

5. Luzhetskii K.P., Ustinova O.Yu., Zemlyanova M.A. // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. — 2014. — Vol. 16; 5–2: 723–727 (in Russian).

6. Luzhetskii K.P., Ustinova O.Yu., Maklakova O.A., Palagina L.N. // *Analiz riska zdorov'yu*. — 2014. — 2. — P. 97–103 (in Russian).

7. Arsenic. WHO Information bulletin N 372, December 2012. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/ru/> (in Russian).

8. Onishenko G.G. // *Gig. i sanit.* — 2015. — Vol. 94; 3: 5–9 (in Russian).

9. G.I. Tat'kov, ed. Smirnova O.K., Plusnin A.M. Dzhidinsky ore region (environmental problems). — Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN, 2013. — 181 p. (in Russian).

10. Karina F. Rodriguez, Erica K. Ungewitter, Yasmin Crespo-Mejias, et al. // *Environ Health Perspect.* — 2016. — Vol. 124. — 3. — P. 336–343. doi: dx. doi.org/10.1289/ehp.1509703.

11. Brauner E.V., Nordsborg R.B., Andersen Z.J., et al. // *JAMA internal medicine.* — Vol. 174. — P. 298.

12. Cheng T.J., Chuu J.J., Chang C.Y., et al. // *Toxicology and applied pharmacology.* — 2011. — 256. — P. 146–153.

13. Liu S., Guo X., Wu B., et al. // *Scientific reports.* — 2014. — 4. — P. 6894. doi:10.1038/srep06894.

14. Myers MG, Jr, Leibel R.L., Seeley R.J., Schwartz M.W. // *TEM*— 2010. — 21. — P. 643–651.

15. Takiguchi M, Yoshihara S. // *Environ Sci.* — 2006. — Vol. 13. — 2. — P. 107–116.

16. Wright R.O., Amarasiriwardena C., Woolf A.D. et al. // *Neurotoxicology.* — 2006. — Vol. 27. — P. 210–216.

Поступила 16.06.2016

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

*Лужецкий Константин Петрович (Luzhetskii K.P.),*  
зав. клиникой профпат. и мед. труда ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», канд. мед. наук. E-mail: nemo@fcrisk.ru.

*Устинова Ольга Юрьевна (Ustinova O.Yu.),*  
зам. дир. по клинич. работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ФГБОУ ВПО «Пермский гос. нац. исследовательский ун-т», д-р мед. наук. E-mail: ustinova@fcrisk.ru.

*Штина Ирина Евгеньевна (Shtina I.E.),*  
зав. лаб. гиг. детей и подростков ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», канд. мед. наук. E-mail: shtina\_irina@mail.ru.

*Вековишина Светлана Анатольевна (Vekovshinina S.A.),*  
зав. лаб. методов оценки соответствия и потребительских экспертиз «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

*Ивашова Юлия Анатольевна (Ivashova Yu.A.)*  
врач ультразвуковой диагностики, зав. отд. лучевой диагностики «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», E-mail: Ivashova18@fcrisk.ru.

*Цинкер Михаил Юрьевич (Tsinker M.Yu.),*  
математик ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». E-mail: cinker@fcrisk.ru.

УДК 613.62:662.616.2

Т.С. Уланова<sup>1,2</sup>, Т.В. Нурисламова<sup>1,2</sup>, Н.А. Попова<sup>1,2</sup>, О.А. Мальцева<sup>1</sup>

## ОЦЕНКА УРОВНЯ КОНТАМИНАЦИИ ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА И КРОВИ РАБОТНИКОВ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ АКРИЛОНИТРИЛОМ

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», д. 82, ул. Монастырская, Пермь, Россия, 614045

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», д. 15, ул. Букирева, Пермь Россия, 614990

Для оценки профессиональной вредности условий труда работников, занятых на производстве резинотехнической продукции, выполнено определение содержания акрилонитрила в крови и выдыхаемом воздухе в условиях профессиональной экспозиции и в группе сравнения.

Установлено, что в зависимости от профессии, возраста и стажа работы уровень контаминации выдыхаемого воздуха акрилонитрилом имеет интермиттирующее действие. Рабочие основных профессий подвергаются постоянному ингаляционному воздействию паров акрилонитрила через органы дыхания при средней его концентрации в воздухе рабочей зоны 0,01–0,015 мг/м<sup>3</sup>. Концентрации акрилонитрила в выдыхаемом воздухе у этой группы рабочих определялись в диапазоне 0,0001–0,0009 мг/м<sup>3</sup>, что достоверно (p<0,05) выше (в 5,5 раз), чем в выдыхаемом воз-

духе группы сравнения. По содержанию акрилонитрила в крови работников группы основных профессий и группы сравнения достоверных различий не установлено.

**Ключевые слова:** акрилонитрил, резинотехническое производство, выдыхаемый воздух, кровь, неинвазивный метод, капиллярная газовая хроматография.

T.S. Ulanova<sup>1,2</sup>, T.V. Nurislamova<sup>1,2</sup>, N.A. Popova<sup>1,2</sup>, O.A. Maltseva<sup>1</sup>. **Evaluation of contamination levels of serum and expired air of mechanical rubber production workers exposed to acrylonitrile at work**

<sup>1</sup>FBSI «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies», 82 Monastyrskaya St., Perm, Russia, 614045

<sup>2</sup>FSBEI HPE «Perm State National Research University», 15 Bukireva St., Perm, Russia, 614990

To evaluate occupational hazards for workers engaged into mechanical rubber production, the authors determined contents of acrylonitrile in serum and expired air, during occupational exposure and in reference group.

Findings are that depending on occupation, age and length of service, acrylonitrile contamination level of expired air has intermittent effect. Main occupations workers are exposed to continuous inhalation of acrylonitrile vapors, with its average concentration of 0.01–0.015 mg/m<sup>3</sup> in air of workplace. Acrylonitrile concentration in expired air of this group ranged from 0.0001–0.0009 mg/m<sup>3</sup> — that is reliably ( $p < 0.05$ ) higher (5.5 times) than in expired air of the reference group members. Serum levels of acrylonitrile did not differ significantly between the main group and the reference group members.

**Key words:** acrylonitrile, mechanical rubber production, expired air, blood, noninvasive method, capillary gas chromatography.

Здоровье работающего населения является важнейшим индикатором социально-экономического состояния общества, определяющим качество трудовых ресурсов, демографическую ситуацию в стране, производительность труда, величину валового внутреннего продукта [9]. Существенную роль в этом играют неблагоприятные условия труда, которые являются источниками постоянной опасности нарушения здоровья работников различных профессий [5].

Химическая промышленность принадлежит к числу базовых отраслей российской индустрии. Среди химических производств удерживает свои позиции на внутреннем и внешнем экономических рынках производство резинотехнических изделий, имеющее тенденцию к увеличению.

Наиболее вредными факторами резинотехнического производства являются: токсические свойства ингредиентов и летучих компонентов резиновых смесей, горячая поверхность валков вальцов, нагревательных плит прессов, горячие листы и заготовки разогретой резиновой смеси [4]. Работники производства резинотехнических изделий в процессе трудовой деятельности, длительно контактирующие с химическими соединениями на рабочем месте, в концентрациях, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) подвержены развитию хронических интоксикаций [3]. В комплексе химических факторов отрасли ведущее место занимают химические соединения 2-, 3- и 4-го классов токсичности, такие как углеводороды алифатические предельные C<sub>1-10</sub>, сажи черные промышленные с содержанием бенз(а)пирена, этилацетат, тетраметилтиурамдисульфид, в том числе пары акрилонитрила, относящийся ко 2-му классу опасности, канцероген. Указанные химические соединения обладают преимущественно общетоксическим и раз-

дражающим действием на организм и поступают через слизистые оболочки верхних дыхательных путей, желудочно-кишечный тракт и кожные покровы [1].

С увеличением стажа работы у работников резинотехнического производства отмечено появление неврологических синдромов, нарушение функций печени, повышение заболеваемости раком легких и толстого кишечника [10]; наблюдаются функциональные изменения нервной и сердечно-сосудистой системы, проявляющиеся неврастеническим синдромом с вегетососудистой дистонией по гипертоническому типу; снижается функциональная способность печени, повышается содержание МтНв в крови, выявлено угнетение функций щитовидной железы, нарастающее с увеличением стажа [8,10].

В качестве объекта исследований выбран выдыхаемый воздух, т. к. большинство случаев профессиональных заболеваний связано с поступлением токсических газов, паров и аэрозолей в организм человека, главным образом, через органы дыхания. Этот путь наиболее опасен, поскольку вредные вещества поступают через разветвленную систему легочных альвеол непосредственно в кровь и разносятся по всему организму.

Вышеизложенное определило актуальность и позволило сформулировать **цель работы** — оценку уровня контаминации выдыхаемого воздуха и крови работников резинотехнического производства в условиях профессиональной экспозиции акрилонитрилом.

**Материалы и методы.** Исследования выполнялись специалистами химико-аналитического отдела ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Объектами исследования являлись производственная среда (воздух рабочей зоны) и биологические среды (выдыхаемый воздух, кровь) рабочих.

Исследования биосред (выдыхаемый воздух, кровь) выполнено методом анализа равновесной паровой фазы на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с использованием капиллярной колонки с неподвижной жидкой фазой DB-624 длиной 30 м диаметром 0,32 мм, толщиной пленки 1,8 мкм и термоионным детектором [6,7]. Для определения акрилонитрила в выдыхаемом воздухе разработана неинвазивная методика с нижним пределом определения на уровне 0,0002 мкг при объеме воздуха 1000 см<sup>3</sup> селективно, достоверно, с высокой чувствительностью и точностью. Чтобы получить результаты химического анализа выдыхаемого воздуха, содержащего микропримеси акрилонитрила, подготовку пробы проводили с накоплением пробы выдоха в пластиковый пакет и концентрированием на сорбционные трубки (сорбент Tenax TA) с последующей термодесорбцией и анализом методом капиллярной газовой хроматографии (степень извлечения 97,7%).

В сочетании с оптимальными условиями пробоподготовки и применением капиллярной газовой хроматографии методика позволяет выполнять определение акрилонитрила в образцах крови на уровне 0,006 мг/дм<sup>3</sup> со степенью извлечения 96,9%.

Отбор проб воздуха рабочей зоны на содержание акрилонитрила проводился на сорбционные трубки, заполненные сорбентом Tenax TA, с последующей

термодесорбцией и анализом на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с термоионным детектированием [2]. Оценку содержания акрилонитрила в воздухе рабочей зоны выполняли относительно гигиенического норматива ПДК<sub>р.з.</sub> [11].

Для выполнения исследований сформированы две группы: работники производственно-профессиональных групп, контактирующие в процессе выполнения работ с парами акрилонитрила (группа наблюдения n=30) и работники, не занятые в технологическом процессе (группа сравнения), по профессиям, возрасту, стажу работы. Учитывая характер и особенности профессиональной деятельности, пути поступления паров акрилонитрила (ингаляционное воздействие через органы дыхания) работники были разделены на четыре профессиональные группы. В 1-й группе обследованы 12 человек по профессии прессовщик-вулканизаторщик; во 2-й группе – 5 работников профессии шероховщик; 3-ю группу составили 13 человек: 3 по профессии вальцовщик резиновых смесей, 1 машинист резиносмесителя, 1 обрезчик резиновых деталей, 1 гальваник, 4 человека пресс-вулкан УГС. В 4-й группе обследованы 3 человека: 1 мастер по ремонту оборудования, 1 мастер смены и 1 уборщик производственной смены. Группу сравнения (n=20) составили работники предприятия, не имевшие контакта с вредными

Таблица 1

### Результаты исследований воздуха рабочей зоны (ПДК= 0,5 мг/м<sup>3</sup>)

Цех	Подразделение	Профессия	Концентрация акрилонитрила, мг/м <sup>3</sup>
Подготовительный	Резиносмеситель	Машинист резиносмесителя	0,010±0,003
	Вальцовка резиновых смесей	Вальцовщик резиновых смесей	0,007±0,002
Формовой техники	Участок вулканизации	Прессовщик вулканизаторщик	0,010±0,003
		Вальцовщик резиновых смесей	0,009±0,002
		Вальцовщик резиновых смесей (другой тип резины)	0,014±0,004
	Участок шероховки	Шероховщик	0,015±0,004
		Обрезчик резиновых изделий	0,01±0,003
Администрация	Бухгалтерия	Бухгалтер	0,005±0,001

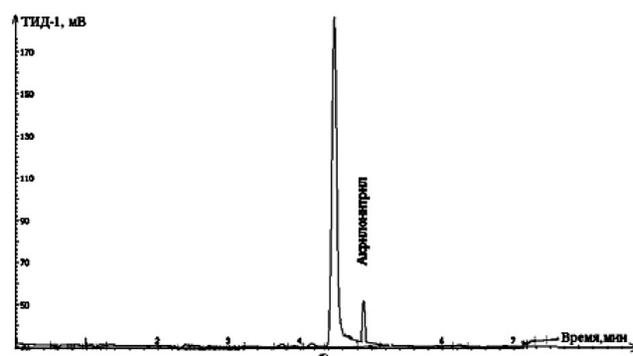
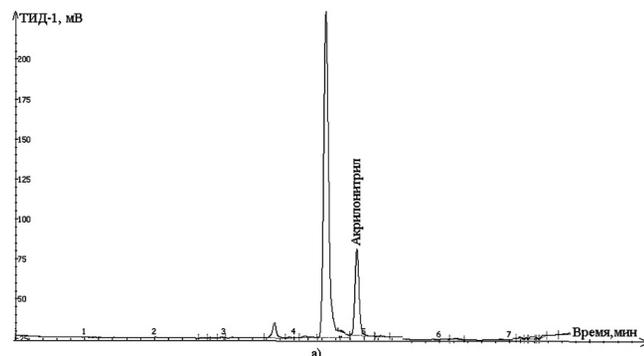


Рис. Концентрация акрилонитрила в образцах выдыхаемого воздуха работников профессий:

а) шероховщик (группа наблюдения) С=0,012 мг/м<sup>3</sup>,

б) бухгалтер (группа сравнения) С= 0,00016 мг/м<sup>3</sup>

производственными факторами (работники административного аппарата).

Для оценки экспозиции воздуха производственной среды акрилонитрилом выполнены лабораторно-инструментальные исследования воздуха рабочей зоны с учетом технологических операций: подготовительный цех (резиносмеситель и вальцовка резиновых смесей), цех формовой техники (участок вулканизации и шероховки) и администрация (бухгалтерия).

**Результаты и обсуждение.** Результаты проведенных исследований образцов воздуха рабочей зоны на содержание акрилонитрила приведены в табл. 1.

В период наблюдений превышений гигиенического норматива по содержанию акрилонитрила в воздухе рабочей зоны обследуемых цехов не обнаружено. Концентрации акрилонитрила на рабочих местах вальцовщика резиновых смесей (другой тип резины) и шероховщика были повышены относительно содержания акрилонитрила в воздухе администрации (бухгалтерия) в 3 раза. Содержание акрилонитрила в воздушной среде рабочих мест машиниста резиносмесителя, пресовщика вулкани-

заторщика и обрезчика резиновых изделий превышало в 2 раза содержание акрилонитрила в воздухе администрации.

Результаты сравнительной оценки содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе и крови рабочих производственно-профессиональных групп, имеющих контакт с акрилонитрилом, и работников, не занятых в технологическом процессе, представлены в табл. 2.

Анализируя полученные результаты (табл. 2) содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе обследуемых, следует отметить, что у 100% работников (группа наблюдения) обнаружен акрилонитрил. Было установлено, что средние концентрации акрилонитрила в выдыхаемом воздухе обследуемых рабочих в 5,5 раз достоверно ( $p < 0,05$ ) выше, чем в выдыхаемом воздухе группы сравнения (работники аппарата управления). Хроматограммы акрилонитрила, обнаруженного в образцах выдыхаемого воздуха работников отрасли, представлены на рис.

При оценке риска неблагоприятного воздействия химических факторов производственной среды на

Таблица 2

**Сравнительная оценка содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе и крови работников резино-технического производства группа наблюдения (n=30) и группа сравнения (n=20)**

Концентрация, мг/м <sup>3</sup> , в биологической среде	Группа наблюдения (M±m)	Группа сравнения (M±m)	Межгрупповое различие по средним (p)
выдыхаемый воздух	0,0012±0,00097	0,00022±0,00006	0,05
кровь	0,0002±0,0004	0,0003±0,0007	0,81

Таблица 3

**Содержание акрилонитрила в выдыхаемом воздухе рабочих производственно-профессиональных групп занятых на производстве**

Стаж, лет	Возраст, лет	Концентрация акрилонитрила, мг/м <sup>3</sup>	Стаж, лет	Возраст, лет	Концентрация акрилонитрила, мг/м <sup>3</sup>
<b>пресовщик-вулканизаторщик</b>			<b>вальцовщик резиновых смесей</b>		
1	35	0,0046	9	32	0,0002
2	49	0,0008	14	43	0,0008
4	35	0,001	29	52	0,0002
7	37	0,0017	<b>обрезчик резиновых деталей</b>		
9	28	0,0001	26	46	0,0001
13	35	0,0004	<b>пресс-вулкан УГС</b>		
14	39	0,0002	11	34	0,0002
18	48	0,0004	11	32	0,00025
20	44	0,0003	12	35	0,0002
25	53	0,0021	26	52	0,0001
27	50	0,0009	<b>уборщик производственных помещений</b>		
29	55	0,0026	5	45	0,0003
<b>шероховщик</b>			<b>гальваник</b>		
1	28	0,0004	6	39	0,0001
3	28	0,0003	<b>мастер смены</b>		
4	49	0,0001	7	36	0,00043
4	26	0,00017	<b>мастер по ремонту оборудования</b>		
6	46	0,012	8	55	0,0004
<b>машинист резиносмесителя</b>			<b>бухгалтер</b>		
16	43	0,0001	32	57	0,00016

Таблица 4

**Результаты исследований воздуха рабочей зоны и выдыхаемого воздуха работников резинотехнического производства**

Цех	Профессия	Концентрация акрилонитрила, мг/м <sup>3</sup>	
		в воздухе рабочей зоны	в выдыхаемом воздухе
Подготовительный цех	машинист резиносмесителя	0,010±0,003	0,0001
	вальцовщик резиновых смесей	0,007±0,002	0,0004
Цех формовой техники	прессовщик вулканизаторщик	<b>0,010±0,003</b>	0,0009
	шероховщик	<b>0,015±0,004</b>	0,0004
	обрезчик резиновых изделий	<b>0,01±0,003</b>	0,0001
Администрация	бухгалтер	0,005±0,001	0,00016

состояние здоровья работающих необходимо иметь информацию о содержании токсичных соединений в выдыхаемом воздухе в зависимости от стажа работы. Результаты исследований образцов выдыхаемого воздуха на содержание акрилонитрила рабочих производственно-профессиональных групп занятых на производстве в зависимости от профессии, возраста и стажа работы представлены в табл. 3.

Анализ результатов выполненных исследований позволил установить, что с увеличением стажа работы на резинотехническом производстве у работников основных профессий в пробах выдыхаемого воздуха зарегистрированы резкие изменения концентраций акрилонитрила, что объективно отражает изменения концентраций исследуемого соединения в воздухе рабочей зоны в течение рабочей смены. Резкие изменения концентраций, обычно нарастающие к концу смены, оказывают на рабочих неблагоприятное интермиттирующее (непостоянное) действие, которое во многих случаях оказывается более вредным, чем хроническое, поскольку частые и резкие изменения концентраций ведут к срыву формирования адаптации организма [8]. У работников основных профессий, у прессовщиков-вулканизаторщиков, в первый год работы в условиях экспозиции зарегистрировано самое высокое содержание акрилонитрила в пробах выдыхаемого воздуха на уровне 0,0046 мг/м<sup>3</sup>; при увеличении стажа работы на производстве до 7 лет (возраст от 35 до 37 лет) отмечено снижение концентрации акрилонитрила в выдыхаемом воздухе до 0,0008 мг/м<sup>3</sup> с дальнейшим повышением до содержания 0,0017 мг/м<sup>3</sup>. При увеличении стажа работы у прессовщиков-вулканизаторщиков с 9 до 20 лет и возраста с 28 до 44 лет наблюдалось снижение концентрации акрилонитрила в выдыхаемом воздухе до 0,0001–0,0004 мг/м<sup>3</sup>.

Вместе с тем, при стаже работы в отрасли более 20 лет и возраста работников более 50 лет содержание акрилонитрила в выдыхаемом воздухе прессовщиков-вулканизаторщиков стабильно увеличивалось до 0,0026 мг/м<sup>3</sup>.

У работников профессии шероховщик содержание акрилонитрила в выдыхаемом воздухе возрастало с увеличением стажа работы от 1 до 6 лет и возраста от

28 до 46 лет от 0,0004 мг/м<sup>3</sup> до 0,012 мг/м<sup>3</sup>. Содержание акрилонитрила в выдыхаемом воздухе у работающих по профессии вальцовщик резиновых смесей не изменялось от стажа работы, возраста и оставалось на уровне 0,0002 мг/м<sup>3</sup>.

У работников других профессий (мастер смены и мастер по ремонту оборудования) при стаже работы 8 лет содержание акрилонитрила обнаружено на уровне 0,00043 мг/м<sup>3</sup>.

Выполнена сравнительная оценка содержания акрилонитрила в воздухе рабочей зоны и в выдыхаемом воздухе работников отрасли (табл. 4). По результатам исследований (табл. 4) установлено, что наиболее распространенную группу рабочих основных профессий, занятых на производстве и подвергающихся воздействию паров акрилонитрила представляют: прессовщик-вулканизаторщик, шероховщик и обрезчик резиновых изделий цеха формовой техники.

Они подвергаются постоянному ингаляционному воздействию паров акрилонитрила через органы дыхания при средней его концентрации в воздухе рабочей зоны 0,01±0,003 и 0,015±0,004 мг/м<sup>3</sup>. Концентрации акрилонитрила в выдыхаемом воздухе у этой группы рабочих изменялись в диапазоне 0,0001–0,0009 мг/м<sup>3</sup>.

**Заключение.** Выполненные исследования по определению содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе рабочих, занятых на резинотехническом производстве, показали реальную возможность использования этого исследования при оценке состояния здоровья рабочих для предупреждения профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 11)

1. Гончарова А. Н. и др. Гиг. труда, проф. заболевания: Тез. (5 мая 1984 г.). — Мед. ин-т. Саратов, 1984.
2. ГН 2.2.5.686–98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: гигиенические нормативы // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000525> (дата обращения 16.05.2016).
3. Жумабекова Б.К. // Мед. труда и пром. экология. — 2005. — № 1. — С. 39–40.

4. Измеров Н.Ф. // Мед. труда и пром. экология. — 2002. — №1. — С. 1–7.

5. Измеров Н.Ф. // Мед. труда и пром. экология. — 2008. — №6. — С. 1–9.

6. МУК 4.1.3159–14. Измерение массовой концентрации акрилонитрила в крови методом капиллярной газовой хроматографии // URL: [http://www.ramld.ru/userfiles/file/Pricazy/MUK%204\\_1\\_3159-14\\_%204\\_1.pdf](http://www.ramld.ru/userfiles/file/Pricazy/MUK%204_1_3159-14_%204_1.pdf) (дата обращения 16.05.2016).

7. МУК 4.1.1044а–01. Газохроматографическое определение акрилонитрила, ацетонитрила, диметиламина, диметилформамида, диэтиламина, пропиламина, триэтиламина и этиламина в воздухе // URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4294814/4294814987.htm> (дата обращения 16.05.2016).

8. Патент № 2473905 «Способ определения количественного содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе методом газовой хроматографии» от 10.06.2012. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 27.01.2013 г. Бюл. №3.

9. Степанов Е.Г., Галиуллина Э.Ф., Самсонов В.М., и др. // Мед. труда и пром. экология. — 2014. — №5. — С. 7–12.

10. Фаустов А.С., Попов С.В. // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. — 2004. — №3. — С. 3–4.

#### REFERENCES

1. *Goncharova L.N., et al.* Indust. hygiene, occupational diseases: Thesis (5 May 1984) . — Med. Institut. Saratov, 1984 (in Russian).

2. GN 2.2.5.686–98 Maximally allowable concentrations (MACs) for chemical hazards in the air of workplace: hygienic regulations <http://docs.cntd.ru/document/1200000525> (accessed on 15/05/2016) (in Russian).

3. *Zhumabekova B.K.* // Indust. med. — 2002. — 1. — P. 1–7 (in Russian).

4. *Izmerov N.F.* // Industr. med. — 2002. — 1. — P. 1–7 (in Russian).

5. *Izmerov N.F.* // Industr. med. — 2008. — 6. — P. 1–9 (in Russian).

6. MUK 4.1.3159–14. Measurement of mass concentration of acrylonitrile in serum by capillary gas chromatography. [http://www.ramld.ru/userfiles/file/Pricazy/MUK%204\\_1\\_3159-14\\_%204\\_1.pdf](http://www.ramld.ru/userfiles/file/Pricazy/MUK%204_1_3159-14_%204_1.pdf) (accessed on 16/05/2016) (in Russian).

7. MUK 4.1.1044а–01. Gas chromatographic detection of acrylonitrile, acetonitrile, dimethylamin, dimethylformamid, diethylamin, propylamin, triethylamin and ethylamin in air. <http://gostrf.com/normadata/1/4294814/4294814987.htm> (accessed on 16/05/2016) (in Russian).

8. Patent N 2473905 «Method of quantitative assessment of acrylonitrile in expired air by gas chromatography» on 10/06/2012. Registered in State Register of inventions in Russian Federation on 27/01/2013. Bull 3 (in Russian).

9. *Stepanov E.G., Galiullina E.F., Samsonov V.M., et al.* // Industr. med. — 2014. — 5. — P. 7–12 (in Russian).

10. *Faustov A.S., Popov S.V.* // Profilaktika zabolevaniy i ukreplenie zdorov'ya. — 2004. — 3. — P. 3–4 (in Russian).

11. *Sabit S. Shorin, Ryszhan E. Bakirova, Anar M. Rahmetova, et al.* // European Researcher. — 2014. — Vol.(74). — no. 5–1.

Поступила 16.06.2016

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Уланова Татьяна Сергеевна (*Ulanova T.S.*),

зав. отд. химико-аналитических исследований, проф. кафедры охраны окружающ. среды ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», д-р биол. наук. E-mail: [ulanova@fcrisk.ru](mailto:ulanova@fcrisk.ru).

Нурисламова Татьяна Валентиновна (*Nurislamova T.V.*),

зав. лаб. газовой хроматографии; профессор кафедры охраны окружающей среды ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». д-р биол. наук. E-mail: [nurtat@fcrisk.ru](mailto:nurtat@fcrisk.ru).

Попова Нина Анатольевна (*Popova N.A.*),

ст. науч. сотр. лаб. методов газовой хроматографии, инженер каф. охраны окружающей среды ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Мальцева Ольга Андреевна (*Maltseva O.A.*),

химик лаборатории методов газовой хроматографии.