

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

Читать онлайн  
Read online



Тобольская-Поспелова М.М., Крылова Н.В., Горкина И.К., Антонов В.А.,  
Новикова О.Н., Сазонова Н.Г., Иванова Е.Р., Белоусова Т.Н.

## Эколого-гигиеническая ситуация в районе расположения химически опасного объекта

ФГУП «Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии» Федерального медико-биологического агентства, 400048, Волгоград, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Основные направления деятельности филиала АО «ЦЭНКИ» – «Научно-производственного центра компонентов ракетного топлива» – производство гидразина и утилизация ракетной техники на жидком топливе. Указанные процессы являются потенциальными источниками загрязнения прилегающих к объекту территорий.

**Целью** настоящего исследования является оценка эколого-гигиенической ситуации как приоритетной части обеспечения безопасности населения в районе расположения предприятия.

**Материалы и методы.** Оценка состояния объектов окружающей среды выполнена на основании данных производственного контроля и экологического мониторинга предприятия, материалов Межрегионального управления № 153 ФМБА России, а также результатов собственных исследований.

**Результаты.** В период 2014–2020 гг. качество атмосферного воздуха в районе влияния объекта в основном соответствовало санитарным требованиям. В пробах воды из поверхностных водоёмов концентрации специфических, общепромышленных загрязнителей и металлов не превышали гигиенических нормативов. Питьевая вода нецентрализованного водоснабжения в близлежащих населённых пунктах соответствовала установленным требованиям, за исключением случаев повышенного содержания бария до 1,2 ПДК в системе нецентрализованного водоснабжения села Румстиха. В почвенном покрове содержание несимметричного диметилгидразина во всех пробах, а диметиламина – в большинстве было ниже чувствительности методики определения. Концентрации металлов не превышали соответствующих гигиенических нормативов.

**Ограничения исследования** обусловлены рядом неопределённостей, связанных с неполными сведениями обо всех возможных контаминациях объектов окружающей среды, а также с недостаточной чувствительностью некоторых методов измерения.

**Заключение.** Сделан вывод об отсутствии негативного влияния хозяйственной деятельности данного химически опасного объекта на прилегающую к нему территорию.

**Ключевые слова:** химически опасный объект; компоненты ракетных топлив; эколого-гигиеническая оценка; атмосферный воздух; почва; вода водоёмов; вода хозяйствственно-питьевого назначения

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

**Для цитирования:** Тобольская-Поспелова М.М., Крылова Н.В., Горкина И.К., Антонов В.А., Новикова О.Н., Сазонова Н.Г., Иванова Е.Р., Белоусова Т.Н. Эколого-гигиеническая ситуация в районе расположения химически опасного объекта. *Гигиена и санитария*. 2025; 104(2): 162–167. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-2-162-167> <https://elibrary.ru/anfkfz>

**Для корреспонденции:** Тобольская-Поспелова Марина Михайловна, e-mail: saperavi@mail.ru

**Участие авторов:** Тобольская-Поспелова М.М. – концепция и дизайн исследования, анализ публикаций по теме исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста; Крылова Н.В. – концепция и дизайн исследования, научное руководство, анализ публикаций по теме исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста, редактирование; Горкина И.К. – интерпретация данных, редактирование; Антонов В.А. – концепция и дизайн исследования, общее руководство; Новикова О.Н. – концепция и дизайн исследования, научное руководство, редактирование; Сазонова Н.Г. – анализ публикаций по теме исследования, анализ и интерпретация данных; Иванова Е.Р. – выполнение количественного химического анализа; Белоусова Т.Н. – сбор и обработка данных. *Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.*

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

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

Поступила: 15.05.2024 / Поступила после доработки: 23.07.2024 / Принята к печати: 02.10.2024 / Опубликована: 07.03.2025

Marina M. Tobolskaya-Pospelova, Natalya V. Krylova, Irina K. Gorkina, Valery A. Antonov, Olga N. Novikova, Natalia G. Sazonova, Ekaterina R. Ivanova, Tatyana N. Belousova

## Ecological and hygienic situation in the area of the location of a chemically hazardous facility

Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** The main activities of the branch of the Scientific and Production Center for Rocket Fuel Components are the production of hydrazine and utilization of rocket technology on liquid fuel. These processes are potential sources of pollution of the territories adjacent to the facility.

**The purpose of the work** is to assess the ecological and hygienic situation in the area of the location of the facility as a priority part of ensuring the safety of the population.

**Materials and methods.** The analysis of environmental objects was carried out on the basis of data from production control and environmental monitoring of the enterprise, materials of the MRU No. 153 of the Federal medical and biological agency of Russia, as well as the results of its own research.

**Results.** Over the period of 2014–2020, the quality of atmospheric air in the area of influence of the facility mainly met sanitary requirements. In water samples from surface reservoirs, concentrations of specific, general industrial pollutants and metals did not exceed hygienic standards. The drinking water of the non-centralized water supply in nearby settlements mostly met the established requirements, with the exception of cases of increased barium content, which reached 1.2 MPC in the non-centralized water supply system of the village of Rumstikh. In the soil cover, the content of unsymmetrical dimethylhydrazine in all samples, and dimethylamine in most cases was lower than the sensitivity of the determination method. Metal concentrations did not exceed the relevant hygienic standards.

**Limitations.** Are due to a number of uncertainties related to incomplete information about all possible contaminants of environmental objects, as well as the insufficient sensitivity of some measurement techniques.

**Conclusion.** It is concluded that there is no adverse impact of the economic activity of this chemically hazardous facility on the territory adjacent to the facility.

**Keywords:** chemically hazardous object; components of rocket fuels; ecological and hygienic assessment; atmospheric air; soil; water of reservoirs; water for domestic and drinking purposes

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

**For citation:** Tobolskaya-Pospelova M.M., Krylova N.V., Gorkina I.K., Antonov V.A., Novikova O.N., Sazonova N.G., Ivanova E.R., Belousova T.N. Ecological and hygienic situation in the area of the location of a chemically hazardous facility. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal.* 2025; 104(2): 162–167. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-2-162-167> <https://elibrary.ru/anflkfz> (In Russ.)

**For correspondence:** Marina M. Tobolskaya-Pospelova, e-mail: saperavi@mail.ru

**Contribution:** *Tobolskaya-Pospelova M.M.* – analysis of publications on the topic of the article, analysis and interpretation of data, writing an article, preparation of an article for publication, concept and design of the study; *Krylova N.V.* – scientific guidance, analysis of publications on the topic of the article, analysis and interpretation of data, writing and editing an article, preparation of an article for publication, the concept and design of the study; *Gorkina I.K.* – interpretation of data, editing of the article; *Antonov V.A.* – general guidance, concept and design of the study; *Novikova O.N.* – scientific guidance, editing of the article, concept and design of the study; *Sazonova N.G.* – analysis of publications on the topic of the article, analysis and interpretation of data; *Ivanova E.R.* – performing quantitative chemical analysis; *Belousova T.N.* – data collection and processing. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

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

Received: May 15, 2024 / Revised: July 23, 2024 / Accepted: October 2, 2024 / Published: March 7, 2025

## Введение

Основные направления деятельности химически опасного объекта филиала АО «ЦЭНКИ» – «Научно-производственный центр компонентов ракетного топлива» (далее – предприятие) – производство гидразина и утилизация ракетной техники на жидком топливе. Данные процессы являются потенциальными источниками загрязнения прилегающих к объекту территорий токсикантами, содержащимися в сбросах и выбросах предприятия, наиболее значимые и опасные из которых – гидразин и несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил). Вещества характеризуются высокой реакционной способностью, опасны при всех путях поступления в организм, обладают местнораздражающим и кожно-резорбтивным действием, являются полигротными токсикантами. НДМГ относится к веществам первого класса опасности, гидразин – второго. Гептил обладает большой устойчивостью в почве и растениях, индуцируя изменения структуры их вегетативных органов, хорошо мигрирует в профиле почвы. При поступлении в окружающую среду под действием физико-химических факторов соединения гидразинового ряда подвергаются трансформации с образованием токсичных соединений, таких как гидразин-гидрат, нитрозодиметиламин (НДМА), формальдегид, диметиламин (DMA) и др. Гидразин, НДМГ, НДМА и формальдегид обладают не только общетоксическим действием, но и сенсибилизирующим, гонадотоксическим, тератогенным, мутагенным и канцерогенным. Для диметиламина характерно выраженное специфическое местнораздражающее и общетоксическое действие, при этом преимущественно поражаются центральная нервная система, система крови и печень. Тетраметилтетразен обладает раздражающим и кожно-резорбтивным действием [1–16].

Предприятие расположено в северной части Арзамасского района Нижегородской области. Ближайшие населённые пункты находятся в радиусе 5–10 км от границы предприятия: в северном направлении – деревня Дубки (на расстоянии 6 км), село Суроватиха (на расстоянии 8,7 км), посёлок станции Суроватиха (на расстоянии 10 км); в юго-западном направлении – посёлок Черемас (на расстоянии 3,6 км); в северо-восточном направлении – посёлок Румстиха (в 6,5 км); в юго-восточном направлении – посёлок Рождественский Майдан (на расстоянии 7,5 км). Для предприятия установлена санитарно-защитная зона радиусом 1000 м.

Целью настоящей работы является оценка эколого-гигиенической ситуации как приоритетной части обеспечения безопасности населения в районе расположения химически опасного объекта филиала АО «ЦЭНКИ» – «Научно-производственный центр компонентов ракетного топлива».

## Материалы и методы

Для оценки состояния атмосферного воздуха, почвы, воды поверхностных и подземных водоёмов, воды нецентрализованной системы водоснабжения за период 2014–2020 гг. использованы данные производственного контроля и экологического мониторинга предприятия, материалы Межрегионального управления № 153 Федерального медико-биологического агентства России, а также результаты собственных исследований.

Проанализировано 185 протоколов испытаний. В атмосферном воздухе оценивали содержание НДМГ, формальдегида, диметиламина, диметилформамида, гидразина, оксида азота, диоксида азота, оксида углерода, диоксида серы, бенз(a)пирена, сероводорода, углеводородов предельных  $C_{12}$ – $C_{19}$ , азотной, серной, фтористоводородной кислот; в почве на границе санитарно-защитной зоны предприятия – концентрации НДМГ, НДМА, DMA, магния, марганца, меди, алюминия, хрома, никеля, свинца, цинка, кадмия, мышьяка, ртути, нитратов, нитритного азота, нефтепродуктов, бенз(a)пирена. Точки отбора проб атмосферного воздуха располагались на внешней границе санитарно-защитной зоны предприятия, то есть на расстоянии 1000 м от промышленной площадки.

В собственных исследованиях выполнено 374 компонентоопределения. В пробах питьевой воды и воды поверхностных водоёмов определяли содержание НДМГ, DMA, гидразина, хлоридов, сульфатов, нитратов, калия, кальция, фосфатов, алюминия, бария, бериллия, ванадия, кадмия, кобальта, лития, магния, марганца, меди, мышьяка, натрия, никеля, свинца, селена, серебра, стронция, таллия, хрома, цинка. В пробах почвы измеряли концентрации НДМГ, DMA, ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, хрома, никеля, свинца, цинка.

Пробы питьевой воды, поверхностных вод и почвы отбирали на территории жилой застройки и зонах рекреации населённых пунктов, расположенных на расстоянии 5–10 км от границы предприятия с наветренной стороны преобладающих ветров южных и западных направлений. Отбор проб поверхностных вод осуществляли из всех находящихся в населённых пунктах поверхностных водоёмов: прудов посёлка станции Суроватиха; реки Печеть в селе Суроватиха; озера в селе Румстиха; пожарного пруда в посёлке Дубки. Точки отбора проб питьевой воды нецентрализованного водоснабжения располагались в местах наибольшего сосредоточения водопользователей в посёлке станции Суроватиха (водоразборная колонка на ул. Садовой); посёлке Дубки (водоразборная колонка у водонапорной башни); селе Суроватиха (скважина); селе Румстиха (водоразборная колонка на въезде в село, водоразборная колонка

на ул. Советской). Пробоотборные площадки почвы находились на территориях детских и лечебных учреждений, а также в зонах рекреации, при их отсутствии — на ближайшей к предприятию границе населённого пункта: посёлке станции Суроватиха (на территории Муравыхинской средней школы, Суроватихинской участковой больницы, детского сада «Ёлочка»); посёлке Дубки (у пожарного пруда); селе Суроватиха (около пруда, на противопожарной полосе, в зоне рекреации у реки Печеть); селе Румстиха (на территории детского сада «Рябинушка»).

Гигиеническую оценку состояния объектов среды обитания осуществляли в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами<sup>1</sup>.

Отбор проб и количественное определение содержания химических веществ выполняли в соответствии с действующими нормативно-методическими документами<sup>2,3,4,5,6,7,8,9,10,11</sup>.

Содержание компонентов ракетных топлив и продуктов их трансформации определяли фотометрическим методом с применением спектрофотометра UNICO 2800. Анионный состав воды исследовали методом высокоеффективной ионообменной жидкостной хроматографии с кондуктометрическим детектированием и супрессией фоновой проводимости с использованием ионной хроматографической системы DIONEX ICS 5000. Содержание элементов (в том числе металлов) в пробах измеряли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанный плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500 cx.

## Результаты

В атмосферном воздухе на внешней границе санитарно-защитной зоны предприятия в период 2014–2020 гг. содержание большинства загрязнителей, осреднённое за 20 мин, соответствовало санитарным требованиям. В 2014 г. в 7,7% определений зарегистрированы концентрации НДМА — продукта трансформации гептила, до 1,2 раза превышающие нормативный уровень. Следует отметить, что для данного соединения имеется только гигиенический регламент, регулирующий его среднесуточное содержание в атмосферном воздухе.

В пробах воды из водных объектов, находящихся в зоне влияния предприятия, содержание исследуемых загрязнителей соответствовало гигиеническим требованиям. Обобщённые результаты количественного химического анализа проб воды поверхностных водоёмов на территории населённых мест, расположенных в зоне влияния предприятия, представлены в табл. 1.

Результаты исследования проб питьевой воды системы нецентрализованного водоснабжения в близлежащих населённых пунктах представлены в табл. 2. Как видно

<sup>1</sup> СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Доступно: <https://base.garant.ru/400274954/>

<sup>2</sup> ГОСТ Р 59024–2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Вода. Общие требования к отбору проб.

<sup>3</sup> ГОСТ 17.1.3.07–82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоёмов и водотоков.

<sup>4</sup> ГОСТ 17.4.3.01–2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

<sup>5</sup> ГОСТ 17.4.4.02–2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

<sup>6</sup> МУК 4.1.056–16.4.1. Методика измерений массовой доли 1,1-диметилгидразина в пробах почвы фотометрическим методом.

<sup>7</sup> ПНД Ф 16.1:2.3:3.11–98. Методика выполнения измерений содержания металлов в твёрдых объектах методом спектрометрии с индуктивно связанный плазмой.

<sup>8</sup> ГОСТ Р 56219–2014. Определение содержания 62 элементов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанный плазмой.

<sup>9</sup> ГОСТ 31867–2012. Определение содержания анионов методом хроматографии и капиллярного электрофореза.

<sup>10</sup> МУ 08–47/225 (ФР.1.31.2009.06269). Фотометрический метод определения массовой концентрации гидразина.

<sup>11</sup> МУК 4.1.012–18. Методика измерений массовой концентрации диметиламина в пробах питьевых, природных, очищенных сточных и талых (снег) вод фотометрическим методом.

Таблица 1 / Table 1

Обобщённые результаты количественного химического анализа проб воды поверхностных водоёмов на территории населённых мест, расположенных в зоне влияния филиала АО «ЦЭНКИ» – НПЦ КРТ

Generalized results of the quantitative chemical analysis of water samples from surface reservoirs in the territory of populated areas located in the zone of influence of the branch of the Scientific and Production Center for Rocket Fuel Components

Химическое вещество (элемент) Chemical substance (element)	Содержание (в кратностях гигиенических нормативов) The content, in the multiplicities of hygienic standards
НДМГ / NDMG	< 1.0*
Гидразин / Hydrazine	< 0.40
ДМА / DMA	< 0.30
Хлориды / Chlorides	0.01–0.70
Нитраты / Nitrates	0.02–0.98
Сульфаты / Sulfates	0.04–0.24
Фосфаты / Phosphates	< 0.14
Натрий / Sodium	0.02–0.07
Магний / Magnesium	0.17–0.67
Алюминий / Aluminum	< 0.02–0.07
Барий / Barium	0.05–0.17
Бериллий / Beryllium	< 0.50
Ванадий / Vanadium	< 0.01–0.01
Кадмий / Cadmium	< 0.10
Кобальт / Cobalt	< 0.001–0.002
Литий / Lithium	0.17–0.33
Марганец / Manganese	< 0.03–0.44
Медь / Copper	< 0.001–0.003
Мышьяк / Arsenic	< 0.1–0.20
Никель / Nickel	< 0.15
Свинец / Lead	< 0.02–0.06
Селен / Selenium	< 1.0
Серебро / Silver	< 0.02
Стронций / Strontium	0.008–0.014
Таллий / Thallium	< 1.0
Хром / Chrome	< 0.02
Цинк / Zinc	0.0008–0.046

Примечание. Здесь и в табл. 2: \* — на период оценки результатов количественного химического анализа проб существовал только рекомендованный норматив [2].

Note: Here and in Table 2: \* — for the period of evaluation of the results of quantitative chemical analysis of samples, only the recommended standard existed [2].

из таблицы, содержание большинства веществ не превышало гигиенических нормативов, за исключением бария, концентрация которого в пробах из системы нецентрализованного водоснабжения села Румстиха превышала ПДК в 1,2 раза.

В пробах почвы, отобранных на границе санитарно-защитной зоны предприятия, превышений гигиенических нормативов по содержанию специфических для выбросов и сбросов предприятия веществ, металлов и общепромышленных загрязнителей не выявлено. В пробах почвенного покрова селитебной и рекреационной территорий содержание НДМГ было ниже чувствительности методики определения. Диметиламин присутствовал в ряде проб в незначительных

Таблица 2 / Table 2

**Обобщённые результаты количественного химического анализа проб воды питьевой системы нецентрализованного водоснабжения в населённых пунктах, расположенных в зоне влияния филиала АО «ЦЭНКИ» – НПЦ КРТ**

Generalized results of quantitative chemical analysis of water samples of non-centralized water supply in settlements located in the zone of influence of the branch of the Scientific and Production Center for Rocket Fuel Components

Химическое вещество (элемент) Chemical substance (element)	Содержание (в кратностях гигиенических нормативов) The content, in the multiplicities of hygienic standards	
	Вода из водоразборных колонок Water from water collecting columns	Вода из скважины Water from the well
НДМГ / NDMG	< 1.0*	< 1.0*
Гидразин / Hydrazine	< 0.40	< 0.40
ДМА / DMA	< 0.30	< 0.30
Хлориды / Chlorides	0.02–0.70	0.02
Нитраты / Nitrates	0.04–0.96	0.70
Сульфаты / Sulfates	0.02–0.05	0.08
Фосфаты / Phosphates	< 0.14	< 0.14
Натрий / Sodium	< 0.03–0.06	0.02
Магний / Magnesium	0.08–0.66	0.69
Алюминий / Aluminum	< 0.03–0.07	0.03
Барий / Barium	0.05–1.2	0.40
Бериллий / Beryllium	< 0.50	< 0.50
Ванадий / Vanadium	< 0.01–0.02	0.02
Кадмий / Cadmium	< 0.10	< 0.1
Кобальт / Cobalt	< 0.001–0.006	0.002
Литий / Lithium	0.30–0.37	0.23
Марганец / Manganese	< 0.03–0.21	< 0.03
Медь / Copper	< 0.001–0.002	0.035
Мышьяк / Arsenic	< 0.10	0.2
Никель / Nickel	< 0.15–0.40	0.35
Свинец / Lead	< 0.02–0.02	0.8
Селен / Selenium	< 1.0	< 1.0
Серебро / Silver	< 0.02	< 0.02
Стронций / Strontium	0.008–0.044	0.011
Таллий / Thallium	< 1.0	< 1.0
Хром / Chrome	< 0.02	< 0.02
Цинк / Zinc	0.02–0.03	0.03

количествах: в селе Дубки у пожарного пруда (0,09 мг/кг); посёлке Суроватиха у пруда (0,07 мг/кг); посёлке Суроватиха на противопожарной полосе (0,05 мг/кг); посёлке Румстиха у озера (0,07 мг/кг). В остальных случаях содержание диметиламина было меньше чувствительности методики измерений. Концентрации большинства металлов не превышали соответствующих гигиенических нормативов валового содержания для кислых суглинистых и глинистых типов почв, свойственных территориям расположения предприятия (табл. 3). Содержание общего хрома в почве было в диапазоне 8,8–25,6 мг/кг. Максимальное количество данного металла зарегистрировано в селе Дубки у пожарного пруда. Следует отметить, что в соответствии с используемой методикой измерений в пробах определяли совокупность всех форм хрома.

Таблица 3 / Table 3

**Обобщённые результаты количественного химического анализа проб почвы на территории населённых мест, расположенных в зоне влияния филиала АО «ЦЭНКИ» – НПЦ КРТ**

Generalized results of quantitative chemical analysis of soil samples at the territory of populated areas located in the zone of influence of the branch of the Scientific and Production Center for Rocket Fuel Components

Химическое вещество (элемент) Chemical substance (element)	Содержание (в кратностях гигиенических нормативов) The content, in the multiplicities of hygienic standards	
	Селитебная зона Residential area	Зона рекреации Recreation area
НДМГ / NDMG	< 0.20	< 0.5
Ванадий / Vanadium	0.07–0.15	0.06–0.26
Кадмий / Cadmium	0.03–0.08	0.03–0.05
Марганец / Manganese	0.20–0.50	0.1–0.4
Медь / Copper	0.04–0.06	0.03–0.12
Мышьяк / Arsenic	0.12–0.20	0.08–0.34
Никель / Nickel	0.17–0.35	0.16–0.65
Свинец / Lead	0.05–0.06	0.03–0.06
Цинк / Zinc	0.10–0.15	0.11–0.17

## Обсуждение

Результаты исследования атмосферного воздуха территории расположения химически опасного объекта показали, что за весь период наблюдений нарушение санитарных требований зарегистрировано только в 2014 г. на границе санитарно-защитной зоны предприятия в 7,7% определений по содержанию в пробах НДМА в концентрациях до 2 ПДК, что могло быть связано с увеличением количества утилизируемой ракетной техники в тот год. Проведённые на предприятии санитарно-технические мероприятия позволили в дальнейшем не допускать подобных нарушений.

Мониторинг воды поверхностных водоёмов, расположенных в населённых пунктах района влияния филиала предприятия, не выявил несоответствий требованиям гигиенических нормативов. В питьевой воде концентрации специфических загрязнителей, металлов и солей в основном соответствовали санитарным требованиям. Зарегистрированы единичные случаи превышения гигиенического норматива по содержанию бария в воде системы нецентрализованного водоснабжения села Румстиха. Известно, что содержание бария в воде зависит от концентрации в ней сульфатов, поскольку сульфат бария имеет низкий предел растворимости ( $\text{ПР } 1 \cdot 10^{-10}$ ) и легко выпадает в осадок. В питьевой воде, отобранный из водоразборных колонок села, содержание сульфатов составляло 11,2–21,9 мг/дм<sup>3</sup>, тогда как для образования солей бария концентрация сульфатов должна составлять не менее 105 мг/дм<sup>3</sup> [17]. Таким образом, повышенные концентрации бария можно связать с особенностями природного состава воды.

В ходе исследований почвы населённых мест, расположенных в зоне влияния объекта, выявлено присутствие диметиламина, одного из продуктов трансформации гептила. Следует отметить отсутствие установленного норматива для данного ксенобиотика, что затрудняет оценку загрязнённости. В то же время известно, что вещество может присутствовать в почве в естественных условиях, в связи с чем расценивать содержание ДМА как маркёр предшествующего загрязнения почвы НДМГ, на наш взгляд, не следует, тем более что его содержание в пробах почвы, отобранный на внешней границе санитарно-защитной зоны, было ниже

чувствительности методов определения [18, 19]. Также установлено наличие в пробах почвы повышенных концентраций хрома. Известно, что хром, отличающийся широким разнообразием степени окисления и способностью образовывать комплексные анионные и катионные ионы, в природных соединениях имеет степени окисления +3 и +6 [20]. ПДК хрома в почве населенных мест установлена для валового содержания шестивалентной формы металла. Используемая нами методика измерений предусматривает определение совокупности всех форм хрома, поэтому оценить соответствие уровня содержания металла гигиеническому нормативу не представлялось возможным. В пробах почвы из села Дубки и посёлка Суроватиха содержание хрома составило 25,6 и 24 мг/кг соответственно. В остальных случаях концентрации металла не превышали уровня, характерного для почв окрестностей Нижнего Новгорода. По данным литературы, содержание хрома в почве Нижегородской области в среднем составляет 10,1 мг/кг, на правобережье – 11,1 мг/кг. В почвенном покрове 25 хозяйств в радиусе 70 км вокруг Нижнего Новгорода концентрации металла изменяются в пределах 2,6–19,5 мг/кг [21, 22].

По ретроспективным данным, в почве на границе санитарно-защитной зоны предприятия наблюдались низкие концентрации данного элемента (2 мг/кг). Не исключено попадание в почву хрома в результате деятельности близлежащих предприятий. В районе расположения объекта функционируют ЗАО «Дубки» и ОАО «Суроватихинский завод аппаратуры связи». Первое предприятие находится в деревне Дубки и занимается производством пиломатериалов, основным составом его выбросов являются взве-

шенные частицы растительного происхождения. Второе предприятие расположено в посёлке станции Суроватиха, его деятельность относится к сфере машиностроения и приборостроения. По данным литературы, в выбросах предприятий электротехнического машиностроения присутствует группа химических элементов, типичных для машиностроительных производств. Формирующиеся в зонах влияния предприятий загрязнения (в почвах и снежном покрове) отличаются концентрированием тяжёлых металлов, в том числе хрома [23]. Таким образом, можно предположить, что зарегистрированные случаи повышенного содержания хрома в почве отдельных населённых пунктов не связаны с деятельностью филиала АО «ЦЭНКИ» – НПЦ КРТ.

## Заключение

Ретроспективный анализ информации об эколого-гигиенической ситуации в районе расположения филиала АО «ЦЭНКИ» – НПЦ КРТ показал отсутствие загрязнения атмосферного воздуха, воды поверхностных водоёмов, а также почвы компонентами жидкого ракетного топлива. Результаты динамического наблюдения свидетельствуют о стабильности уровней химических факторов в объектах природной среды. По совокупности данных можно предположить отсутствие негативного влияния хозяйственной деятельности химически опасного объекта филиала АО «ЦЭНКИ» – НПЦ КРТ на прилегающую территорию. Необходим дальнейший поиск причин повышенного содержания ряда химических веществ в объектах окружающей среды.

## Литература

1. Киселев М.Ф., Рембовский В.Р., Романов В.В., ред. *Пособие по токсикологии, гигиене, химии, индикации, клинике, диагностике острых и хронических интоксикаций и профилактике профессиональных заболеваний при работе с несимметричным диметилгидразином*. СПб.; 2009.
2. Котенко К.В., Уйба В.В., Кушнева В.С., Селиванова Л.Н., Захарова З.М., ред. *Вредные химические вещества в ракетно-космической отрасли*. Справочник. М.; 2011. <https://elibrary.ru/qbzpcz>
3. Лазарев Н.В., Гадаскина И.Д., ред. *Вредные вещества в промышленности. Справочник. Том III. Неорганические и элементоорганические соединения*. Ленинград: Химия; 1977.
4. Масленников А.А., Ходыкина Н.В., Гришина М.А., Великородная Ю.И., Филатов Б.Н., Антонов В.А. Экспериментальная оценка опасности хронического первородного воздействия несимметричного диметилгидразина. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(2): 231–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-2-231-236> <https://elibrary.ru/ohxjgg>
5. Томилин Н.В., Филько О.А., Гайкова О.Н., Храброва А.В., Соловьева Н.Е., Краснов К.А. и др. Экспериментальное исследование механизмов токсического действия несимметричного диметилгидразина при хроническом введении. *Токсикологический вестник*. 2020; (2): 53–9. <https://elibrary.ru/bolprwj>
6. Томилин Н.В., Филько О.А., Храброва А.В., Соловьева Н.Е., Утсаль В.А., Краснов К.А. Генотоксическое и цитотоксическое действие несимметричного диметилгидразина при остром и субхроническом введении. *Современные вопросы биомедицины*. 2018; 2(4): 178–85. <https://elibrary.ru/ugreix>
7. Нечайкина О.В., Петунов С.Г., Лаптев Д.С., Бобков Д.В. Влияние субхронического применения несимметричного диметилгидразина на сократительную активность изолированных лимфатических сосудов. *Токсикологический вестник*. 2024; 32(1): 14–9. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2024-32-1-14-9> <https://elibrary.ru/iekcrcs>
8. Филиппова Ю.В., Филиппов В.Л. Психоорганический синдром в отдалённом периоде интоксикации компонентами ракетного топлива. *Российский психиатрический журнал*. 2022; (3): 52–6. <https://doi.org/10.47877/1560-957X-2022-10306> <https://elibrary.ru/cmtgoj>
9. Колесников С.В. *Окисление несимметричного диметилгидразина (гептила) и идентификация продуктов его превращения при проплавах*. Новосибирск: СибАК; 2014.
10. Королева Т.В., Шарапова А.В., Кречетов П.П. Химический состав снега на территориях, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности (Республика Алтай). *Гигиена и санитария*. 2017; 96(5): 432–7. <https://elibrary.ru/ysqdje>
11. Уколов А.И., Лаптев Д.С., Карманов Е.Ю., Каракашев Г.В., Крикторотов Д.В., Богаченков А.С. и др. Новые биомаркеры несимметричного диметилгидразина. *Токсикологический вестник*. 2022; 30(3): 182–90. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2022-30-3-182-190> <https://elibrary.ru/dxnnqv>
12. Семёнова О.Н., Рябова Т.В., Худякова О.М., Смирнова С.В. Оценка загрязнения компонентами ракетного топлива рекультивированных территорий шахтных пусковых установок. *Медицина труда и промышленная экология*. 2021; 61(9): 567–71. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-567-571> <https://elibrary.ru/btubgr>
13. Nguyen H.N., Chenoweth J.A., Bebarta V.S., Albertson T.E., Nowadly C.D. The toxicity, pathophysiology, and treatment of acute hydrazine propellant exposure: a systematic review. *Mil. Med.* 2021; 186(3–4): e319–26. <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa429>
14. Dallas J.A., Raval S., Alvarez Gaitan J.P., Saydam S., Dempster A.G. The environmental impact of emissions from space launches: A comprehensive review. *J. Clean. Prod.* 2020; 255: 120209–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120209>
15. Утеплин К.Р., Бекешев Е.А., Амирин М.К., Курбатова Н.В., Федорина О.А., Степанова Е.Ю. и др. Сравнительный анализ анатомической структуры некоторых дикорастущих видов растений, выращенных на почвах, загрязненных несимметричным диметилгидразином. *Новости науки Казахстана*. 2020; (4): 202–13. <https://elibrary.ru/qfrasx>
16. Семёнова О.Н., Тарабара А.В., Батракова Г.М., Берзин И.А., Худякова О.М., Сотникова М.В. *Эколого-гигиеническое сопровождение вывода из эксплуатации и ликвидации шахтных пусковых установок межконтинентальных баллистических ракет*. М.: Комментарий; 2022.
17. Крайнов С.Р., Швец В.М. *Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения*. М.: Недра; 1987.
18. Чистяков С.В., Алексинич А.В., Тарабара А.В. Эколого-гигиеническая и токсикологическая оценка окружающей среды в районе выведенных из эксплуатации бывших объектов Министерства обороны. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(9): 833–9. <https://elibrary.ru/zssbf>
19. Алексинич А.В., Гребенюк А.Н., Круглов А.А., Чистяков С.В., Чушников С.П. Санитарно-гигиеническая характеристика района позиционирования предприятия по утилизации ракетной техники. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 607–10. <https://elibrary.ru/zfbysl>
20. Водяницкий Ю.Н. *Тяжелые металлы и металлоиды в почвах*. М.; 2008.
21. Шафронов О.Д., Темников В.Н. Результаты агрозоологического мониторинга пахотных почв Нижегородской области. *Агрохимический вестник*. 2008; (6): 3–6. <https://elibrary.ru/kvijel>
22. Шафронов О.Д. Ландшафтно-экологическое районирование Нижегородской области по содержанию тяжелых металлов в почве. *Агрохимический вестник*. 2006; (1): 5–7. <https://elibrary.ru/lvvcj>
23. Янин Е.П. Воздействие предприятий электротехнического машиностроения на окружающую среду. *Экологическая экспертиза*. 2008; (3): 19–29. <https://elibrary.ru/lgtgst>

## References

- Kiselev M.F., Rembovskii V.R., Romanov V.V., eds. *Manual on Toxicology, Hygiene, Chemistry, Indication, Clinic, Diagnosis and Prevention of Occupational Diseases when Working with Asymmetric Dimethylhydrazine [Posobie po toksikologii, gигиене, химии, индикации, клинике, диагностике острых и хронических отравлений и профилактике профессиональных заболеваний при работе с несимметричным диметилгидразином]*. St. Petersburg; 2009. (in Russian)
- Kotenko K.V., Uiba V.V., Kushneva V.S., Selivanova L.N., Zakharova Z.M., eds. *Harmful Chemicals in the Rocket and Space Industry [Vrednye khimicheskie veshchestva v raketno-kosmicheskoi otrassli]*. Moscow; 2011. https://elibrary.ru/qbzpcz (in Russian)
- Lazarev N.V., Gadaskina I.D., eds. *Harmful Substances in Industry. Guide. Volume III. Inorganic and Organoelement Compounds [Vrednye veshchestva v promyshlennosti. Spravochnik. Tom III. Neorganicheskie i elementoorganicheskie soedineniya]*. Leningrad: Khimiya; 1977. (in Russian)
- Maslenikov A.A., Khodykina N.V., Grishina M.A., Velikorodnaya Yu.I., Filatov B.N., Antonov V.A. Experimental risk assessment of chronic oral exposure to unsymmetrical dimethylhydrazine. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(2): 231–6. https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-2-231-236 https://elibrary.ru/ohxjg (in Russian)
- Tomilin N.V., Filko O.A., Gaikova O.N., Khrabrova A.V., Solovyeva N.E., Krasnov K.A., et al. Experimental study of the mechanisms of toxic action of unsymmetrical dimethylhydrazine in chronic administration ecological. *Toksikologicheskiy vestnik*. 2020; (2): 53–9. https://elibrary.ru/bolpwj (in Russian)
- Tomilin N.V., Filko O.A., Khrabrova A.V., Solovyeva N.E., Utsal V.A., Krasnov K.A. Genotoxicity and cytotoxicity of unsymmetrical dimethylhydrazine in acute and subchronic exposure. *Sovremennye voprosy biomedisiny*. 2018; 2(4): 178–85. https://elibrary.ru/urpeus (in Russian)
- Nechaykina O.V., Petunov S.G., Laptev D.S., Bobkov D.V. Effect of subchronic use of unsymmetrical dimethylhydrazine on contractile activity of isolated lymphatic vessels. *Toksikologicheskiy vestnik*. 2024; 32(1): 14–9. https://doi.org/10.47470/0869-7922-2024-32-1-14-19 https://elibrary.ru/iekpc (in Russian)
- Filippova Yu.V., Filippov V.L. Psycho-organic syndrome in the long-term period of intoxication with rocket fuel components. *Rossiiskii psichiatricheskii zhurnal*. 2022; (3): 52–6. https://doi.org/10.47877/1560-957X-2022-10306 https://elibrary.ru/cmgojj (in Russian)
- Kolesnikov S.V. *Oxidation of Asymmetric Dimethylhydrazine (Heptyl) and Identification of Its Transformation Products in Straits [Oksidatsiya nesimmetrichnogo dimetilgidrazina (heptila) i identifikatsiya produktov ego prevarshcheniya pri prolivakh]*. Novosibirsk: SibAK; 2014. (in Russian)
- Koroleva T.V., Sharapova A.V., Krechetov P.P. A chemical composition of snow on areas exposed to space-rocket activities pollution (Altai republic). *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(5): 432–7. https://elibrary.ru/ysqdej (in Russian)
- Ukolov A.I., Laptev D.S., Karmanov E.Yu., Karakashev G.V., Krivorotov D.V., Bogachenkov A.S., et al. New biomarkers for 1,1-dimethylhydrazine. *Toksikologicheskiy vestnik*. 2022; 30(3): 182–90. https://doi.org/10.47470/0869-7922-2022-30-3-182-190 https://elibrary.ru/dxnvq (in Russian)
- Semenova O.N., Ryabov T.V., Hudyakova O.M., Smirnova S.V. Assessment of contamination by rocket fuel components of remedied sites of silo launchers. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2021; 61(9): 567–71. https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-567-571 https://elibrary.ru/btubg (in Russian)
- Nguyen H.N., Chenoweth J.A., Bebarta V.S., Albertson T.E., Nowadly C.D. The toxicity, pathophysiology, and treatment of acute hydrazine propellant exposure: a systematic review. *Mil. Med.* 2021; 186(3–4): e319–26. https://doi.org/10.1093/milmed/usaa429
- Dallas J.A., Raval S., Alvarez Gaitan J.P., Saydam S., Dempster A.G. The environmental impact of emissions from space launches: A comprehensive review. *J. Clean. Prod.* 2020; 255: 120209–12. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120209
- Uteulin K.R., Bekeshev E.A., Amrin M.K., Kurbatova N.V., Fedorina O.A., Stepanova E.Yu., et al. Comparative analysis of the anatomical structure of some wild plant species grown on soils contaminated with asymmetric dimethylhydrazine. *Novosti nauki Kazakhstana*. 2020; (4): 202–13. https://elibrary.ru/qlrasx (in Russian)
- Semenova O.N., Tarabara A.V., Batrakova G.M., Berzin I.A., Khudyakova O.M., Sotnikova M.V. *Ecological and Hygienic Support for Decommissioning and Liquidation of Mine Launchers of Intercontinental Ballistic Missiles [Ekologo-gigienicheskoye soprovozhdenie vyvoda iz ekspluatatsii i likvidatsii shakhthnykh puskovykh ustanoval mezhkontinental'nykh ballisticheskikh raket]*. Moscow: Kommentarii; 2022. (in Russian)
- Krainov S.R., Shvets V.M. *Geochemistry of Groundwater for Economic and Drinking Purposes [Geokhimiya podzemnykh vod khozyaistvenno-pit'evogo naznacheniya]*. Moscow: Nedra; 1987. (in Russian)
- Chistyakov S.V., Alekhnovich A.V., Tarabara A.V. Practical approbation of the developed measures on ecological-hygienic and toxicological estimation of the environment in the district of the former objects of the Ministry of Defense. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(9): 833–9. https://elibrary.ru/zssbfr (in Russian)
- Alekhnovich A.V., Grebenyuk A.N., Kruglov A.A., Chistyakov S.V., Chushnyakov S.P. Sanitary-hygienic characteristics of the area of positioning for the disposal of rocket techniques. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(7): 607–10. https://elibrary.ru/zfbysl (in Russian)
- Vodyanitskii Yu.N. *Heavy metals and metalloids in soils [Tyazhelye metally i metalloidy v pochvakh]*. Moscow; 2008. (in Russian)
- Shafronov O.D., Temnikov V.N. Results of agroecological monitoring of arable soils of the Nizhny Novgorod region. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2008; (6): 3–6. https://elibrary.ru/kvjjel (in Russian)
- Shafronov O.D. Landscape and ecological zoning of the Nizhny Novgorod region according to the content of heavy metals in the soil. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2006; (1): 5–7. https://elibrary.ru/lvacyj (in Russian)
- Yanin E.P. The impact of electrical engineering enterprises on the environment. *Ekologicheskaya ekspertiza*. 2008; (3): 19–29. https://elibrary.ru/lltgst (in Russian)

## Сведения об авторах

**Тобольская-Поспелова Марина Михайловна**, науч. сотр. лаб. гигиены ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, 400048, Волгоград, Россия. E-mail: saperavi@mail.ru

**Крылова Наталья Валерьевна**, канд. биол. наук, зав. лаб. гигиены ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, 400048, Волгоград, Россия. E-mail: krilova@rihtop.ru

**Горкина Ирина Константиновна**, зав. лаб. санитарно-химических измерений ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, 400048, Волгоград, Россия. E-mail: gorkina@rihtop.ru

**Антонов Валерий Алексеевич**, доктор мед. наук, профессор, и.о. директора ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, 400048, Волгоград, Россия. E-mail: antonov@rihtop.ru

**Новикова Ольга Николаевна**, канд. мед. наук, зам. директора по научной работе ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, 400048, Волгоград, Россия. E-mail: novikova@rihtop.ru

**Сазонова Наталья Геннадьевна**, науч. сотр. лаб. гигиены, ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, 400048, Волгоград, Россия. E-mail: vodoley1072@bk.ru

**Иванова Екатерина Рафиковна**, науч. сотр. лаб. санитарно-химических измерений, ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, 400048, Волгоград, Россия. E-mail: umka031185@list.ru

**Белоусова Татьяна Николаевна**, науч. сотр. лаб. гигиены, ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, 400048, Волгоград, Россия. E-mail: beltanik2013@yandex.ru

## Information about the authors

**Marina M. Tobolskaya-Pospelova**, Researcher, Hygiene Laboratory of the Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation, https://orcid.org/0000-0001-6261-4778 E-mail: saperavi@mail.ru

**Natalya V. Krylova**, PhD (Biology), Head of the Hygiene Laboratory of the Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation, https://orcid.org/0000-0001-9552-4891 E-mail: krilova@rihtop.ru

**Irina K. Gorkina**, Head of the Laboratory of Sanitary Chemical Research of the Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation, https://orcid.org/0000-0002-6391-3785 E-mail: gorkina@rihtop.ru

**Valery A. Antonov**, DSc (Medicine), Professor, Acting Director of the Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation, https://orcid.org/0000-0001-6435-4316 E-mail: antonov@rihtop.ru

**Olga N. Novikova**, PhD (Medicine), Deputy Director for Scientific Work of the Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation, https://orcid.org/0000-0002-9753-1881 E-mail: novikova@rihtop.ru

**Natalia G. Sazonova**, Researcher, Hygiene Laboratory of the Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation, https://orcid.org/0000-0002-6985-7171 E-mail: vodoley1072@bk.ru

**Ekaterina R. Ivanova**, Researcher, Laboratory of Sanitary Chemical Research of the Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation, https://orcid.org/0000-0003-4802-2690 E-mail: umka031185@list.ru

**Tatyana N. Belousova**, Researcher, Hygiene Laboratory of the Research Institute for Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, Volgograd, 400048, Russian Federation, https://orcid.org/0000-0002-8147-0586 E-mail: beltanik2013@yandex.ru