** Объектами исследования были гигиенические нормативы химических веществ, нормированных в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности. Методы исследований: поиск и сортировка информации из баз данных MedLine, PubMed, PubChem, Банка данных об опасных веществах (HSDB и CHEMINFO), базы данных WATERTOХ (РАМН. НТЦ: 02296014904.); группировка химических веществ по химическим классам, заданным признакам; установление общих и отличительных признаков токсичности веществ; экспертная оценка.

**Результаты.** Из 204 веществ, нормированных в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности, сформирована группа веществ (23), для которых имеются данные о пороговых концентрациях по органолептическому, общесанитарному и санитарно-токсикологическому показателям вредности. Проведена актуализация величины ПДК<sub>п.в.</sub>, корректировка лимитирующего показателя вредности с общесанитарного на органолептический без изменения класса опасности у 9 веществ, для остальных 14 веществ рекомендовано заменить общесанитарный лимитирующий показатель вредности на санитарно-токсикологический, в том числе для 6 веществ, классы опасности которых изменены с 4-го на 3-й.

**Ограничение исследования.** Отсутствие информации о ранее экспериментально установленной максимальной недействующей дозе или достаточных литературных данных о токсичности вещества, которые позволили бы сделать прогноз безопасных уровней для здоровья человека.

**Заключение.** Отбор и анализ информации позволили впервые реализовать подход к введению дифференцированных гигиенических нормативов химических веществ в воде в зависимости от вида водопользования. Актуализация ПДК химических веществ, нормированных в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности, позволит исключить излишние требования к очистке питьевой воды от химических веществ до уровней ниже максимальных недействующих, не представляющих угрозы здоровью населения и санитарным условиям водопользования.

**Ключевые слова:** химические вещества; гигиенический норматив в питьевой воде; лимитирующий показатель вредности; общесанитарный показатель вредности; класс опасности

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

**Для цитирования:** Тульская Е.А., Беляева Н.И., Синицына О.О., Турбинский В.В., Хамидулина Х.Х., Тарасова Е.В., Назаренко А.К. Актуализация гигиенических нормативов химических веществ, нормированных в воде по общесанитарному показателю вредности, с учётом современных данных об их опасности. *Токсикологический вестник*. 2025; 33(6): 435–447. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2025-33-6-435-447> <https://elibrary.ru/jxyrqo>

**Для корреспонденции:** Тульская Елена Анатольевна, e-mail: [tulskaya.ea@fncg.ru](mailto:tulskaya.ea@fncg.ru)

**Участие авторов:** Тульская Е.А., Беляева Н.И., Хамидулина Х.Х., Тарасова Е.В., Назаренко А.К. – сбор и обработка материала; Синицына О.О. – концепция и дизайн исследования, обобщение данных, написание текста, редактирование; Турбинский В.В. – концепция и дизайн исследования, редактирование. Все соавторы – ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила в редакцию: 05 марта, 2025 / Поступила после исправления: 15 июля, 2025 / Принята в печать: 25 ноября 2025 / Опубликовано: 15 января 2026

Elena A. Tulskaya<sup>1</sup>, Nadezhda I. Belyaeva<sup>1,2</sup>, Oksana O. Sinitsyna<sup>1</sup>, Viktor V. Turbinskii<sup>1</sup>,  
Khalidya Kh. Khamidulina<sup>3,4</sup>, Elena V. Tarasova<sup>3</sup>, Andrey K. Nazarenko<sup>3</sup>

## Updating the hygienic standards of chemical substances regulated in water according to the general sanitary indicator of harmfulness, taking into account modern data on their hazard

<sup>1</sup>F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rospotrebnadzor, 141000, Moscow region Mytishi, Russian Federation;

<sup>2</sup>Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks, FMBA, Moscow, 119121, Russian Federation;

<sup>3</sup>Scientific Information and Analytical Center Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rospotrebnadzor, 121087, Moscow, Russian Federation;

<sup>4</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, RF Ministry of Health, 125993, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** The approach to the development of differentiated hygienic standards for chemical substances for different types of water use, depending on the possible impact on human health or the conditions of water use of the population, and the algorithm for their establishment require testing and improvement due to a number of restrictions on the availability of the necessary data on the toxicological and hygienic characteristics of previously standardized substances.

**The purpose of the research** was to update and adjust, using the proposed Algorithm of hygienic standards - the maximum permissible concentration (MPC) in drinking water, the limiting indicator of harmfulness, and, if necessary, the hazard class of chemicals regulated in the water of water bodies according to the general sanitary indicator of harmfulness, taking into account the hazard of affecting human health, as well as to improve this algorithm.

**Material and methods.** The objects of the study were the hygienic standards of chemicals regulated in the water of water bodies according to the general sanitary indicator of harmfulness. Research methods included searching and sorting information from MedLine, PubMed, PubChem databases, the Hazardous Substances Data Bank (HSDB and CHEMINFO), the WATERTOX database (RAMS. STC: 02296014904), grouping of chemicals by chemical classes, specified characteristics, establishment of common and distinct signs of toxicity of substances, expert assessment.

**Results.** From 204 substances regulated in the water of water bodies according to the general sanitary indicator of harmfulness, a group of substances (23 in total) was formed. For these chemicals, there are data on threshold concentrations for organoleptic, general sanitary and sanitary-toxicological indicators of harmfulness. The MPC in drinking water was updated, the limiting hazard index was adjusted from the general sanitary to the organoleptic without changing the hazard class for 9 substances, for the remaining 14 substances it was recommended to replace the general sanitary limiting hazard index with the sanitary-toxicological one, including for 6 substances, the hazard classes of which were changed from the 4<sup>th</sup> to the 3<sup>rd</sup>.

**Limitations.** Lack of information about the previously experimentally established maximum non-effective dose or sufficient literature data on the toxicity of the substance that would make it possible to predict safe levels for human health.

**Conclusion.** The selection and analysis of information made it possible for the first time to implement an approach to introduce differentiated hygienic standards for chemicals in water, depending on the type of water use. Updating the MPC of chemicals regulated in the water of water bodies according to the general sanitary indicator of harmfulness will eliminate unnecessary requirements for the purification of drinking water from chemicals to levels below the maximum ineffective ones that do not pose a threat to public health and sanitary conditions of water use.

**Keywords:** *chemical substances; hygienic standard in drinking water; limiting indicator of harmfulness; general sanitary indicator of harmfulness; hazard class*

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

**For citation:** Tulskaia E.A., Belyaeva N.I., Sinitsyna O.O., Turbinskii V.V., Khamidulina Kh.Kh., Tarasova E.V., Nazarenko A.K. Updating the hygienic standards of chemical substances regulated in water according to the general sanitary indicator of harmfulness, taking into account modern data on their hazard. *Toksilogicheskiy vestnik / Toxicological review*. 2025; 33(6): 435–447. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2025-33-6-435-447> <https://elibrary.ru/jxyrqo> (in Russian)

**For correspondence:** *Elena A. Tulskaia*, e-mail: [tulskaia.ea@fncg.ru](mailto:tulskaia.ea@fncg.ru)

**Authors' contribution:** *Tulskaia E.A., Belyaeva N.I., Khamidulina Kh.Kh., Tarasova E.V., Nazarenko A.K.* – collection and processing of material; *Sinitsyna O.O.* – conception and design of the study, generalization of data, writing and text editing; *Turbinskii V.V.* – concept and design of the study, text editing. *All authors* – responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

**Conflict of interest.** The authors declare that there are no obvious and potential conflicts of interest in connection with the publication of this article.

**Funding.** The study had no sponsorship.

Received: March 05, 2025 / Revised: July 15, 2025 / Accepted: November 25, 2025 / Published: January 15, 2026

## Введение

Вопрос о том, что общесанитарный показатель вредности характеризует безопасность вещества по влиянию на процессы естественного самоочищения в поверхностных водных объектах и имеет опосредованное значение для безопасности питьевой воды, обсуждался с конца 1990-х гг. и отражён в работах З.И. Жолдаковой и соавт. [1–3], О.О. Сеницыной и соавт. [4].

Поскольку в соответствии с МУ 2.1.5.720–98<sup>1</sup> в российской методологии нормирования химических веществ предельно допустимая концентрация (ПДК) вещества в воде устанавливается с учётом его влияния на организм человека, органолептических свойств воды и процессов самоочищения в водоёме, наименьшая из пороговых и максимальная недействующая концентрации определяют лимитирующий показатель вредности (ЛПВ), возможность оценить влияние на здоровье человека химических веществ, нормируемых по общесанитарному показателю вредности, отсутствует.

В работе Сеницыной О.О. и соавт. [4] предложена система дифференцированных гигиени-

ческих нормативов в воде и обоснована целесообразность установления двух видов нормативов в зависимости от вида водопользования – для питьевой воды (ПДК<sub>пит.</sub>) и воды водных объектов (ПДК<sub>в.в.</sub>). Авторами разработан алгоритм, в соответствии с которым предлагается проводить корректировку установленных по общесанитарному показателю вредности ПДК химических веществ в воде с учётом современных данных об их опасности<sup>2</sup>.

Однако применение предложенного алгоритма имеет ряд ограничений, в частности, при отсутствии информации о ранее экспериментально установленной максимальной недействующей дозе (МНД) либо достаточных литературных данных о токсичности вещества, которые позволили бы сделать прогноз безопасных для здоровья человека уровней. Эти обстоятельства не позволяют обосновать минимальную недействующую концентрацию (МНК) веществ, нормированных в настоящее время по общесанитарному показателю вредности, для питьевой воды. Кроме того, для ряда веществ, включённых

<sup>1</sup> МУ 2.1.5.720–98 «Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

<sup>2</sup> Сеницына О.О., Рахманин Ю.А., Турбинский В.В., Пушкарева М.В., Амплеева Г.П., Гильденскиольд О.А., Кузнецова О.В. Схема «Корректировка гигиенических нормативов химических веществ в воде, установленных по общесанитарному показателю вредности, с учетом современных данных об их опасности». Патент № 136820 от 03.02.2023.

в СанПиН 1.2.3685–21<sup>3</sup>, ПДК установлены в 60–80-е гг. XX в., что не исключает прекращения их применения в промышленности, сброса со сточными водами в водные объекты и, соответственно, возможности попадания в питьевую воду. Это, с одной стороны, ставит под сомнение необходимость существования гигиенических нормативов таких веществ в воде. С другой стороны, не исключена вероятность их возвращения в промышленный оборот в будущем. Поэтому сохранение санитарно-эпидемиологических требований к этим соединениям позволит избежать ненужных затрат производителей на разработку гигиенических нормативов в случае возобновления применения.

В связи с вышесказанным возникла необходимость разработки нового подхода к обоснованию ПДК химических веществ для питьевой воды и воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

*Цель настоящей работы* заключалась в актуализации и корректировке с использованием предложенного Алгоритма гигиенических нормативов – величины ПДК в питьевой воде (ПДК<sub>пит.</sub>), лимитирующего показателя вредности, а при необходимости и класса опасности химических веществ, нормированных в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности с учётом опасности влияния на здоровье человека, а также в совершенствовании этого Алгоритма.

## Материал и методы

Объектами исследования служили гигиенические нормативы химических веществ, нормированных в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21<sup>3</sup>. Поиск информации о токсиколого-гигиенических параметрах проводили с использованием баз данных научной литературы MedLine, PubMed, PubChem, Банка данных об опасных веществах (HSDB и CHEMINFO), базы данных Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ, базы данных WATERTOХ<sup>4</sup>, содержащей материалы архива Секции гигиены воды и санитарной

охраны водоёмов Проблемной комиссии РАМН «Научные основы экологии человека и гигиены окружающей среды».

Методы исследований: поиск и сортировка информации из использованных источников, группировка химических веществ по химическим классам, заданным признакам, установление общих и отличительных признаков токсичности веществ, экспертная оценка.

## Результаты

На первом этапе работы из списка химических веществ, включенных в СанПиН 1.2.3685–21<sup>3</sup> и нормированных в воде по общесанитарному показателю вредности (всего 204 вещества), выделили группу веществ, для которых имеются данные о пороговых концентрациях по органолептическому показателю вредности (ПК<sub>орг.</sub>), влиянию на процессы самоочищения воды водных объектов (ПК<sub>сан.</sub>), и архивные материалы по токсикологическим параметрам: LD<sub>50</sub>, максимальные недействующие дозы (МНД) и концентрации (МНК) по санитарно-токсикологическому показателю вредности в базе данных WATERTOХ<sup>4</sup>. Для удобства представления информации и анализа данных вещества разбили по химическим классам – всего 23 вещества (табл. 1).

Наряду с оценкой токсикометрических параметров анализировали данные о применении этих веществ, поскольку их использование в промышленности определяет возможность загрязнения окружающей среды и степень вредного влияния на здоровье человека.

В ранее предложенном Алгоритме корректировки ПДК и ориентировочно допустимых уровней (ОДУ) [4] предложено в качестве ПДК<sub>пит.</sub> использовать величину ПК<sub>орг.</sub>, а лимитирующий показатель вредности считать санитарно-токсикологическим в том случае, если МНК больше ПК<sub>орг.</sub> менее чем в 10 раз. Однако предложенная десятикратная разница концентраций базировалась, скорее, на экспериментальном опыте обоснования гигиенических нормативов химических веществ в воде. В то же время нормативы качества вод (ПДК, ОДУ) должны обеспечиваться аналитическими методами контроля с нижним пределом измерения не выше половины норматива. При разработке и пересмотре методик измерений показателей состава и свойств вод для организации их контроля, при менеджменте качества исследований в лабораториях используют характеристики погрешности измерений, приведённые в ГОСТ 27384–2002<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> ГОСТ 27384–2002 ВОДА. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств (издание 2010 г., с Изменением № 1).

<sup>3</sup> СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», раздел «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде питьевой систем централизованного, в том числе горячего, и нецентрализованного водоснабжения, воде подземных и поверхностных водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, воде плавательных бассейнов, аквапарков».

<sup>4</sup> WATERTOХ. Эколого-гигиенические свойства химических веществ, загрязняющих окружающую среду (токсичность и опасность веществ). База данных. РАМН. НТЦ: 02296014904.

Таблица 1 / Table 1

**Токсиколого-гигиенические параметры химических веществ, нормированных в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности, и рекомендуемые ПДК в питьевой воде в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21**  
**Toxicological and hygienic indicators of chemicals regulated in the water of water bodies according to the general sanitary indicator of harmfulness and recommended MPC in drinking water in accordance with SanPIN 1.2.3685–21**

№ в соотв. табл. 3.13 № п/п No. accord. to table 3.13	Наименование вещества Name of the substance	Номер CAS Number CAS	Формула Formula	ПДК, мг/л* MPC, mg/L*	Класс Class	Пороговая концентрация по влиянию (диапазон) Threshold concentration for effect (range)				МНК (диапазон) NOEC (range)	Рекомендованная ПДК в питьевой воде, мг/л MPC in drinking water, mg/L (recommended)	Класс Class
						на запах воды odor of water	на привкус воды taste of water	на биохимическое потребление кислорода on biochemical oxygen consumption	на запах воды odor of water			
<b>Элементарганические соединения / Organoelement compounds</b>												
1.	Родий (III) гидридокарбонилтри (трифенилфосфин) Hydridocarbonyltris (triphenylphosphine)rhodium (III)	17185-29-4	Rh	0,02	3	1,15 (0,8 ÷ 1,4)	0,72 (0,5 ÷ 0,9)	0,28 (0,2 ÷ 0,4)	0,72 (0,5 ÷ 0,9)	0,7 CT	3	
<b>Органические соединения. Серосодержащие / Organic compounds. Sulfur-containing</b>												
2.	Диметилсульфоксид Dimethyl Sulfoxide	67-68-5	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> OS	0,1	3	1790 (1343 ÷ 2233)	980 (735 ÷ 1225)	1,0 (0,8 ÷ 1,3)	4800 (3600 ÷ 6000)	980 О, П	3	
3.	Гидроксиламин сульфат (гидроксиламин серноисполь; гидроксил аммония сульфат) Hydroxylamine sulfate (hydroxylamine sulfurate; hydroxyl ammonium sulfate)	10039-54-0	H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1	2	145 (109 ÷ 181)	89,7 (67,3 ÷ 112,1)	0,05 (0,04 ÷ 0,06)	1,5 (1,1 ÷ 1,9)	1,5 CT	2	
4.	4-Аминобензолсульфо-фонамид; стрептоцид) 4-Aminobenzolsulfo-namide; streptocide)	63-74-1	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> S	0,5	4	108 (81 ÷ 135)	–	0,5 (0,4 ÷ 0,6)	400 (300 ÷ 500)	108 О, 3	4	
<b>Тиокарбаматы / Thiocarbamates</b>												
5.	Диметилдитиокарбамат кальция Calcium Dimethylthiocarbamate	20279-69-0	C <sub>3</sub> H <sub>12</sub> CaN <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	0,5	4	1945 (14,7 ÷ 24,3)	75 (56,3 ÷ 93,7)	0,5 (0,4 ÷ 0,6)	6 ÷ 8** (4,8 ÷ 10) R	6 CT	3	
6.	Диметилдитиокарбамат натрия тиокарбаминовой кислоты натрия соль) Sodium dimethylthiocarbamate of thiocarbamic acid sodium salt)	128-04-1	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> NNaS <sub>2</sub>	1	4	1000 (800 ÷ 1200)	100 (80 ÷ 120)	1,0 (0,8 ÷ 1,2)	6 ÷ 8** (4,8 ÷ 10) R	6 CT	3	
7.	Диэтилдитиокарбамат натрия Sodium Diethylthiocarbamate	148-18-5	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> NNaS <sub>2</sub>	0,5	3	60 (45 ÷ 75)	100 (75 ÷ 125)	0,5 (0,4 ÷ 0,6)	6 ÷ 8** (4,8 ÷ 10) R	6 CT	3	
<b>Пятичленные насыщенные гетероциклы. Фураны / Five-membered saturated heterocycles. Furans</b>												
8.	Тетрагидрофуран Tetrahydrofuran	109-99-9	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	0,5	4	3,0 (2,2 ÷ 3,8)	–	0,5 (0,4 ÷ 0,6)	100 (75 ÷ 125)	3,0 О, 3	4	

Продолжение Таблицы 1 на стр. 440–441. / Continuation of Table 1 on page 440–441.

Продолжение Таблицы 1. Начало на стр. 439. / Continuation of Table 1. The beginning is on page 439.

№ в соотв. табл. 3.13 № п/п No. accord. to table 3.13	Наименование вещества Name of the substance	Номер CAS Number CAS	Формула Formula	ПДК, мг/л* MPC, mg/L*	Класс Class	Пороговая концентрация по влиянию (диапазон) Threshold concentration for effect (range)			МНК (диапазон) NOEC (range)	Рекомендуемая ПДК в питьевой воде, мг/л MPC in drinking water, mg/L (recommended)	Класс Class
						на запах воды odor of water	на привкус воды taste of water	на биохимическое потребление кислорода on biochemical oxygen consumption			
<b>Ароматические гетероциклические соединения / Aromatic heterocyclic compounds</b>											
9.	3,3',3',4'-Тетрахлорбицикло[2,2,1]гепт-5-ен-2-спиро-1'-циклопент-3-ен-2',5'-дион 3,3',3',4'-Tetrachlorobicyclo[2,2,1]hept-5-ene-2-spiro-1'-cyclopent-3-ene-2',5'-dione	68089-39-4	$C_{11}H_6ClO_2$	0,01	4	0,6 (0,4 ÷ 0,8)	0,2 (0,19 ÷ 0,21)	0,01 (0,007 ÷ 0,013)	7 (5,3 ÷ 8,3)	0,6 О, П	4
10.	Антрацен-9,10-дион-1-сульфонат натрия, альфа-антрохинонсульфат натрия Anthracene-9,10-dione-1-sulfonate sodium, alpha anthraquinone sulfate sodium	60274-89-7	$C_{14}H_7NaO_5S$	10	4	-	-	10 (8 ÷ 12)	20 (16 ÷ 24)	10 О	3
<b>Фосфорсодержащие соединения / Phosphorus-containing compounds</b>											
11.	Трис(N,N-дибутиламид) фосфорной кислоты Tris(N,N-dibutylamide) of phosphoric acid	25155-23-1	$C_{12}H_{30}O_4P$	0,5	4	1,6 (1,2 ÷ 2,0)	1,6 (1,2 ÷ 2,0)	0,5 (0,4 ÷ 0,6)	-	1,6 О, 3	4
12.	Трифенилфосфин Triphenylphosphine	603-35-0	$C_{18}H_{15}P$	0,2	3	1,2 (0,9 ÷ 1,5)	1,4 (1,1 ÷ 1,8)	0,2 (0,15 ÷ 0,25)	2,4 (1,8 ÷ 3,0)	1,2 СТ	3
13.	Триэтилфосфат Triethyl Phosphate	78-40-0	$C_6H_{15}O_4P$	0,3	3	1340 (1005 ÷ 1675)	300 (225 ÷ 375)	0,3 (0,2 ÷ 0,4)	6 (4,5 ÷ 7,5)	6,0 СТ	3
14.	Дибутилфенилфосфат (дибутилфениловый эфир о-фосфорной кислоты; О,О-дибутил-О-фенилфосфат) Dibutyl phenyl phosphate (dibutyl phenyl ester of o-phosphoric acid; O,O-dibutyl-O-phenyl phosphate)	2528-36-1	$C_{14}H_{23}O_4P$	2,0	3	90 (72 ÷ 108)	-	15 (12 ÷ 18)	5000 (4000 ÷ 6000)	90 О, 3	3
15.	Дихлорфенилфосфат Dichlorophenyl Phosphate	770-12-7	$C_6H_5Cl_2O_2P$	0,5	3	60 (45 ÷ 75)	78,6 (59,4 ÷ 98,2)	0,6 (0,45 ÷ 0,75)	0,3 (0,23 ÷ 0,37)	0,3 СТ	3
<b>Хлорсодержащие соединения / Chlorine-containing compounds</b>											
16.	Трихлорацетат натрия Sodium Trichloroacetate	650-51-1	$C_2Cl_3O_2Na$	5	4	-	500 (400 ÷ 600)	5,0 (4,0 ÷ 6,0)	700 (560 ÷ 840)	500 СТ	3
17.	N-(3,4-Дихлорфенил)аланин N-(3,4-Dichlorophenyl)alanine	5472-67-3	$C_9H_9Cl_2NO_2$	0,1	4	33,9 (25,4 ÷ 42,4)	-	1,0 (0,8 ÷ 1,2)	6 (3,5 ÷ 7,5)	6,0 СТ	3

Продолжение Таблицы 1 на стр. 441. / Continuation of Table 1 on page 441.

Окончание Таблицы 1. Начало на стр. 439. / End of Table 1. The beginning is on page 439.

№ в соотв. табл. 3.13 No. accord. to table 3.13	№ п/п	Наименование вещества Name of the substance	Номер CAS Number CAS	Формула Formula	ПДК, мг/л* MPC, mg/L*	Класс Class	Пороговая концентрация по влиянию (диапазон) Threshold concentration for effect (range)			МНК (диапазон) NOEC (range)	Рекомендованная ПДК в питьевой воде, мг/л MPC in drinking water, mg/L (recommended)	Класс Class
							на запах воды odor of water	на привкус воды taste of water	на биохимическое потребление кислорода on biochemical oxygen consumption			
<b>Алифатические кетоны / Aliphatic ketones</b>												
18.	284.	5-Гидроксипентан-2-он 5-Hydroxypentan-2-one	1071-73-4	$C_5H_{10}O_2$	5	4	230 (184 ÷ 414)	50 (40 ÷ 60)	1 (0,8 ÷ 1,2)	70 (56 ÷ 126)	50 CT	4
<b>Простые эфиры / Simple esters</b>												
19.	1346.	2-Этоксэтанол 2-Ethoxyethanol	110-80-5	$C_4H_{10}O$	1	3	0,46 (0,3 ÷ 0,6)	0,31 (0,2 ÷ 0,4)	0,5 (0,4 ÷ 0,6)	43,6** (34,9 ÷ 52,3) R	0,3 O, П	3
<b>Сложные эфиры кислот / Esters of acids</b>												
20.	340.	Дибутилгексан-1,6-диоат (адипиновой кислоты дибутильный эфир; дибутиладипинат) Dibutylhexane-1,6-dioate (adipic acid dibutyl ester; dibutyl adipate)	105-99-7	$C_{14}H_{26}O_4$	0,1	4	391 (293 ÷ 489)	104 (78 ÷ 130)	1,0 (0,8 ÷ 1,2)	4,6 (3,5 ÷ 5,8)	4,6 CT	3
21.	584.	Карбоксиметилцеллюлоза; эфир целлюлозы и гликолевой кислоты) Carboxymethylcellulose; cellulose ether and glycolic acid)	9000-11-7	$[C_8H_{17}O_8]_n$	5	3	> 1000	-	10,0 (8 ÷ 12)	16 (12,8 ÷ 19,2)	16 CT	3
<b>Амиды / Amidas</b>												
22.	404.	Диметилформамид (муравьиной кислоты N,N-диметиламид; N-формилдиметиламин) Dimethylformamide (N,N-dimethylformamide; N-formyldimethylamine)	68-12-2	$C_3H_7NO$	10	4	50 (42,5 ÷ 57,5)	180 (153 ÷ 207)	10 (8,5 ÷ 10,5)	1000 (850 ÷ 1150)	50 O, 3	4
<b>Замещённые бензолы / Substituted benzenes</b>												
23.	59.	2-Амино-1-гидрокси-2,4-динитробензол (2-амино-4,6-динитрофенол; пикамовая кислота) 2-Amino-1-hydroxy-2,4-dinitrobenzene (2-amino-4,6-dinitrophenol; picramic acid)	96-91-3	$C_6H_3N_3O_5$	0,1	4	-	0,4 (0,3 ÷ 0,5)	0,1 (0,07 ÷ 0,12)	6** (4,8 ÷ 7,3) R	0,4 O, Ц	4

Примечание. \* – общесанитарный показатель вредности в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21; \*\* – диапазон величины МНК, рассчитанный исходя из ПД<sub>ток</sub> и NOAEL; CT – санитарно-токсикологический, O – органолептический, П – привкус; 3 – запах; Ц – окраска. R – расчётная.

Note: \* – general sanitary indicator in accordance with the SanPIN 1.2.3685-21; \*\* – the range of the NOEC value calculated based on ThCsubchr and NOAEL; CT – sanitary and toxicological; O – organoleptic; П – taste; 3 – smell; Ц – color. R – calculated.

Таблица 2 / Table 2

**Токсикометрические параметры веществ, для которых отсутствуют сведения о величине МНК в базе данных WATERTOХ**  
Toxicity parameters of substances for which there is no information on major NOEC in the WATERTOХ database

№ в соотв. с табл. 3.13 СанПин 1.2.3685-21	№ п/п	№ в соотв. с табл. 3.13 СанПин 1.2.3685-21	No. accord. to the table 3.13 SanPIN 1.2.3685-21	Наименование вещества Name of the substance	Номер CAS Number CAS	Формула Formula	Вид животных Species of animals	LD <sub>50</sub> мг/кг mg/kg	Путь поступления The path of admission	NOAEL, мг/кг NOEL, mg/kg	Токсический эффект Toxic effect
1.	379.	Диметилдитиокарбамат кальция Calcium Dimethylthiocarbamate	20279-69-0	C <sub>3</sub> H <sub>12</sub> CaN <sub>2</sub> S	Крысы / Rats	1250	Внутрижелудочный Intragastric	–	Не описан Not described		
2.	380.	Диметилдитиокарбамат натрия (тиокарбаминовой кислоты натриевая соль) Sodium dimethylthiocarbamate of thiocarbamic acid sodium salt	128-04-1	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> NNaS <sub>2</sub>	Мыши / Mice Крысы / Rats Кролики / Rabbits	990 1500 1300	Внутрижелудочный Intragastric	1,6 40 0,4	Нейротоксичность <sup>а</sup> , репродуктивная токсичность, вероятный канцероген для человека <sup>б</sup> Neurotoxicity, reproductive toxicity <sup>а</sup> , probable carcinogen for humans <sup>б</sup>		
3.	531.	Диэтилдитиокарбамат натрия Sodium Diethylthiocarbamate	148-18-5	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> NNaS <sub>2</sub>	Крысы / Rats	1500	Внутрижелудочный Intragastric	30	Снижение массы тела, катаракта <sup>с</sup> Weight loss, cataract <sup>с</sup>		
4.	1346.	2-Этоксизтанол 2-Ethoxyethanol	110-80-5	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	Крысы / Rats Крысы / Rats Мыши / Mice	–	Внутрижелудочный Intragastric	86 93 109	Репродуктивная и эмбриотоксичность <sup>д,е</sup> Reproductive and embryotoxicity <sup>д,е</sup>		
5.	59.	2-Амино-1-гидрокси-2,4-динитробензол (2-амино-4,6-динитрофенол; 6-гидрокси- 3,5-нитроанилин; пикрамовая кислота) 2-Amino-1-hydroxy-2,4-dinitrobenzene (2-amino- 4,6-dinitrophenol; picramic acid)	96-91-3	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	Крысы / Rats	–	Внутрижелудочный Intragastric	3,1 12,5 30	Гистологические изменения, эмбриотоксичность <sup>ф</sup> Histological changes, embryonic toxicity <sup>ф</sup>		
6.	1150.	Трис(N,N-дибутиламид) фосфорной кислоты Tris(N,N-dibutylamide) of phosphoric acid	25155-23-1	C <sub>12</sub> H <sub>30</sub> O <sub>7</sub> P	Крысы / Rats	> 4640	Внутрижелудочный Intragastric	–	Не описан Not described		

**Примечание.** <sup>а</sup> Предложение 65 Максимально допустимый уровень дозы (MADL) для определения репродуктивной токсичности диметилдитиокарбамата натрия при пероральном приеме Июнь, 2005 г. Управление по оценке опасности для здоровья окружающей среды (ОЕННА), Секция оценки риска для репродуктивной системы и рака. <sup>б</sup> PubChem. Банк данных об опасных веществах (HSDB). URL: <https://www.nlm.nih.gov/toxnet/index.html> <sup>с</sup> База данных IRLS. <sup>д</sup> Предварительные оцененные экспертами значения токсичности для 2-этоксизтанола (CAS № 110-80-5). Центр технической поддержки рисков для здоровья Superfund. Национальный центр экологической оценки. Управление исследований и разработок. Агентство по охране окружающей среды США, 2013; 104 с. <sup>е</sup> 2-этоксизтанол. Отчёт об оценке перечня приоритетных веществ. Окружающая среда Канады, здравоохранение Канады. Август 2002 г., 47 стр. ISBN 0-662-33595-3. <sup>ф</sup> Заключение о пикрамовой кислоте и пикраме натрия COLIPA № B28 (SCCS/1488/12).

Note: <sup>а</sup> Proposition 65 Maximum Allowable Dose Level (MADL) for Reproductive Toxicity for Sodium Dimethylthiocarbamate for Oral Exposures June, 2005 Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) Reproductive and Cancer Hazard Assessment Section. <sup>б</sup> PubChem. Hazardous Substances Data Bank (HSDB). URL: <https://www.nlm.nih.gov/toxnet/index.html> <sup>с</sup> IRLS database. <sup>д</sup> Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for 2-Ethoxyethanol (CAS № 110-80-5), Superfund Health Risk Technical Support Center, National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development. U.S. Environmental Protection Agency, 2013, 104 p. <sup>е</sup> 2-Ethoxyethanol. Priority Substances List Assessment report. Environment Canada, Health Canada. August 2002, 47 p. ISBN 0-662-33595-3. <sup>ф</sup> OPINION ON Picramic acid and sodium picramate COLIPA n° B28 (SCCS/1488/12).

В табл. 2 этого ГОСТа указаны нормы погрешности измерений концентраций химических веществ, величины которых зависят от диапазонов концентраций. Поэтому в табл. 1 нашего исследования наряду с величинами пороговых концентраций ( $PK_{орг}$  и  $PK_{сан}$ ) и МНК по санитарно-токсикологическому показателю вредности приведены диапазоны этих концентраций, рассчитанные по нормам погрешности измерений в соответствии с ГОСТ 27384–2002<sup>5</sup>.

В результате обработки архивной информации установили, что для шести веществ отсутствуют величины МНК по санитарно-токсикологическому показателю вредности, установленные в соответствии с МУ 2.1.5.720–98<sup>1</sup>. В связи с этим провели поиск в базе данных Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ. В табл. 2 систематизированы токсиколого-гигиенические параметры данных веществ: среднесмертельная доза  $LD_{50}$ , пути поступления в организм разных видов животных, величины NOAEL (уровень отсутствия наблюдаемого вредного эффекта) и NOEL (уровень отсутствия наблюдаемого эффекта), основные токсические эффекты воздействия.

Согласно зарубежным критериям градации состояния организма, доза вещества, при воздействии которой отмечаются такие эффекты, как индукция ферментов, другие биохимические процессы, субклеточная пролиферация и прочие изменения органелл, связанные с возможным механизмом действия при отсутствии патологических изменений или изменений массы органа, а также гиперплазия, гипертрофия или атрофия без изменения массы органа, не расценивается как вредная [5]. Соответственно, доза вещества, при воздействии которой отмечаются эти изменения, принимается за NOAEL. Однако в России критерии порогового действия веществ отличаются от зарубежных, и уровень NOAEL рассматривается как аналог пороговой дозы (ПД), а NOEL – МНД [1, 6].

Данный подход использован нами для расчёта МНК, нормированных по общесанитарному показателю вредности веществ, для которых отсутствует информация о ПД и МНД по санитарно-токсикологическому показателю вредности, но имеются данные о NOAEL (табл. 2).

**Тиокарбаматы** (Диметилдитиокарбамат кальция, CAS № 20279-69-0; Диметилдитиокарбамат натрия (тиокарбаминовой кислоты натриевая соль), CAS № 128-04-1; Диэтилдитиокарбамат натрия CAS № 148-18-5)

Из доступных источников известно, что Г.А. Войтенко и Л.И. Медведь изучали влияние

некоторых тиокарбаматов [(гербицидов эптама (S-этил-N,N-дипропилтиокарбамат), тиллама (S-пропил-N-этил-N-бутилтиокарбамат) и ялана (S-этилгексаметиленитиокарбамат)] на генеративную функцию лабораторных животных [7]. Авторы показали, что только введение ялана в дозе 3,6 мг/кг ( $1/100 LD_{50}$ ) в течение двух месяцев оказывает гонадотоксическое действие, что, скорее всего, обусловлено наличием циклического гексаметиленового радикала в молекуле вещества, и предположили возможность развития генетического эффекта. Однако эптам и тиллам в аналогичных условиях опыта на оказывали гонадотоксического действия. Поэтому доза 3,6 мг/кг рассматривалась нами как пороговая доза подострого эксперимента. В соответствии с требованиями МУ 2.1.5.720–98<sup>1</sup> мы обосновали МНД хронического эксперимента на уровне 0,4 мг/кг, а МНК – 8 мг/л.

Для расчёта МНК тиокарбаматов также использовали результаты исследований, представленные в Proposition 65, официально известном как «Закон о безопасной питьевой воде и токсичных веществах» штата Калифорния (США)<sup>6</sup>.

В табл. 2 приведены NOEL диметилдитиокарбамата натрия и диэтилдитиокарбамата натрия, полученные в исследованиях на крысах и кроликах. Анализ результатов экспериментов позволил рассматривать дозу 0,4 мг/кг диметилдитиокарбамата натрия как МНД хронического эксперимента по репро- и эмбриотоксическому действию, а МНК в воде по санитарно-токсикологическому показателю вредности – на уровне 8 мг/л<sup>1</sup>. Дозу диэтилдитиокарбамата натрия 30 мг/кг мы рассматривали как ПД<sub>пэк</sub>. По отношению  $DL_{50}/ПД_{пэк}$ , характеру токсического действия вещества, коэффициенту запаса 10 прогнозируемая ПД<sub>хр</sub> действия диэтилдитиокарбамата натрия определена нами на уровне 3 мг/кг. С учётом отдалённых эффектов и коэффициента запаса 10 прогнозируемая МНД составит 0,3 мг/кг, а МНК – 6 мг/л<sup>1</sup>. Сведения о токсичности диметилдитиокарбамата кальция в литературных источниках отсутствуют. Однако известно, что некоторые дитиокарбаматы относят к группе слабо кумулирующих препаратов (величины коэффициента кумуляции больше 3), и их основные токсические эффекты – эмбриотоксический и

<sup>6</sup> Proposition 65. Maximum Allowable Dose Level (MADL) for Reproductive Toxicity for Sodium Dimethyldithiocarbamate for Oral Exposures June, 2005. Office of Environmental Health Hazard Assessment (ОЕННА). Reproductive and Cancer Hazard Assessment Section [Предложение 65 Максимально допустимый уровень дозы (MADL) для определения репродуктивной токсичности диметилдитиокарбамата натрия при пероральном приеме Июнь, 2005 г. Управление по оценке опасности для здоровья окружающей среды (ОЕННА), Секция оценки риска для репродуктивной системы и рака].

тератогенный [8]. Мы предполагаем, что токсичность диметилдитиокарбамата кальция не будет значительно отличаться от рассматриваемых нами тиокарбаматов.

Таким образом, анализ литературы и баз данных, а также применение отечественных и зарубежных методических подходов к обоснованию безопасных для человека уровней воздействия химических веществ позволили предложить диапазон МНК для тиокарбаматов на уровне от 8 мг/л до 12 мг/л. Кроме того, в соответствии с критериями МУ 2.1.5.720–98<sup>1</sup>, рассмотренные тиокарбаматы относятся к 3-му классу опасных веществ.

Эти уровни принимались нами во внимание при актуализации гигиенических нормативов, корректировке лимитирующих показателей вредности и классов опасности (см. табл. 1).

#### **Простые эфиры** (2-Этоксизэтанол, CAS № 110-80-5)

По данным National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development<sup>7</sup>, внутрижелудочное введение 2-этоксизэтанол крысам-самцам в течение четырёх недель (6 дней в неделю) в дозах 0, 86, 171, 343, 686 мг/кг приводило к следующим репродуктивным изменениям:  $\geq 171$  мг/кг – снижение массы тела, патология яичек;  $\geq 343$  мг/кг – снижение массы яичек; 686 мг/кг – выраженное снижение количества сперматозоидов всех типов.

В этом же отчёте<sup>7</sup> приведены результаты экспериментального изучения общетоксического действия 2-этоксизэтанол. При введении доз  $\geq 205$  мг/кг (крысы-самцы) и  $\geq 466$  мг/кг (крысы-самки) наблюдали изменения биохимических показателей, указывающие на общую токсичность вещества и нарушение функций печени. NOAEL для крыс-самцов установлен на уровне 109 мг/кг по воздействию на тимус, яички, предстательную железу и кровь. Данные этого исследования US EPA считает принципиальными для установления величины референтной дозы при хроническом пероральном поступлении (RfD).

В другом исследовании<sup>8</sup> показано, что внутрижелудочное введение 2-этоксизэтанол крысам

(Вистар) в дозе 93 мг/кг (59 дней) + 372 мг/кг (30 дней) приводило к изменению уровня гемоглобина и гематокрита, NOEL определили на уровне 93 мг/кг.

Как видно из приведённых данных, репро- и эмбриотоксичность 2-этоксизэтанол проявляется при меньших дозах, чем общетоксическое действие. Дозу 109 мг/кг мы рассматривали в качестве ПД<sub>пэк</sub>. При переходе от ПД<sub>пэк</sub> к ПД<sub>хр</sub> применили коэффициент запаса 5 (для умеренно опасных веществ), следовательно, ПД<sub>хр</sub> = 21,8 мг/кг. При переходе к МНД хронического действия использовали коэффициент запаса 10 с учётом репро- и эмбриотоксического действия → МНД<sub>хр</sub> = 2,18 мг/кг, МНК – на уровне 43,6 мг/л<sup>1</sup>.

Это значение принимали во внимание при актуализации гигиенического норматива корректировке лимитирующего показателя вредности и класса опасности (см. табл. 1).

#### **Замещённые бензолы** (2-амино-1-гидрокси-2,4-динитробензол (2-амино-4,6-динитрофенол; 6-гидрокси-3,5-нитроанилин; пикрамовая кислота), CAS № 96-91-3).

Результаты изучения токсических свойств пикрамовой кислоты широко не представлены. По сведениям из базы данных Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ известно следующее. В аналоговых исследованиях с натриевой солью пикраминозой кислоты (чистота 62%), проведённых в соответствии с тестом ОЭСР № 407 на крысах Вистар (в/ж, 0, 20, 100, 250 мг/кг/день, 14 дней), установили NOAEL на уровне 20 мг/кг/день (12,5 мг/кг в пересчёте на пикраминовую кислоту) по гистологическим изменениям в кишечнике и увеличению массы печени. В другом аналоговом исследовании (тест ОЭСР № 408, крысы Вистар, в/ж, суспензия с водой, 0, 5, 15, 80 мг/кг/день, 13 недель) установили NOAEL на уровне 5 мг/кг/день (3,1 в пересчёте на пикраминовую кислоту) по гистологическим изменениям в ЖКТ, печени, почках, изменению состава крови. NOEL не установлен. В исследовании материнской токсичности и тератогенного эффекта пикраминозой кислоты (CAS № 96-91-3) (тест ОЭСР № 414, крысы Вистар, в/ж, 0, 10, 30, 60 мг/кг/день, с 5 по 15 дни беременности) установили NOAEL на уровне 30 мг/кг/день по увеличению массы матки и массы тела потомства<sup>9</sup>.

Как видно из приведённых данных, в качестве пороговой дозы хронического общетоксического действия можно рассматривать 5 мг/кг/день (3,1 в пересчёте на пикраминовую кислоту), которая

<sup>7</sup> Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for 2-Ethoxyethanol (CAS № 110-80-5), Superfund Health Risk Technical Support Center, National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development. U.S. Environmental Protection Agency, 2013, 104 p. [Предварительные оцененные экспертами значения токсичности для 2-этоксизэтанол (CAS № 110-80-5). Центр технической поддержки рисков для здоровья Superfund. Национальный центр экологической оценки. Управление исследований и разработок. Агентство по охране окружающей среды США, 2013; 104 с.].

<sup>8</sup> 2-Ethoxyethanol. Priority Substances List Assessment report. Environment Canada, Health Canada. August 2002, 47 p. ISBN 0-662-33595-3 [2-этоксизэтанол. Отчёт об оценке перечня приоритетных веществ. Окружающая среда Канады, здравоохранение Канады. Август 2002 г., 47 стр. ISBN 0-662-33595-3].

<sup>9</sup> OPINION ON Picramic acid and sodium picramate COLIPA n° B28 (SCCS/1488/12). [Заключение о пикрамовой кислоте и пикрамате натрия COLIPA № B28 (SCCS/1488/12)].

в десять раз ниже дозы, оказывающей тератогенное действие (30 мг/кг/день). При переходе к МНД хронического действия использовали коэффициент запаса  $10 \rightarrow \text{МНД}_{\text{хр}} = 0,3 \text{ мг/кг}$ , МНК — на уровне 6 мг/л<sup>1</sup>.

Это значение принимали во внимание при актуализации гигиенического норматива и корректировке лимитирующего показателя вредности и класса опасности (см. табл. 1).

Далее в соответствии с поставленной целью провели актуализацию гигиенических нормативов, для чего определили величины ПДК<sub>п.в.</sub>, выполнили корректировку лимитирующего показателя вредности и класса опасности (при необходимости) для 23 веществ, нормированных по общесанитарному показателю вредности. Корректировку проводили в соответствии со схемой «Корректировка гигиенических нормативов химических веществ в воде, установленных по общесанитарному показателю вредности, с учётом современных данных об их опасности»<sup>2</sup> и согласно требованиям ГОСТ 27384–2002<sup>5</sup> к величине ошибки аналитического метода измерения (см. табл. 1).

Изменение общесанитарного показателя вредности на органолептический или санитарно-токсикологический проводили в зависимости от величины МНК или пороговой концентрации по влиянию на органолептические свойства воды. Если МНК оказывалась выше, чем ПК<sub>орг.</sub>, но диапазон их концентраций с учётом ошибки метода измерения пересекался, в качестве лимитирующего показателя вредности рекомендовали санитарно-токсикологический, а не органолептический (см. табл. 1).

## Обсуждение

При корректировке гигиенических нормативов столкнулись с отсутствием информации о ранее экспериментально установленной максимальной недействующей дозе шести соединений. В результате поиска сведений о токсичности, которые позволили бы сделать прогноз безопасных уровней этих веществ для здоровья человека, удалось найти репрезентативные данные для пяти веществ. Именно эти обстоятельства стали *ограничением исследования*.

Кроме того, в ходе работы сформировалось предложение по совершенствованию Алгоритма [4] установления ПДК в питьевой воде веществ, нормативы которых в настоящее время утверждены по общесанитарному лимитирующему показателю вредности. Предложение заключается в том, что при решении вопроса об итоговой величине ПДК<sub>п.в.</sub> и лимитирующем показателе

вредности (этап 5 Алгоритма) следует учитывать не кратность различий МНК и ПК<sub>орг.</sub> (менее чем в 10 раз), а диапазон этих концентраций и ошибку метода измерения по ГОСТ 27384–2002<sup>5</sup>. Если МНК выше, чем ПК<sub>орг.</sub>, но диапазоны концентраций пересекаются, в качестве ПДК<sub>питт</sub> принимают величину ПК<sub>орг.</sub>, а лимитирующий показатель вредности считают санитарно-токсикологическим. Этот подход соответствует положениям статьи 23 п. 4 ФЗ–416 «О водоснабжении и водоотведении»<sup>10</sup> и пункта 75 СанПиН 2.1.3684–21<sup>11</sup>, согласно которым при оценке результатов контроля качества питьевой воды учитываются значения установленных концентраций и величины ошибки метода измерения.

При анализе массива данных 23 веществ обнаружили техническую ошибку, допущенную при составлении перечня веществ: в табл. 3.13 СанПиН 1.2.3685–21<sup>3</sup> ПДК 2-этоксэтанола (CAS № 110-80-5) указана на уровне 1 мг/л, в то время как в ГН 2.1.5.1315–03<sup>12</sup> она составляла 0,3 мг/л.

Также установили, что величины ПДК трёх веществ не совпадают с величинами пороговых концентраций по общесанитарному показателю вредности, содержащимися в базе данных WATERTOX<sup>4</sup>. Так, при сравнении ПДК и ПК<sub>БПК</sub> дибутилгексан-1,6-диоата (CAS № 105-99-7) определили, что величина ПДК (0,1 мг/л, общ., 4-й класс опасности) ниже, чем пороговая концентрация по влиянию на биохимическое потребление кислорода, — 1,0 мг/л; диметилсульфоксида — ПДК на уровне 0,1 мг/л (общ., 3-й класс опасности), а ПК<sub>БПК</sub> — 1,0 мг/л; карбоксилметилцеллюлозы (CAS № 9000-11-7) — ПДК 5 мг/л (общ., 3-й класс опасности), ПК<sub>БПК</sub> — 10 мг/л. Публикации по обоснованию гигиенических нормативов перечисленных веществ в воде отсутствуют.

<sup>10</sup> Федеральный закон от 07.12.2011 N 416-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О водоснабжении и водоотведении» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025).

<sup>11</sup> Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 3 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (с изменениями и дополнениями от 26 июня, 14 декабря 2021 г., 14 февраля 2022 г.).

<sup>12</sup> ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы 2.1.5.1315-03» (утратил силу).

Кроме того, МНК дихлорфенилфосфата (CAS № 770-12-7) составляет 0,3 мг/л, что ниже пороговой концентрации по влиянию на процессы самоочищения водных объектов, однако ПДК этого вещества обоснована на уровне 0,5 мг/л, общесанитарный показатель вредности, 3-й класс опасности в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21<sup>3</sup>. Исследования по обоснованию гигиенического норматива дихлорфенилфосфата проведены в 1968 г., и в архивных материалах отсутствует информации об условиях токсикологического эксперимента. Возможно, потребуется корректировка не только лимитирующего показателя вредности, но и ПДК этого вещества.

Для трис(Н,Н-дибутиламид)фосфорной кислоты (CAS № 25155-23-1) не удалось найти информацию о токсических действующих и недействующих дозах, что затрудняет анализ и оценку вредного влияния этого вещества на здоровье человека. Сведения о применении данного соединения в промышленности в настоящее время отсутствуют. Таким образом, прогноз токсичности трис(Н,Н-дибутиламид)фосфорной кислоты с целью актуализации гигиенического норматива в воде считаем нецелесообразным.

**Ограничение исследования.** Отсутствие информации о ранее экспериментально установленной максимальной недействующей дозе или достаточных литературных данных о токсичности вещества, которые позволили бы сделать прогноз безопасных уровней для здоровья человека.

## Заключение

На группе из 23 веществ, нормированных в воде по общесанитарному показателю вредности, проведена апробация ранее предложенного Алгоритма с целью корректировки их гигиенических нормативов в питьевой воде, учитывающих возможное влияние на здоровье человека или изменение органолептических свойств воды.

Наряду с обоснованием величины ПДК<sub>питт.</sub> проведена корректировка лимитирующего показателя вредности с общесанитарного на органолептический без изменения класса опасности для 9 веществ:

- диметилсульфоксид (CAS № 67-68-5),
- 4-аминобензолсульфонамид (CAS № 63-74-1),
- Тетрагидрофуран (CAS № 109-99-9),
- 3,3,3',4'-тетрахлорбицикло[2,2,1]гепт-5-ен-2-спиро-1'-циклопент-3-ен-2',5'-дион (CAS № 68089-39-4),
- трис(Н,Н-дибутиламид) фосфорной кислоты (CAS № 25155-23-1),
- дибутилфенилфосфат (CAS № 2528-36-1),
- 2-этоксиэтанол (CAS № 110-80-5),
- диметилформамид (CAS № 68-12-2),
- 2-амино-1-гидрокси-2,4-динитробензол (CAS № 96-91-3).

Для остальных 14 веществ рекомендовано заменить общесанитарный лимитирующий показатель вредности на санитарно-токсикологический, в том числе для 6 веществ, классы опасности которых изменены с 4-го на 3-й:

- (диметилдитиокарбамат кальция (CAS № 20279-69-0),
- диметилдитиокарбамат натрия (CAS № 128-04-1),
- антрацен-9,10-дион-1-сульфонат натрия (CAS № 60274-89-7),
- трихлорацетат натрия (CAS № 650-51-1),
- N-(3,4-дихлорфенил)аланин (CAS № 5472-67-3),
- дибутилгексан-1,6-диоат (CAS № 105-99-7).

В ходе работы сформулировано предложение по совершенствованию Алгоритма установления ПДК в питьевой воде веществ, нормативы которых в настоящее время утверждены по общесанитарному лимитирующему показателю вредности.

Актуализация ПДК химических веществ, нормированных в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности, позволит исключить излишние требования к очистке питьевой воды от химических веществ до уровней ниже максимальных недействующих и не представляющих угрозы здоровью населения и санитарным условиям водопользования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сеницына О.О., Красовский Г.Н., Жолдакова З.И. Критерии порогового действия химических веществ, загрязняющих различные объекты окружающей среды. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2003; (3): 17–23. <https://elibrary.ru/oitsp>
2. Мамонов Р.А., Жолдакова З.И., Сеницына О.О., Юдин С.М., Печникова И.А. Комплекс критериев опасности для совершенствования перечня гигиенических нормативов химических веществ в воде. *Гигиена и санитария.* 2017; 96(11): 1099–102. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1099-1102> <https://elibrary.ru/yobwuy>
3. Жолдакова З.И., Мамонов Р.А., Печникова И.А. Актуализация критериев и методов, используемых при обосновании безопасных уровней веществ в воде водных объектов. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2019; (8): 60–6. <https://elibrary.ru/wxhacv>
4. Сеницына О.О., Кузнецова О.В., Турбинский В.В., Пушкарева М.В. Гармонизация гигиенического нормирования химических веществ в воде по общесанитарному показателю вредности. *Гигиена и санитария.* 2024; 103(1): 81–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-1-81-86> <https://elibrary.ru/tkmgdb>
5. Hartung R., Durkin P.R. Ranking the severity of toxic effects: potential applications to risk assessment. *Comments Toxicol.* 1986; 1(1): 49–63.
6. Жолдакова З.И., Сеницына О.О. Единые подходы к оценке токсичности и опасности химических веществ, поступающих в организм с воздухом, водой и пищей. *Российский химический журнал.* 2004; 48(2): 25–33.
7. Войтенко Г.А., Медведь И.Л. О влиянии некоторых тиокарбаматов на генеративную функцию. *Гигиена и санитария.* 1973; 52(2): 111–4.
8. Иванова-Чемшанска Л. К токсикологии некоторых дитиокарбаматов. *Гигиена и санитария.* 1971; 50(3): 95–8.

## REFERENCES

1. Sinitsyna O.O., Krasovsky G.N., Zholdakova Z.I. The criteria of threshold effects of environmental pollutants. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*. 2003; (3): 17–23. <https://elibrary.ru/oitspf> (in Russian)
2. Mamonov R.A., Zholdakova Z.I., Sinitsyna O.O., Yudin S.M., Pechnikova I.A. Complex of hazard criteria for improvement of hygienic standards list of chemicals in water. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(11): 1099–102. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1099-1102> <https://elibrary.ru/yobvwy> (in Russian)
3. Zholdakova Z.I., Mamonov R.A., Pechnikova I.A. Improvement of criteria and methods for justifying safe levels of substances in water. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2019; (8): 60–6. <https://elibrary.ru/wxxacv> (in Russian)
4. Sinitsyna O.O., Kuznetsova O.V., Turbinskii V.V., Pushkareva M.V. Harmonization of hygienic standardization of chemicals in water by a general sanitary harmful index. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2024; 103(1): 81–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-1-81-86> (in Russian)
5. Hartung R., Durkin P.R. Ranking the severity of toxic effects: potential applications to risk assessment. *Comments Toxicol*. 1986; 1(1): 49–63.
6. Zholdakova Z.I., Sinitsyna O.O. Unified approaches to assessing the toxicity and danger of chemicals entering the body with air water and food. *Rossiiskii khimicheskii zhurnal*. 2004; 48(2): 25–33. (in Russian)
7. Voytenko G.A., Medved' I.L. On the effect of some thiocarbamates on generative function. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1973; 52(2): 111–4. (in Russian)
8. Ivanova-Chemisizanska L. Toward the toxicology of some dithiocarbamates. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1971; 50(3): 95–8. PMID: 5149208. (in Russian)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Тулская Елена Анатольевна** – кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела гигиены воды ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Московская область Мытищи, Россия. E-mail: [tulskaya.ea@fncg.ru](mailto:tulskaya.ea@fncg.ru)

**Беляева Надежда Игоревна** – кандидат биол. наук, ведущий специалист отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровья. ФМБА России, 119991, Москва, Россия. E-mail: [NBelyaeva@cspmrz.ru](mailto:NBelyaeva@cspmrz.ru)

**Синицына Оксана Олеговна** – доктор мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель директора по научной работе ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Московская область, Мытищи, Россия. E-mail: [sinitsyna.oo@fncg.ru](mailto:sinitsyna.oo@fncg.ru)

**Турбинский Виктор Владиславович** – доктор мед. наук, доцент, заведующий отделом гигиены воды ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Россия. E-mail: [turbinskii.vv@fncg.ru](mailto:turbinskii.vv@fncg.ru)

**Хамидулина Халидя Хизбулаевна** – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник; руководитель Научного информационно-аналитического центра РПОХБВ ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 121087, Москва; профессор, заведующий кафедрой гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 125993, г. Москва. E-mail: [khalidiya@yandex.ru](mailto:khalidiya@yandex.ru)

**Тарасова Елена Владимировна** – кандидат хим. наук; старший научный сотрудник зам. руководителя Научного информационно-аналитического центра РПОХБВ ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 1259934, г. Москва. E-mail: [tarasova.ev@fncg.ru](mailto:tarasova.ev@fncg.ru)

**Назаренко Андрей Константинович** – младший научный сотрудник; химик-эксперт Научного информационно-аналитического центра РПОХБВ ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 121087, г. Москва. E-mail: [nazarenko.ak@fncg.ru](mailto:nazarenko.ak@fncg.ru)

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Elena A. Tulskaya** – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Department of Water Hygiene, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rosпотребнадзор, Moscow region Mytishi, 141000, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1969-4009> E-mail: [tulskaya.ea@fncg.ru](mailto:tulskaya.ea@fncg.ru)

**Nadezhda I. Belyaeva** – Candidate of Biological Sciences, Leading Specialist of the Department of Preventive Toxicology and Biomedical Research at the Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks. FMBA of Russia, 119991, Moscow, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9904-3793> E-mail: [NBelyaeva@cspmrz.ru](mailto:NBelyaeva@cspmrz.ru)

**Oksana O. Sinitsyna** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding Member of the RAS, Deputy Director for Research, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rosпотребнадзор, Moscow region Mytishi, 141000, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-0241-0690> E-mail: [sinitsyna.oo@fncg.ru](mailto:sinitsyna.oo@fncg.ru)

**Viktor V. Turbinskii** – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Water Hygiene Department of F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rosпотребнадзор, Moscow region Mytishi, 141000, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7668-9324> E-mail: [turbinskii.vv@fncg.ru](mailto:turbinskii.vv@fncg.ru)

**Khalidiya Kh. Khamidulina** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Scientific Information and Analytical Center Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rosпотребнадзор, Moscow, 121087, Russian Federation; Professor, Head of the Department of Hygiene, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, RF Ministry of Health, Moscow, 125993, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7319-5337> E-mail: [khalidiya@yandex.ru](mailto:khalidiya@yandex.ru)

**Elena V. Tarasova** – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher Fellow, Deputy Head of the Scientific Information and Analytical Center Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rosпотребнадзор, Moscow, 121087, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-4020-3123> E-mail: [tarasova.ev@fncg.ru](mailto:tarasova.ev@fncg.ru)

**Andrey K. Nazarenko** – Junior Researcher; Expert Chemist of the Scientific Information and Analytical Center Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rosпотребнадзор, Moscow, 121087, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0178-4540> E-mail: [nazarenko.ak@fncg.ru](mailto:nazarenko.ak@fncg.ru)

