

О.Н. Семёнова, С.Е. Иванов, С.В. Чистяков,  
Т.В. Рябова

ФГБУ «Государственный научный центр  
Российской Федерации - Федеральный  
медицинский биофизический центр  
им. А.И. Бурназяна» ФМБА России  
г. Москва

### РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ВРЕДНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ» НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Осуществление ракетно-космической деятельности неразрывно связано с использованием компонентов жидких ракетных топлив (КЖРТ), в том числе высокотоксичных и аварийно опасных химических веществ, таких, как ракетное горючее несимметричный диметилгидразин (НДМГ).

НДМГ и продукты его трансформации нитрозодиметиламин (НДМА), диметиламин (ДМА), тетраметилтетразен (ТМТ), формальдегид (ФА) по токсикометрическим параметрам, клиническим проявлениям и возможным отдалённым эффектам, включая канцерогенный, классифицируются как чрезвычайно (1 класс опасности) и высокоопасные (2 класс опасности), а также аварийно опасные вредные химические вещества [1, 2, 3, 7, 9].

При эксплуатации ракеты-носителя «Союз-2» и её модификаций в качестве компонентов ракетного топлива используются керосин высокой очистки (4 класс опасности) и жидкий кислород, т.е. можно говорить о соблюдении определенной экологической безопасности при подготовке и проведении пусков. Вместе с тем, для выведения космических аппаратов на высокоэнергетические орбиты используются

**Резюме** Ракетно-космическая деятельность сопряжена с потенциальной опасностью загрязнения производственной и окружающей среды высокотоксичными компонентами жидкого ракетного топлива и продуктами их трансформации. Ракетное горючее – несимметричный диметилгидразин и продукты его трансформации нитрозодиметиламин, диметиламин, тетраметилтетразен, формальдегид по токсикометрическим параметрам, клиническим проявлениям и возможным отдалённым эффектам, включая канцерогенный, относятся к чрезвычайно и высокоопасным, а также аварийно опасным химическим веществам. Проведенные в рамках мониторинга исследования по оценке состояния окружающей среды на территории космодрома «Восточный» и социально значимых объектов ЗАТО Циолковский показали, что штатная работа космодрома на начальном этапе его эксплуатации не сопровождается загрязнением почвы и воды несимметричным диметилгидразином и продуктами его трансформации.

**Ключевые слова:** космодром, ракетное топливо, мониторинг, окружающая среда.

Амурский медицинский журнал №3 (23) 2018

влияния факторов ракетно-космической деятельности, обусловленных запусками ракет-носителей с космодрома «Байконур», на состояние здоровья населения. Материалы научно-практической конференции «Итоги выполнения программ по оценке влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения» 17-18 января 2006 г / В.Л. Филиппов, Н.В. Крилицын, Ю.В. Филиппова и др. Алматы, 2006. С. 171-182.

14. Филиппов В.Л., Крилицын Н.В., Филиппова Ю.В. и др. Оценка влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на здоровье населения. Материалы научно-практической конференции «Итоги выполнения программ по оценке влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения» 17-18 января 2006 г. Алматы, 2006 г. С. 198-206.

15. Филиппов В.Л., Рембовский В.Р., Филиппова Ю.В., Крилицын Н.В. Результаты исследования возможного влияния факторов ракетно-космической деятельности на здоровье населения. Медицина труда и промышленная экология. М. 2011. №3. С. 31-36.

Статья поступила в редакцию 20.05.2018

#### Координаты для связи

Рембовский Владимир Романович, д. м. н., профессор, научный руководитель ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России.

Филиппов Вадим Леонидович, д. м. н., профессор, ведущий научный сотрудник ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России.

Крилицын Николай Владимирович, д. м. н., заведующий лабораторией ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России.

Филиппова Юлия Владимировна, к.м.н., доцент, ведущий научный сотрудник ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России.

Сиваченко Иван Борисович, научный сотрудник ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России.

Почтовый адрес ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России: 188 663, Ленинградская область, Всеволожский район, г.п. Кузьмолловский, ст. Капитолово, корп. №93. E-mail: gpech@fmbamail.ru

разгонные блоки и блоки выведения, которые несут в себе высокотоксичные КЖРТ. Объекты наземной космической инфраструктуры, на которых проводятся работы с высокотоксичными КЖРТ (стартовые комплексы, хранилища, системы заправки, сооружения сбора и перекачки промстоков, станции нейтрализации паров и промстоков), относятся к категории опасных производственных объектов [5]. При нештатных и аварийных ситуациях они могут являться источником загрязнения объектов окружающей среды высокотоксичными КЖРТ и продуктами их трансформации, что создает угрозу вредного воздействия на человека и его среду обитания.

Для административно-территориальных образований, в том числе для комплекса «Восточный», который включает в себя не только собственно космодром, но и ЗАТО Циолковский, связанных с наличием и функционированием химически и взрывопожароопасных объектов на космодроме, необходимы объективный анализ и оценка возможных медико-гигиенических последствий их техногенного влияния на здоровье работников космодрома и населения. Такая оценка может быть дана только в рамках научно обоснованной, постоянно и эффективно функционирующей системы комплексного мониторинга, обеспечивающей информационную составляющую управления рисками [6].

В рамках научно-исследовательской работы «Мониторинг вредных химических факторов производственной и окружающей среды при работах с компонентами ракетных топлив на космодромах «Восточный» и «Байконур», выполняемой ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России по государственному заданию, в 2017 году были проведены санитарно-химические исследования содержания НДМГ и продуктов его трансформации в объектах окружающей среды (почва и вода) на территории космодрома «Восточный» и на территории социально значимых объектов ЗАТО Циолковский.

Организация исследований и отбор проб почвы и воды проводились в соответствии с требованиями действующих нормативно-методических документов [4]. Для определения в пробах массовой концентрации НДМГ и продуктов его деструкции – НДМА, ДМА, ТМТ, ФА – использовались метрологически аттестованные и утвержденные в установленном порядке

фотометрические и хроматографические методики анализа [8]. Всего было выполнено 180 анализов проб объектов окружающей среды, из них: почвы – 152 анализа, воды – 28.

Результаты санитарно-химических исследований представлены в таблицах 1, 2, 3, 4. Исследования показали, что ни в одной из проанализированных проб почвы НДМГ и НДМА не были обнаружены в пределах чувствительности методик измерения (табл. 1, 2). На территории ЗАТО Циолковский ДМА присутствовал в 5 образцах почвы, а ФА обнаружен в 7 пробах в концентрациях существенно ниже ПДК (табл. 1). При этом связать присутствие в незначительном количестве диметиламина и формальдегида в почве с более ранним по времени возможным загрязнением почвы НДМГ не представляется возможным, т.к. эти вещества могут присутствовать и в естественных условиях.

Результаты хроматографического анализа проб воды (табл. 4) показали, что ни в одной из исследованных проб НДМГ, ТМТ, НДМА и ДМА не были обнаружены в пределах чувствительности методик измерения, равных 0,004 мг/дм<sup>3</sup>, 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, 0,01 мг/дм<sup>3</sup> и 0,05 мг/дм<sup>3</sup> соответственно, что подтвердило результаты исследований фотометрическим методом (табл. 3).

Таким образом, оценка результатов натуральных санитарно-гигиенических исследований свидетельствует о том, что штатная работа объектов наземной космической инфраструктуры космодрома «Восточный» на начальном этапе его эксплуатации не сопровождается загрязнением НДМГ и продуктами его трансформации объектов окружающей среды в районе расположения космодрома. Вместе с тем, с учётом дальнейшей реализации Федеральной космической программы России на 2016 – 2025 годы, создания в перспективе на космодроме «Восточный» ракетных комплексов тяжелого и сверхтяжелого класса, развития инфраструктуры космодрома и ЗАТО Циолковский, обеспечение безопасных условий проживания населения приобретает особую значимость и требует постоянного наблюдения за состоянием окружающей природной среды и потенциальными источниками её антропогенного

## MONITORING RESULTS OF HAZARDOUS CHEMICAL FACTORS OF THE ENVIRONMENT AROUND THE "VOSTOCHNY" COSMODROME AT THE INITIAL STAGE OF ITS OPERATION

O.N. Semenova, S.E. Ivanov, S.V. Chistyakov, T.V. Ryabova

Federal State Budget Institution State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency, Moscow

**Abstract** Rocket and space activities are associated with the potential hazard of industrial and environmental contamination with highly toxic components of liquid rocket fuel and the products of their transformation. The rocket fuel – unsymmetrical dimethyl hydrazine and products of its transformation: nitrosodimethylamine, dimethylamine, tetramethyltetrazene, formaldehydes – by their toxicometrical parameters, clinic manifestations and potential late health effect including the carcinogenic one relate to extremely hazardous and highly hazardous, as well as to emergency hazardous chemicals. Monitoring being performed to assess the environmental conditions in the vicinity of the "Voctochny" cosmodrome and around the social significant facilities of Tsiolkovsky territorial formation demonstrated that routine operation of the cosmodrome at the initial stage of its operation was not accompanied by soil and water contamination with unsymmetrical dimethyl hydrazine and products of its transformation.

**Key words:** cosmodrome, rocket fuel, monitoring, environment.

**DOI 10.22448/AMJ.2018.3.14-19**

загрязнения.

**Таблица 1. Результаты исследования почвы на загрязнение НДМГ и продуктами его деструкции – НДМА, ДМА и ФА – фотометрическим методом**

Номер точки отбора	Место отбора	Массовая концентрация, мг/кг			
		НДМГ	НДМА	ДМА	ФА
1	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
2	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
3	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
4	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
5	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
6	Территория вокруг бывшего спецсооружения «ЯД» (в 450 метрах от строительной площадки СК РН «Ангара»), верхняя точка	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
7	Территория вокруг бывшего спецсооружения «ЯД», средняя точка	<0,02	<0,02	<0,04	0,50
8	Территория вокруг бывшего спецсооружения «ЯД», нижняя точка	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
9	ЗАТО Циолковский. Микрорайон для персонала космодрома	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
10	ЗАТО Циолковский. Детский сад, корпус № 2	<0,02	<0,02	0,15	0,92
11	ЗАТО Циолковский. Средняя общеобразовательная школа № 7	<0,02	<0,02	0,24	0,61
12	ЗАТО Циолковский. Детско-юношеская спортивная школа	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
13	ЗАТО Циолковский. Детский сад, корпус № 1	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
14	ЗАТО Циолковский. 80 метров северо-западнее здания ОВД	<0,02	<0,02	0,16	0,55
15	ЗАТО Циолковский. Территория ЦМСЧ № 119 ФМБА России	<0,02	<0,02	0,24	2,02
16	ЗАТО Циолковский. ФГБУЗ «Дальневосточный окружной медицинский центр ФМБА России» Углегорская больница филиала Свободнинская больница	<0,02	<0,02	0,25	0,80
17	ЗАТО Циолковский. Детская школа искусств	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
18	ЗАТО Циолковский. «Культурно-досуговый центр «Восток»	<0,02	<0,02	<0,04	0,82
19	ЗАТО Циолковский. Гостиница «Космос»	<0,02	<0,02	<0,04	<0,4
ПДК <sub>почвы</sub> (мг/кг)		0,1	–	–	7,00

**Таблица 2. Результаты исследования почвы на загрязнение НДМГ и продуктами его деструкции – НДМА, ТМТ и ДМА –хроматографическими методиками**

Номер точки отбора	Место отбора	Массовая концентрация, мг/кг			
		НДМГ	НДМА	ТМТ	ДМА
1	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
2	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
3	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
4	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
5	Территория строительной площадки СК РН «Ангара»	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
6	Территория вокруг бывшего спецсооружения «ЯД» (в 450 метрах от строительной площадки СК РН «Ангара»), верхняя точка	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
7	Территория вокруг бывшего спецсооружения «ЯД», средняя точка	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
8	Территория вокруг бывшего спецсооружения «ЯД», нижняя точка	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
9	ЗАТО Циолковский. Микрорайон для персонала космодрома	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
10	ЗАТО Циолковский. Детский сад, корпус № 2	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
11	ЗАТО Циолковский. Средняя общеобразовательная школа № 7	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
12	ЗАТО Циолковский. Детско-юношеская спортивная школа	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
13	ЗАТО Циолковский. Детский сад, корпус № 1	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
14	ЗАТО Циолковский. 80 метров северо-западнее здания ОВД	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
15	ЗАТО Циолковский. Территория ЦМСЧ № 119 ФМБА России	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
16	ЗАТО Циолковский. ФГБУЗ «Дальневосточный окружной медицинский центр ФМБА России» Углегорская больница филиала Свободнинская больница	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
17	ЗАТО Циолковский. Детская школа искусств	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
18	ЗАТО Циолковский. «Культурно-досуговый центр «Восток»	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
19	ЗАТО Циолковский. Гостиница «Космос»	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
ПДК <sub>почвы</sub> (мг/кг)		0,1	–	–	–

**Таблица 3. Результаты фотометрического исследования проб воды на содержание НДМА, ДМА и ФА**

№ точки отбора	Место отбора	Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>		
		НДМА	ДМА	ФА
1	Река Большая Пёра (2,5 км юго-западнее ЗАТО Циолковский)	<0,01	<0,03	<0,025
2	Охотничий Ручей (место возле моста через ручей главной трассы, ведущей к стартовому комплексу)	<0,01	<0,03	<0,025
3	Река Иур (800 м восточнее очистных сооружений)	<0,01	<0,03	<0,025
4	Река Ора (место возле моста через реку главной трассы, ведущей к стартовому комплексу)	<0,01	<0,03	<0,025
ПДК <sub>воды</sub> (мг/дм <sup>3</sup> )		0,01	0,1	0,05

**Таблица 4. Результаты хроматографических исследований проб воды на содержание НДМГ, ТМТ, НДМА и ДМА**

№ точки отбора	Место отбора	Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>			
		НДМГ	ТМТ	НДМА	ДМА
1	Река Большая Пёра (2,5 км юго-западнее ЗАТО Циолковский)	<0,004	<0,01	<0,01	<0,05
2	Охотничий Ручей (место возле моста через ручей главной трассы, ведущей к стартовому комплексу)	<0,004	<0,01	<0,01	<0,05
3	Река Иур (800 м восточнее очистных сооружений)	<0,004	<0,01	<0,01	<0,05
4	Река Ора (место возле моста через реку главной трассы, ведущей к стартовому комплексу)	<0,004	<0,01	<0,01	<0,05
ПДК <sub>воды</sub> (мг/дм <sup>3</sup> )		–	0,001	0,01	0,1

#### Литература

1. Вредные химические вещества. Азотосодержащие органические соединения: справочник / Под ред. Курляндского Б.А. и Филова В.А.. СПб.: Химия, 1992. 432с.
2. Вредные химические вещества в ракетно-космической отрасли: справочник / Под ред. В.В. Уйба, К.В. Котенко, В.С. Кушневой. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России, 2011. 408 с.
3. Кушнева В.С., Горшкова Р.Б., Селиванова Л.Н. и др. Аварийное разноуровневое токсико-гигиеническое регламентирование ракетного горючего несимметричного диметилгидразина // Медицина экстремальных ситуаций. 2009. № 2 (28). С. 71.
4. Методическое пособие по организации и порядку отбора проб объектов производственной и природной среды для проведения анализа компонентов ракетных топлив и продуктов их деструкции. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. 2014.158 с.
5. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: ФЗ РФ от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ (в ред. от 07 марта.2017 г.): принят Госдумой Федер. Собр. Рос. Федерации 20 июня 1997 г.// Собр. законодательства Рос. Федерации.1997. №30, ст. 3588.



6. Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга: постановление Правительства РФ от 02 февраля 2006 г. № 60: в ред. постановления Правительства РФ от 25 мая 2017 г. № 631 // Собр. законодательства РФ. 2006. № 6, ст. 713.
7. Пособие по токсикологии, гигиене, химии, индикации, клинике, диагностике и профилактике профессиональных заболеваний при работе с несимметричным диметилгидразином / Под общ. ред. М.Ф. Киселева, В.Р. Рембовского, В.В. Романова. СПб., 2009. 252 с.
8. Сборник методических указаний по определению 1,1-диметилгидразина и продуктов его деструкции в объектах производственной, окружающей среды и биосредах. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. 2011. 726 с.
9. Токсикология и гигиенические аспекты жидких ракетных топлив: учебное пособие. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2016. 180 с.

Статья поступила в редакцию 17.04.2018

#### Координаты для связи

Семёнова Ольга Николаевна, к. м. н., зав. лабораторией №31 «Гигиена и индикация при работе с компонентами ракетных топлив» ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. E-mail: osemenova@fmbcfmba.ru

Иванов Сергей Евгеньевич, к. м. н., ст. н. с. лаборатории № 31 «Гигиена и индикация при работе с компонентами ракетных топлив» ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. E-mail: sivanov@fmbcfmba.ru

Чистяков Сергей Владимирович, ст. н. с. лаборатории №31 «Гигиена и индикация при работе с компонентами ракетных топлив» ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА. E-mail: serga.1964@yandex.ru

Рябова Татьяна Васильевна, н. с. лаборатории № 31 «Гигиена и индикация при работе с компонентами ракетных топлив» ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. E-mail: t-ryabova@yandex.ru

Почтовый адрес лаборатории № 31 «Гигиена и индикация при работе с компонентами ракетных топлив» ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России: 123182, г. Москва, ул. Живописная, д. 46.

УДК 616-006.446 : 26

Е.А. Филатова,<sup>1</sup> В.М. Калинин,<sup>2</sup>  
В.В. Войцеховский<sup>3</sup>

ГАУЗ АО «Амурская областная  
клиническая больница»<sup>1</sup>  
г. Благовещенск

ООО «Клиника семейной медицины»<sup>2</sup>  
г. Благовещенск

ФГБОУ ВО Амурская ГМА Минздрава России<sup>3</sup>  
г. Благовещенск

#### ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАРУШЕНИЯ ЛЕГОЧНОЙ И ВНУТРИСЕРДЕЧНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ МИЕЛОПРОЛИФЕРАТИВНЫХ ОПУХОЛЯХ

Хронические миелопролиферативные заболевания (ХМПЗ) представляют собой группу опухолей системы крови – хронических лейкозов, которые возникают на уровне ранних предшественников миелопоэза, все потомства которых - гранулоциты, моноциты, эритрокарициты, мегакарициты - принадлежат к опухолевому клону [9]. Хронический миелолейкоз (ХМЛ), истинная полицитемия (ИП) и идиопатический миелофиброз (ИМФ) – наиболее распространенные ХМПЗ.

За последние 25 лет с использованием метода эхокардиографии исследована функциональная способность левых отделов сердца при большинстве хронических гемобластозов [1, 4, 5, 6, 7], в том числе и при ХМПЗ [3, 10, 12, 14]. Но недостаточно изучена гемодинамика малого круга кровообращения (МКК) у больных хроническими миелопролиферативными опухолями. В то же время большинство работ, посвященных гемодинамике левых отделов сердца при таком распространенном гемобластозе, как ХМЛ, проведены более десяти лет назад, до того, как в лечении этих пациентов стали широко применяться ингибиторы тирозинкиназ и появилась возможность достигать не только гематологической, но и цитогенетической и молекулярной ремиссий [2]; более поздние работы, в которых бы освещались вопросы влияния современной терапии ХМЛ на показатели легочной и внутрисердечной гемодинамики, в доступной нам литературе не встретились.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы явилось изучение особенностей легочной и внутрисердечной гемодинамики при ХМПЗ.

#### Материалы и методы

Обследовано 35 больных ХМЛ, находившихся на учете в гематологическом кабинете Амурской областной консультативной поликлиники в 2009-2012 гг. 26 пациентов включены в исследование в хронической фазе заболевания, 6 - в фазе акселерации, 3 - в стадии бластного криза. Средний возраст пациентов на момент первичной диагностики заболевания составил  $50,6 \pm 7,9$  лет. Отмечается преобладание мужчин над женщинами: 60% (n=21) и 40% (n=14) соответственно. После назначения терапии иматинибом ожидали результатов в соответствии с