

MEDLINE.RU, ТОМ 21, КЛИНИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ, 20 МАЯ 2020

**РИСК РАЗВИТИЯ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ
НОВООБРАЗОВАНИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ЭТИОЛОГИИ СРЕДИ ПЕРСОНАЛА
КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»**

Филатов Б.Н., Антонов В.А., Пак В.А., Крылова Н.В., Колодий Т.И.

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский
институт гигиены, токсикологии и профпатологии» Федерального медико-
биологического агентства, 400048, г. Волгоград, ул. Землячки, 12,
Тел. (8442) 78-62-57, e-mail: niigtp@rihtop.ru*

Резюме. Проведена оценка риска развития хронических заболеваний и злокачественных новообразований у работников космодрома «Восточный», выполняющих работы в условиях химического загрязнения воздуха рабочей зоны. Выявлен высокий риск развития хронической патологии, обуславливающий необходимость разработки и проведения целевых мероприятий по его снижению до безопасного уровня.

Ключевые слова: космодром «Восточный», воздух рабочей зоны, химическое загрязнение, риск хронических заболеваний, риск злокачественных новообразований.

**THE RISK OF DEVELOPING OF CHRONIC DISEASES AND MALIGNANT
NEOPLASMS OF CHEMICAL ETIOLOGY AMONG THE SPACE CENTER
“VOSTOK” PERSONNEL**

Filatov B.N., Antonov V.A., Pak V.A., Krylova N.V., Kolodiy T.I.

*Federal State Unitary Enterprise “Research Institute of Hygiene, Toxicology and Occupational
Pathology” of Medical and Biological Agency, Russia*

Abstract. The assessment of the risk of chronic diseases and malignant neoplasms developing among The Space Center “Vostok” employees in the conditions of working air chemical contamination was carried out. The high risk of chronic pathology developing was identified, which determinate the need to develop and to implement the targeted measures to reduce it to a safe level.

Key words: The Space Center “Vostok”, workplace air, chemical contamination, risk of chronic diseases, risk of malignant neoplasms.

Введение.

При проектировании химически опасных промышленных объектов для предупреждения развития у производственного персонала хронической патологии химического генеза, казалось бы, логично ориентироваться на гарантирование отсутствия в воздухе рабочей зоны превышения в воздухе рабочей зоны ПДК используемых химических веществ, тем самым предупреждая развитие как острых, так и хронических химически обусловленных заболеваний. Однако, наличие целого ряда неопределенностей, сопровождающих процесс традиционного гигиенического регламентирования, не позволяет по уровню ПДК в атмосферном воздухе и в воздухе рабочей зоны, с уверенностью говорить о риске развития хронической патологии и злокачественных новообразований. Основная причина возможной ошибочности прогноза, опирающегося на показатели химического загрязнения воздуха, оцененного по кратности превышения ПДК, заключается в том, что обоснование ПДК ориентированно на предупреждение как острых, так и хронических заболеваний. В отличие от методологии обоснования ПДК, оценка риска для здоровья населения, является количественной оценкой вклада конкретного источника химического загрязнения в риск развития хронических заболеваний [1-6]. Кроме того, методология обоснования ПДК включает использование дополнительных коэффициентов, поэтому представлялось логичным методологию оценки риска, успешно используемую для объективной оценки отрицательной роли химического загрязнения атмосферы населенных мест в формировании соответствующей хронической патологии среди населения, использовать для оценки риска развития хронических заболеваний химического генеза среди персонала космодрома «Восточный», причиной которых будет многолетнее химическое загрязнение воздуха рабочей зоны.

Материалы и методы. Проведено прогнозирование риска развития хронической патологии производственного персонала космодрома «Восточный» применительно к персоналу космодрома, подвергающемуся постоянному (интермитирующему) воздействию химических веществ в условиях штатного функционирования космодрома. При этом условно было принято, что химические вещества, используемые в настоящее время в производственной деятельности космодрома «Восточный», будут применяться в течение 10 лет и уровни загрязнения воздуха рабочей зоны составят тот же объем, что и в первые три года функционирования космодрома. Предполагается, что полученная информация будет служить основанием для разработки и осуществления целевых

мероприятий, направленных на снижение химического загрязнения воздуха производственной зоны космодрома «Восточный» до безопасного уровня. Полученные показатели ожидаемого риска развития химически обусловленных хронических заболеваний персонала космодрома позволяют спланировать и осуществить с наименьшими финансовыми затратами выполнение мероприятий по снижению риска развития у производственного персонала химически обусловленной патологии.

Таким образом, задачей данного исследования было адаптировать успешно используемую последние десятилетия метрологию оценки риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических веществ, применительно к проблеме предупреждения развития хронической патологии у производственного персонала космодрома «Восточный», вызванной химическим загрязнением воздуха рабочей зоны.

Результаты и обсуждение. Для практического решения данной задачи выполнен сравнительный анализ результатов измерения концентраций химических веществ, используемых в производственной деятельности космодрома «Восточный» в первые три года осуществления запусков космической техники. Полученная информация о среднесуточных концентрациях химических веществ, применяемых на космодроме, позволила прогнозировать риск развития у производственного персонала хронической патологии, обусловленной продолжительным контактом с химическими веществами, поступающими в воздух рабочей зоны космодрома «Восточный».

Прогнозирование загрязнения производственной среды осуществлялось на основе данных филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «Космический центр «Южный», выполнявшего расчет санитарно-защитной зоны космодрома «Восточный» [3]. Было принято решение рассматривать данные первых трех лет функционирования космодрома «Восточный» (2016-2018 годы) с учетом ожидаемого в дальнейшем увеличения объема выбросов химических веществ, как в воздух рабочей зоны, так и в атмосферу населенных мест. То есть, удовлетворительные результаты, полученные на основе расчета выбросов за анализируемый период, принимались в качестве уровня химического загрязнения воздуха, который должен служить пределом, независимо от последующего увеличения основной производственной деятельности космодрома. А полученные данные о химическом загрязнении производственной среды, угрожающие риском для здоровья персонала должны служить основой для разработки и осуществления мероприятий по их снижению до приемлемого уровня.

Если ориентироваться на данные филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «Космический центр «Южный», выполнявшего обоснование санитарно-защитной зоны космодрома «Восточный», то опасность развития химически обусловленной патологии может

происходить за счет превышения ПДК гептила, гидразина, амила, сероводорода, двуокиси азота, формальдегида и этицеллозолява (моноэтиловый эфир этиленгликоля). То есть, опасность представляют все используемые химические вещества, кроме окиси углерода и бенз(а)пирена.

Однако методически оценка степени опасности загрязнения воздуха рабочей зоны для персонала основных подразделений космодрома, выполненная сотрудниками ФГУП «ЦЭНКИ», вызывает сомнение в ее приемлемости, так как она основана на определении кратности превышения ПДК без учета использовавшихся при их обосновании коэффициентов запаса. Поэтому, если ориентироваться на уровни загрязнений, превышающие ПДК, то можно сделать вывод, что на космодроме постоянному (вернее интермиттирующему) вредному воздействию химических веществ подвергается персонал трех основных производственных подразделений: Комплекса хранения высококипящих компонентов РТ-О (окислители), Комплекса хранения высококипящих компонентов РТ-Г (горючее) и Площадки дожигания промышленных стоков. То есть, именно у персонала этих подразделений при многолетней производственной деятельности в аналогичных условиях химического загрязнения указанными химическими веществами воздуха производственной зоны следует ожидать развития химически обусловленной хронической патологии.

Для объективности прогноза возможного развития среди производственного персонала космодрома «Восточный» хронических заболеваний, включая злокачественные новообразования, были выполнены исследования по оценке риска их развития, предполагая многолетнюю работу в условиях химического загрязнения рабочей зоны. Учитывая, что на производственных участках использовали разные химические вещества и в разных объемах, естественно, что их воздействие на конкретные группы рабочих могли существенно отличаться. Поэтому оценка риска для здоровья производственного персонала в условиях загрязнения воздуха химическими веществами, представляющими опасность развития хронических заболеваний или инициирования злокачественных новообразований, выполнялась относительно персонала следующих производственных участков (подразделений) космодрома:

- Комплекс хранения высококипящих компонентов РТ-Г.
- Комплекс хранения высококипящих компонентов РТ-О.
- Площадка дожигания промышленных стоков РТ-О и РТ-Г.

Для сравнения использовали подразделения, имеющие контакты с хорошо изученными и широко применяемыми химическими веществами:

- Комплекс зданий и сооружений системы безопасности.
- Пожарное депо.

Расчеты риска развития хронических заболеваний и злокачественных новообразований среди производственного персонала космодрома выполняли с учетом 6-часовой работы 250 дней в году на протяжении 10 лет. Произведенные расчеты ожидаемого среднегодового выброса химических веществ, используемых в производстве космодрома, дают основание ожидать превышение ПДК в воздухе практически всех используемых веществ, кроме окиси углерода и бенз(а)пирена. При этом ожидается превышение концентраций гептила в 144 раза, этицеллозоля в 20 раз, двуокиси азота в 15 раз. Превышение остальных химических веществ ожидается в пределах 3 ПДК. То есть, если ориентироваться на превышения $\text{ПДК}_{\text{врз}}$ химических веществ, поступающих в воздух рабочей зоны в течение года при хранении, использовании и обезвреживании остатков химических веществ, то можно сделать вывод, что все вещества, поступающие в воздух рабочей зоны Комплекса хранения высококипящих компонентов РТ-Г, Комплекса хранения высококипящих компонентов РТ-О и Площадки дожигания промышленных стоков РТ-О и РТ-Г, за исключением бенз(а)пирена и окиси углерода, представляют опасность развития у персонала хронических заболеваний.

Однако, используя методологию оценки риска развития у персонала космодрома хронической патологии при многолетней работе в условиях химического загрязнения воздуха, складывается ситуация, существенно отличающаяся от результатов оценки с помощью сопоставления ожидаемых уровней загрязнения с ПДК.

Проведенная оценка риска развития хронических заболеваний (НҚ) при постоянном производственном контакте персонала с химическими веществами подтвердила риск развития хронической патологии у персонала Комплекса хранения высококипящих компонентов РТ-Г и Площадки дожигания промышленных стоков РТ-О и РТ-Г (табл.1). При этом относительно персонала Комплекса хранения высококипящих компонентов РТ-Г прогнозируется чрезвычайно высокий риск развития хронической патологии в связи с загрязнением воздуха гептилом или гидразином, в то время как для работников Площадки дожигания промышленных стоков РТ-О и РТ-Г чрезвычайный риск представляет только загрязнение гептилом.

Таблица 1. Результаты оценки риска развития хронических заболеваний (HQ) у персонала основных производственных подразделений космодрома «Восточный», подвергающегося постоянному или интермиттирующему (прерывистому) воздействию химических веществ

Вещество	Показатели безопасности мг/м ³		Риск развития хронических заболеваний (HQ)				
			Комплекс РТ-Г	Комплекс РТ-О	Площадка дожига	Комплекс безопасности	Пожарное депо
Гептил	RfC	0,001	40,05	-	49,3	-	-
Гидразин	RfC	0,001	40,0	-	1,38	-	-
Углерод (Сажа)	RfC	0,05	0,99	5,9e-05	1,38	-	-
Бенз(а)пирен	RfC	1,0	1,3·10 ⁻⁶	5,2 ·10 ⁻⁶	1,85·10 ⁻⁶	-	-
Углерод оксид	RfC	3,0	0,77	0,75	0,86	0,75	0,88
Сера диоксид	RfC	0,05	1,67	1,74	0,34	1,8	2,72
Азот оксид	RfC	0,06	1,49	0,88	2,07	1,24	1,9
Азот диоксид	ПДК	0,2	2,94	2,34	3,93	2,44	3,7
Формальдегид	MRL	0,15	0,19	1,2·10 ⁻⁶	0,26	-	-
Амил	ПДК	0,05	-	0,94	0,97	-	-
Этилцеллозольв	ПДК	10	-	-	5,31	-	-
Керосин	ПДК	300	0,23	0,18	0,34	-	0,29
Бензин	ПДК	100	-	-	-	0,61	2,04

Примечание: HQ = AD/RfC (или ПДК, ОБУВ), где HQ – коэффициент опасности развития хронической интоксикации, С – средняя концентрация, мг/м³, RfC – максимальная недействующая концентрация, ПДК – предельно допустимая концентрация, ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия химического вещества при ингаляционном поступлении в организм человека.

В первые годы функционирования космодрома «Восточный», послуживших основой для данных исследований, гептил и гидразин доставлялись непосредственно перед запуском техники в космос, снижая таким способом масштабы загрязнения производственной среды, в частности, воздуха рабочей зоны. Безусловно, этот вариант поставки чрезвычайно опасных химических веществ на космодром позволяет снизить загрязнение производственной среды космодрома наиболее опасными и вредными компонентами заправки космической техники, каковыми являются гептил и гидразин. Однако он вряд ли будет приемлем с увеличением запусков техники в космос. Тогда гептил и гидразин будут постоянно храниться на космодроме, создавая опасность загрязнения воздуха производственной зоны космодрома, приведенную в расчетах. Что же касается остальных используемых химических веществ, то при отдельном

воздействии на персонал они не представляют опасности развития у персонала химически обусловленной хронической патологии. Однако одновременное наличие этилцеллозольва и диоксида азота в воздухе рабочей зоны Площадки дожигания промышленных стоков представляет высокий риск развития у персонала хронической патологии за счет их комбинированного действия этих веществ.

Анализ канцерогенного риска для персонала, работающего на территории космодрома проводился с учетом хранения и применения на производственных участках веществ, включенных в Перечень канцерогенов (гептил, гидразин, углерод, бенз/а/пирен формальдегид, бензин). Результаты оценки канцерогенного риска позволяют сделать заключение о его отсутствии.

Выводы. Итоги прогнозирования риска развития хронических заболеваний среди персонала космодрома «Восточный» в условиях химического загрязнения воздуха производственной зоны позволяют сделать следующее заключение:

1. Прогнозируемый уровень загрязнения **гептилом** территории Площадки дожигания промышленных стоков и Комплекса хранения высококипящих компонентов РТ-Г представляет чрезвычайно высокий риск развития у персонала хронических заболеваний.

2. Применение **гидразина** вместо гептила не снижает уровень риска развития химически обусловленной заболеваемости персонала Комплекса хранения высококипящих компонентов РТ-Г, но не представляет опасность развития химически обусловленной патологии среди персонала Площадки дожигания промышленных стоков.

3. Одновременное загрязнение воздуха Площадки дожигания промышленных стоков **диоксидом азота** и **этилцеллозольвом** представляет высокую опасность развития хронической патологии за счет комбинированного действия в случае их одновременного присутствия в воздухе.

4. Несмотря на применение шести химических веществ, обладающих канцерогенной активностью, не выявлен риск развития злокачественных новообразований, инициируемых используемыми в производстве химическими веществами.

Литература:

1. Оценка рисков для организма человека, создаваемых химическими веществами: обоснование ориентировочных величин для установления предельно допустимых уровней экспозиции по показателям влияния на состояние здоровья. Гигиенические критерии качества окружающей среды 170. МПХБ /ВОЗ. Женева, 1995.

2. Авалиани С.Л., Андрианова М.М., Печенникова Е.В., Пономарева О.В. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт) / Консультационный центр по оценке риска. М., 1996.

3. Filatov B., Kolodii T.I., Wolff H., Ozkaynak B., Larson B., Shaposhnikov D., Avaliani S. and Vishnnaveckaya L. Assessing Chronic Health Risk from Stationary Source Air Emission in Volgograd, Russia /Air Pollution in the Ural Mountains/ Environmental, Health and Policy Aspects. NATO ASI Series 2, Environment, Vol. 40, P. 231-237

4. Филатов Б.Н., Колодий Т.И., Вишневецкая Л.П., Авалиани С.Л. Канцерогенный риск для здоровья населения от выбросов в атмосферу промышленных предприятий г. Волгограда //Поволжский экологический вестник, в. 5, 1998. Российская экологическая академия, Волгоград, 1998, с. 154-161.

5. Новиков С.М. Алгоритмы расчета доз при оценке риска, обусловленного многосредовым воздействием химических веществ / Консультационный центр по оценке риска. М., 1999.

6. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 5 марта 2004 г.).

References

1. Assessment of risks to the human body caused by chemicals: substantiation of indicative values for establishing maximum permissible levels of exposure by indicators of impact on health. Hygienic criteria for environmental quality 170. IPCS / WHO, Geneva, 1995. [In Russian].

2. Avaliani S.L., Andrianova M.M., Pechennikova E.V., Ponomareva O.V. Environment. Health Risk Assessment (global experience). Konsul'tativnyy tsentr po otsenke riskov = Risk Assessment Advisory Center/ M., 1996. [In Russian].

3. Filatov B., Kolodii T.I., Wolff H., Ozkaynak B., Larson B., Shaposhnikov D., Avaliani S. and Vishnnaveckaya L. Assessing Chronic Health Risk from Stationary Source Air Emission

MEDLINE.RU, ТОМ 21, КЛИНИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ, 20 МАЯ 2020
in Volgograd, Russia /Air Pollution in the Ural Mountains/ Environmental, Health and Policy
Aspects. NATO ASI Series 2, Environment, Vol. 40, P. 231-237

4. Filatov B.N., Kolodiy T.I., Vishnevetskaya L.P., Avaliani S.L. Carcinogenic risk to public health from emissions into the atmosphere of Volgograd industrial enterprises. *Povolzhskiy ekologicheskiy byulleten'* = Volga ecological bulletin, Vol. 5, 1998. Rossiyskaya ekologicheskaya akademiya = Russian Environmental Academy, Volgograd, 1998, P. 154-161. [In Russian]

5. Novikov S.M. Dosage calculation algorithms for risk assessment due to multi-media exposure to chemicals / *Konsul'tativnyy tsentr po otsenke riskov* = Risk Assessment Advisory Center. M., 1999. [In Russian]

6. P 2.1.10.1920-04. Guidelines for risk assessing to public health when exposed to environment chemicals contamination (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on 05.03.2004). [In Russian]