

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-567-571>

УДК 614.7

© Коллектив авторов, 2021

Семёнова О.Н., Рябова Т.В., Худякова О.М., Смирнова С.В.

Оценка загрязнения компонентами ракетного топлива рекультивированных территорий шахтных пусковых установок

ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России, Живописная ул., 46, Москва, Россия, 123098

Введение. Использование высокотоксичных и чрезвычайно опасных компонентов жидкого ракетного топлива в межконтинентальных баллистических ракетах шахтного базирования обуславливает необходимость обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и экологической безопасности в процессе ликвидации шахтных пусковых установок.

Цель исследования — оценка химической безопасности территорий размещения шахтных пусковых установок после их ликвидации методом подрыва и рекультивации нарушенных земель.

Материалы и методы. На 20 рекультивированных площадках бывших шахтных пусковых установок «одиночного старта», расположенных в Челябинской области и в Алтайском крае, отобраны пробы почвы, воды, растительности и проанализированы на содержание несимметричного диметилгидразина и продуктов его деструкции в аккредитованной лаборатории с использованием аттестованных фотометрических методик.

Результаты. На момент обследования в 2019 г. на 19 из 20 территорий бывших шахтных пусковых установок установлены факты несанкционированного вскрытия рекультивированных площадок в целях извлечения лома цветных и черных металлов, строительных материалов вплоть до глубины нахождения разрушенных стволов шахтных сооружений. В пробах почвы 3 площадок шахтных пусковых установок, расположенных в Челябинской области, обнаружен несимметричный диметилгидразин в концентрациях превышающих ПДК в 1,02–1,60 раза. В пробах воды из вскрытых и затопленных водой стволов шахтных пусковых установок продукты деструкции несимметричного диметилгидразина отсутствовали. Не установлено загрязнение несимметричным диметилгидразином травянистой и хвойной растительности на обследованных площадках.

Заключение. Загрязнение несимметричным диметилгидразином почвы на 3 рекультивированных площадках из 20 обследованных может являться следствием несанкционированного их вскрытия. После вскрытия бесхозные площадки шахтных пусковых установок представляют собой объекты повышенной химической опасности и экологического риска, которые требуют проведения природовосстановительных работ, усиления надзорной деятельности за их техническим, санитарным и экологическим состоянием.

Ключевые слова: шахтные пусковые установки; ликвидация; рекультивация; компоненты ракетного топлива; химическая безопасность

Для цитирования: Семёнова О.Н., Рябова Т.В., Худякова О.М., Смирнова С.В. Оценка загрязнения компонентами ракетного топлива рекультивированных территорий шахтных пусковых установок. *Мед. труда и пром. экол.* 2021; 61(9): 567–571. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-567-571>

Для корреспонденции: Семёнова Ольга Николаевна, зав. лабораторией, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ А.И. Бурназяна ФМБА России, кандидат медицинских наук. E-mail: olgsem227@yandex.ru

Участие авторов:

Семёнова О.Н. — концепция и структура исследований, анализ и интерпретация данных, написание текста;

Рябова Т.В. — сбор и обработка данных;

Худякова О.М. — сбор и обработка данных;

Смирнова С.В. — сбор и обработка данных.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Дата поступления: 30.07.2021 / Дата принятия к печати: 08.10.2021 / Дата публикации: 20.10.2021

Olga N. Semenova, Tatyana V. Ryabova, Olga M. Hudyakova, Svetlana V. Smirnova

Assessment of contamination by rocket fuel components of remedied sites of silo launchers

A.I. Burnasyan Medical Biophysical Center, 46, Zhivopisnaya str., Moscow, Russia, 123182

Introduction. The use of highly toxic and highly hazardous components of liquid rocket fuel in silo-based intercontinental ballistic missiles makes it necessary to assure the health and epidemiological well-being of the population and environmental safety when eliminating silo launchers.

The study aims to assess the chemical safety of the sites of silo launchers after their elimination by detonation and remediation of disturbed lands.

Materials and methods. Samples of soil, water, vegetation were taken at 20 remedied sites of the former silo launchers of "single start" located in the Chelyabinsk region and the Altai Territory. These samples were analyzed in an accredited laboratory for the content of unsymmetrical dimethyl-hydrazine and its degradation products using certified photometric methods.

Results. At the time of the survey in 2019, in 19 of 20 sites of former silo launchers, facts of unauthorized intrusion to the remedied sites were established in order to recover a scrap of non-ferrous and ferrous metals, building materials up to the depth of the location of the destroyed shafts of mine structures. In soil samples from 3 sites of silo launchers located in the Chelyabinsk region, asymmetric dimethyl-hydrazine was found in concentrations exceeding the MPC by 1.02 - 1.6 times. In water samples from open and water-flooded shafts of silo launchers, degradation products of unsymmetrical dimethyl-hydrazine were absent. Contamination of herbaceous and coniferous vegetation with asymmetric dimethyl-hydrazine at the surveyed sites has not been established.

Conclusion. Soil contamination with asymmetric dimethyl-hydrazine at three remedied sites of 20 surveyed ones may be the result of their unauthorized opening. After the intrusion, the orphan sites of the silo launchers become objects of increased chemical hazard and environmental risk. Such things require carrying out nature restoration work, strengthening supervision over their technical, health and ecological condition.

Keywords: *silo launchers; elimination; remediation; components of rocket fuel; chemical safety*

For citation: Semenova O.N., Ryabova T.V., Hudyakova O.M., Smirnova S.V. Assessment of contamination by rocket fuel components of remedied sites of silo launchers. *Med. truda i prom. ekol.* 2021; 61(9): 567–571. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-567-571>

For correspondence: Olga N. Semenova, Chief of Laboratory, A.I. Burnasyan Medical Biophysical Center, PhD in Med. Sc. E-mail: olgsem227@yandex.ru

Information about the authors: Semenova O.N. <https://orcid.org/0000-0003-0739-5888>

Ryabova T.V. <https://orcid.org/0000-0003-4820-227X>

Hudyakova O.M. <https://orcid.org/0000-0002-5337-0561>

Smirnova S.V. <https://orcid.org/0000-0003-2942-4264>

Contribution:

Semenova O.N. — conception and arrangement of research, data analysis and interpretation, writing the text;

Ryabova T.V. — data collection and treatment;

Hudyakova O.M. — data collection and treatment;

Smirnova S.V. — data collection and treatment

Funding. The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests

Received: 30.07.2021 / Accepted: 08.10.2021 / Published: 20.10.2021

Введение. Вывод из эксплуатации и ликвидация боевых стартовых позиций (БСП) с шахтными пусковыми установками (ШПУ) межконтинентальных баллистических ракет (МБР) осуществляются с 1972 г. по настоящее время в соответствии с планами переоснащения ракетных войск стратегического назначения и международными договорами о сокращении стратегических наступательных вооружений.

В подавляющем большинстве бывшие ШПУ предназначались для эксплуатации МБР на высокотоксичных и чрезвычайно опасных компонентах жидкого ракетного топлива (КЖРТ), что обуславливает необходимость обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и экологической безопасности в процессе ликвидации боевых стартовых позиций (БСП) и дальнейшей рекультивации нарушенных земель [1].

К наиболее потенциально опасным последствиям эксплуатации жидкотопливных МБР относятся [2]:

- возможные нештатные ситуации, связанные с падением КЖРТ и продуктов их деструкции в почву, в водные объекты, в атмосферный воздух при их транспортировке грунтовыми транспортными средствами на территории площадок ШПУ и обратно, при заправке КЖРТ в ракеты и сливе их из ракет;
- термическое обезвреживание в специальных подвижных агрегатах паров КЖРТ и промстоков, образующихся при заправке ракет и сливе КЖРТ, в ходе промывки технологического оборудования на территории площадок ШПУ;
- нейтрализация на территории площадок ШПУ строительных конструкций, почвы и промстоков, загрязненных КЖРТ.

На бывших объектах Минобороны РФ с условными номерами 373, расположенном в Карталинском районе Челябинской области, и 378, дислоцированном в Алейском, Топчихинском, Шипуновском и Усть-Пристанском районах Алтайского края, в качестве КЖРТ на всех типах МБР использовались высокотоксичные: ракетное горючее — несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил) [3, 4] и окислитель — азотный тетраоксид (АТ, амил) [4].

Общий срок эксплуатации ШПУ одиночного старта с жидкостными МБР на объекте 373 составил более 30 лет, на объекте 378 более 25 лет.

Все боевые ракетные комплексы (БРК) объекта 373 были расформированы в 1989–1994 гг., объекта 378 в 2000–2001 гг., ракеты были направлены на утилизацию, а ШПУ выведены из строя методом подрыва. В начале 2000-х годов силами подрядных организаций, а в ряде слу-

чаев силами воинских частей, была проведена техническая рекультивация площадок взорванных ШПУ. Большинство рекультивированных площадок не были переданы местным администрациям, а категория и вид их использования «земли обороны для размещения военных объектов» остались без изменения.

В течение многих последующих лет фактически брошенные рекультивированные площадки ШПУ приходили в запустение. Свободный доступ и относительно хорошее состояние подъездных дорог сделали эти территории привлекательным местом стихийного изъятия местным населением строительных материалов и конструкций, лома черных и цветных металлов, несанкционированного размещения коммунальных отходов [5, 6].

При этом отсутствие информации о реальной и мнимой опасности, умалчивание масштабов проблемы является причиной формирования искаженного общественного мнения о химической, радиационной и эпидемиологической опасности бывших военных объектов.

Цель исследования — оценка химической безопасности территорий размещения шахтно-пусковых установок межконтинентальных баллистических ракет на высокотоксичном жидком ракетном топливе после их полной ликвидации и рекультивации нарушенных земель.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись выведенные из эксплуатации, ликвидированные, а затем полностью рекультивированные территории бывших ШПУ «одиночного старта», расположенные в Карталинском районе Челябинской области и в Алейском, Топчихинском, Шипуновском и Усть-Пристанском районах Алтайского края.

При обследовании площадок бывших объектов 373 и 378 учитывалось их современное состояние, местонахождение, возможное влияние на природные объекты. Основными критериями выбора площадок ШПУ в Челябинской области и в Алтайском крае являлись:

- участие в учебно-боевых пусках;
- близкое расположение к населенным пунктам;
- признаки осуществления несанкционированной хозяйственной и других видов деятельности;
- транспортная доступность и наличие транспортной активности;
- наличие остатков инфраструктуры бывших БРК.

Объем, порядок и процедура обследования площадок ШПУ соответствовали основным положениям «Методического пособия по обеспечению эколого-гигиенической безопасности территорий размещения ШПУ после вывода их из эксплуатации и рекультивации земель» [7, 8].

На площадках объектов 373 и 378 были отобраны пробы почвы, растительности и воды. Отбор проб объектов окружающей среды производился в соответствии с требованиями действующих нормативно-методических документов^{1,2,3}[9].

На территории каждой из 20 площадок ШПУ «одиночного старта» методом конверта с глубины 0–25 см отобрано по 20 точечных проб на расстоянии 100–200 м от условного геометрического центра бывшей ШПУ и сформировано по 4 объединённых пробы. За пределами площадок ШПУ отобраны 6 объединённых контрольных проб, каждая из которых состоит из 5 точечных. Таким образом, всего было отобрано 430 точечных проб почвы, из которых сформировано 86 объединённых.

При отборе проб воды установлено, что на рекультивированных территориях поверхностные непроточные водные объекты отсутствовали. Исключение составили:

- для объекта 373 — площадка 1 района № 4 и площадка 2 района № 6, где были отобраны 2 пробы воды (по одной на каждой площадке) из вскрытых и затопленных водой стволов ШПУ;
- для объекта 378 — площадки под номерами 25, 31 и 82, где были отобраны 3 пробы воды (по одной на каждой площадке) из вскрытых и затопленных водой стволов ШПУ.

Также на каждом из объектов были отобраны по 3 фоновых пробы из непроточных водоемов, находящихся вне площадок бывших ШПУ.

При проведении санитарно-гигиенического обследования на бывшем объекте 373 в Челябинской области было отобрано 13 проб наземной части травянистой растительности в местах размещения рекультивированных ШПУ и в контрольных точках, а также 13 проб хвойной растительности. На площадках ШПУ бывшего объекта 378 в Алтайском крае аналогичным способом было отобрано 13 проб только травянистой растительности в связи с полным отсутствием хвойных пород.

Отобранные пробы почвы, воды и растительности были проанализированы на содержание НДМГ и высокотоксичных продуктов его деструкции: нитрозодиметиламина (НДМА), диметиламина (ДМА) и формальдегида (ФА) в «Испытательно-лабораторном центре гигиенического мониторинга» (ИЛЦ ГМ) ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (Аттестат аккредитации № RA.RU.21BU01 от 25.09.2015 г.). Всего было исследовано 136 проб, в том числе 86 проб почвы, 11 проб воды и 39 проб растительности.

Измерение массовых концентраций НДМГ и продуктов его деструкции в пробах почвы, воды и растительности проводилось аттестованными и утвержденными фотометрическими методиками на приборе КФК-3 (ОАО «ЗОМЗ», г. Загорск, Россия). В пробах почвы массовая концентрация НДМГ определялась согласно МУК 4.1.056-16, НДМА — МУК 4.1.054-16, ДМА — МУК 4.1.053-16 и ФА — МУК 4.1.060-11. В пробах воды содержание НДМА определялось в соответствии с МУК 4.1.055-16, ДМА — МУК 4.1.012-18 и ФА — МУК 4.1.011-18. Пробы растительности анализировались на содержание НДМГ в соответствии с МУК 4.1.027-14.

¹ ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

² ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа

³ ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.

Результаты и обсуждение. Санитарно-химическое исследование загрязнения объектов окружающей среды высокотоксичным и чрезвычайно опасным ракетным горючим и продуктами его деструкции, входившее в состав комплексного эколого-гигиенического обследования территорий выведенных из эксплуатации, ликвидированных и впоследствии рекультивированных БСП с ШПУ в Челябинской области и Алтайском крае, проводилось в рамках Федеральной целевой программы «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года» [10].

На момент обследования (июнь–август 2019 г.) практически на всех (19 из 20) территориях бывших ШПУ объектов 373 в Челябинской области и 378 в Алтайском крае установлены факты или попытки несанкционированного вскрытия рекультивированных площадок в целях извлечения лома цветных и черных металлов, строительных материалов вплоть до глубины нахождения разрушенных стволов шахтных сооружений. Ряд площадок ШПУ представляет собой сплошные раскопы на глубину до 30 м, другие затронуты всего на 5–6 метров и уже, как правило, заросли травой и кустарником. Вывалы грунта, бетонный щебень, груды отходов окружают на расстоянии до 100 м бывшие ШПУ. К центру площадок проложены 1–2 спуска для тяжёлого транспорта и строительной техники. На некоторых площадках шахтные стволы завалены породой, на других открыты, а в ряде случаев заполнены водой. После раскопок не восстановлена ни одна из площадок.

Результаты исследования проб почвы. Исследования проб почвы с площадок объектов 373 и 378 на загрязнение НДМГ и продуктами его деструкции позволило установить следующее. В почве площадок бывшего объекта 373 НДМГ был обнаружен в 6 пробах из 43, что составляет 14% от общего числа проб. В 4 пробах концентрация НДМГ превышала ПДК в 1,02–1,6 раза, а в двух пробах его концентрация была ниже предельно допустимой. Самой «грязной», с точки зрения индикации, оказалась площадка 1 района № 1, где НДМГ обнаружен в трёх пробах из четырёх, при этом его концентрация в двух пробах превышала ПДК. Очевидно, выявленное загрязнение НДМГ почвы площадок 1 и 2 района № 1 и площадки 1 района № 5 объекта 373 в Челябинской области является следствием несанкционированного вскрытия рекультивированных площадок. ДМА обнаружен в 30% проб (13 проб из 43), но его присутствие в почве может определяться и в естественных условиях [11], что в свою очередь подтверждается его наличием в двух из трёх контрольных проб. Формальдегид присутствовал в 21% отобранных проб (9 проб из 43) в концентрациях значительно ниже предельно допустимой. Наличие НДМА не зарегистрировано ни в одной из проб.

По результатам исследования почвы с площадок объекта 378 на загрязнение ракетным горючим и продуктами его деструкции установлено, что НДМГ присутствовал в 5 пробах из 43 (12%) в концентрациях более чем в 2 раза ниже ПДК. ДМА обнаружен в 28 пробах из 43 (65%), но его присутствие в почве определяется, как указывалось выше, и в естественных условиях. Формальдегид присутствовал в 6 из 43 отобранных проб (14%) в количестве значительно ниже ПДК. Наличие НДМА в пробах почвы площадок объекта 378 не установлено.

Результаты исследования проб воды. Данные исследований проб воды отобранных на объектах 373 и 378 представлены в **таблицах 3 и 4**. Во всех пяти пробах воды, отобранных на площадках объекта 373 (**табл. 1**), НДМА,

Таблица 1 / Table 1

Результаты исследования проб воды объекта 373 на содержание продуктов деструкции НДМГ**Results of the study of water samples from object 373 for the content of UDMH degradation products**

№ п/п	Место отбора пробы	Определяемые вещества, мг/дм ³		
		НДМА	ДМА	ФА
1	Контрольная точка 1	<0,01	<0,03	<0,025
2	Площадка 2 района № 6	<0,01	<0,03	<0,025
3	Контрольная точка 2	<0,01	<0,03	<0,025
4	Площадка 4 района № 1	<0,01	<0,03	<0,025
5	Контрольная точка 3	<0,01	<0,03	<0,025
ПДК _{воды} мг/дм ³		0,01 (ведомственный норматив)	0,1	0,05

Примечание: <0, ... — ниже предела чувствительности методики измерения.

Note: <0, ... — below the sensitivity limit of the measurement procedure.

Таблица 2 / Table 2

Результаты исследования проб воды объекта 378 на содержание продуктов деструкции НДМГ**Results of the study of water samples from object 378 for the content of UDMH destruction products**

№ п/п	Место отбора пробы	Определяемые вещества, мг/дм ³		
		НДМА	ДМА	ФА
1	Контрольная точка 1	<0,01	0,08±0,019	<0,025
2	Площадка 82	<0,01	<0,03	<0,025
3	Контрольная точка 2	<0,01	<0,03	<0,025
4	Контрольная точка 3	<0,01	<0,03	<0,025
5	Площадка 31	<0,01	<0,03	<0,025
6	Площадка 25	<0,01	0,09±0,021	<0,025
ПДК _{воды} мг/дм ³		0,01 (ведомственный норматив)	0,1	0,05

Примечание: <0, ... — ниже предела чувствительности методики измерения; ±0, ... — допустимая погрешность измерения.

Note: <0, ... — below the sensitivity limit of the measurement procedure; ±0, ... — permissible measurement error.

Таблица 3 / Table 3

Результаты исследования проб растительности на содержание НДМГ**Results of the study of vegetation samples for the content of UDMH**

Место отбора проб	Вид пробы	Количество проб	Результаты исследований, мг/кг
Челябинская область Площадки ШПУ объекта 373	травянистая растительность	13	<0,2
Челябинская область Площадки ШПУ объекта 373	хвойная растительность	13	<0,2
Алтайский край Площадки ШПУ объекта 378	травянистая растительность	13	<0,2

Примечание: <0, 2 — ниже предела чувствительности методики измерения.

Note: <0, 2 — below the sensitivity limit of the measurement procedure.

ДМА и ФА отсутствовали. Анализ проб воды с площадок объекта 378 (табл. 2) также показал отсутствие НДМА и ФА во всех 6 пробах. ДМА, который может обнаруживаться в воде водоёмов в естественных условиях [11], определялся в двух пробах воды, в том числе в контрольной, в концентрациях ниже ПДК.

Таким образом, лабораторный анализ проб воды с территорий бывших объектов 373 и 378 свидетельствует об отсутствии их загрязнения продуктами трансформации ракетного горючего.

Результаты исследования проб растительности. Химико-аналитическое исследование проб травянистой и хвойной растительности с территорий объектов 373 и 378 свидетельствуют об отсутствии их загрязнения НДМГ (табл. 3).

Заключение. Оценка загрязнения объектов окружающей среды чрезвычайно опасным компонентом жид-

кого ракетного топлива и высокотоксичными продуктами его деструкции проводилась с целью обеспечения химической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия территорий выведенных из эксплуатации, ликвидированных и впоследствии рекультивированных БСП с ШПУ в двадцати позиционных районах бывших объектов Минобороны РФ — 373 (Карталинский район Челябинской области) и 378 (Алейский, Топчихинский, Усть-Пристанский и Шипуновский районы Алтайского края).

Результаты проведенных санитарно-химических исследований свидетельствуют об отсутствии загрязнения ракетным горючим — НДМГ и продуктами его трансформации воды и растительности на рекультивированных площадках ликвидированных ШПУ МБР. Установлено загрязнение НДМГ почвы отдельных площадок объекта 373 в Челябинской области в 1,02–1,6 раза превышающее гигиени-

ческий норматив, что может являться следствием несанкционированного вскрытия рекультивированных площадок.

Площадки ШПУ после рекультивации оказались легкодоступными для местного населения, а отсутствие эффективного контроля надзорных органов за техническим, санитарным и экологическим состоянием территорий бывших ШПУ создало предпосылки для осуществления несанкционированной деятельности, включая размещение коммунальных отходов и вскрытие рекультивированных площадок в целях извлечения лома цветных, черных металлов и строительных материалов. После вскрытия бесхозные площадки ШПУ представляют собой объекты повышенной химиче-

ской опасности и экологического риска. В данной ситуации представляется необходимым сформулировать следующие предложения:

- региональным органам государственного управления совместно с органами военного управления следует решить вопрос о передаче площадок ШПУ бывших объектов 373 и 378 в ведение местных администраций;
- на вскрытых после рекультивации площадках бывших ШПУ местным администрациям необходимо организовать природовосстановительные работы и усилить надзорную деятельность за их санитарным и экологическим состоянием.

Список литературы

1. Киселев Д.Б., Рембовский В.Р., Романов В.В., редакторы. Санитарно-эпидемиологическое обеспечение химической безопасности производственной и окружающей среды. Руководство. М.: ФМБА России; 2012.
2. Касимов Н.С., Шпигун О.А., редакторы. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы. М.: Рестар; 2011.
3. Киселев М.Ф., Рембовский В.Р., Романов В.В., редакторы. Пособие по токсикологии, гигиене, химии, индикации, клинике, диагностике и профилактике профессиональных заболеваний при работе с несимметричным диметилгидразином. СПб.; 2009.
4. Уйба В.В., Котенко К.В., Кушнев В.С., редакторы. Вредные химические вещества в ракетно-космической отрасли. Справочник. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; 2011.
5. Чистяков С.В. Алехнович 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): 833–39. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-9-833-839>
6. Тарабара А.В., Батракова Г.М., Слюсарь Н.Н., Щуклина Л.М., Чистяков С.В. Об экологической обстановке в местах размещения бывших шахтных пусковых установок на территории Пермского края. В кн.: «Химия. Экология. Урбанистика: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием». Пермь, 18–19 апр. 2019 г.; Пермь: Издательство Пермского национального политехнического университета; 2019: Т.1. 223–28.
7. Чистяков С.В. ред. Методическое пособие по обеспечению эколого-гигиенической безопасности территорий размещения шахтных пусковых установок после вывода их из эксплуатации и рекультивации земель. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна; 2018.
8. Семенова О.Н., Воронин Н.Ф., Иванов С.Е., Чистяков С.В. Научно-методическое обеспечение эколого-гигиенической безопасности территорий размещения шахтных пусковых установок после вывода их из эксплуатации и рекультивации земель. Медицина экстремальных ситуаций. 2020; 22(2): 186–92.
9. Горшкова Р.Б., Болтromeюк Л.П., Семенова О.Н., Смирнова С.В., Рябова Т.В., Кушнев В.С. и др. Методическое пособие по организации и порядку отбора проб объектов производственной и природной среды для проведения анализа компонентов ракетных топлив и продуктов его деструкции. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна; 2014.
10. Федеральная целевая программа «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года». Утверждена Постановлением правительства РФ от 18.11.2011 г. № 950.
11. Курляндский Б.А., Филон В.А., редакторы. Вредные химические вещества. Азотсодержащие органические соединения. Справочник. СПб.: Изд-во «Химия»; 1992.

References

1. Kiselev D.B., Rembovskij V.R., Romanov V.V., redaktory. Sanitary and Epidemiological Support of Chemical Safety in Production and Environment. Manual. M.: FMBA Rossii; 2012. (in Russian).
2. Kasimov N.S., Shpigun O.A., redaktory. Environmental monitoring of rocket and space activities. Principles and methods. M.: Restar; 2011. (in Russian).
3. Kiselev M.F., Rembovskij V.R., Romanov V.V., redaktory. Manual on toxicology, hygiene, chemistry, indication, clinic, diagnosis and prevention of occupational diseases when working with asymmetric dimethylhydrazine. SPb.; 2009 (in Russian).
4. Uyba V.V., Kotenko K.V., Kushneva V.S., redaktory. Harmful chemicals in the rocket and space industry. Spravochnik. M.: FGBU GNTs FMBTs im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii; 2011. 408 s. (in Russian).
5. Chistyakov S.V., Alekhovich 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. Gigena i sanitaria. 2017; 96(9): 833–39. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-9-833-839> (in Russian).
6. Tarabara A.V., Batrakova G.M., Sljusar' N.N., Shhuklina L.M., Chistjakov S.V. On the environmental situation in the locations of the former mine launchers in the Perm Territory. In the book: "Chemistry. Ecology. Urban Studies: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Perm, 18–19 Apr. 2019." Perm: Izdatel'stvo Permskogo nacional'nogo politehnicheskogo universiteta; 2019: T.1. 223–28 (in Russian).
7. Chistyakov S.V., red. Methodological manual for ensuring the environmental and hygienic safety of the territories where the mine launchers are located after their decommissioning and land reclamation. M.: FGBU GNTs FMBTs im. A.I. Burnazyana; 2018 (in Russian).
8. Semenova O.N., Voronin N.F., Ivanov S.E., Chistyakov S.V. Scientific and methodological support of the ecological and hygienic safety of the territories where the mine launchers are located after their decommissioning and land reclamation. Medicina jekstremal'nyh situacij. 2020; 22(2): 186–92 (in Russian).
9. Gorshkova R.B., Boltromejuk L.P., Semenova O.N., Smirnova S.V., Rjabova T.V., Kushneva V.S. i dr. Methodological manual on the organization and procedure for sampling objects of the industrial and natural environment for the analysis of the components of rocket fuels and products of its destruction. M.: FGBU GNC FMBC im. A.I. Burnazjana; 2014 (in Russian).
10. Federal'naja celevaja programma «Industrial utilization of weapons and military equipment for 2011–2015 and for the period until 2020». Utverzhdena Postanovleniem pravitel'stva RF ot 18.11.2011 g. № 950 (in Russian).
11. Kurljandskij B.A., Filov V.A., redaktory. Harmful chemicals. Nitrogen-containing organic compounds. Spravochnik. Spb.: Izd-vo «Himija»; 1992 (in Russian).