

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-10-844-849>

УДК 613.6.02

© Коллектив авторов, 2019

Федотова И.В.<sup>1</sup>, Михайлова С.А.<sup>2</sup>

## Обоснование модели управления профессиональным риском на производствах пенополиуретанов

<sup>1</sup>ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 20, Нижний Новгород, Россия, 603950;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава РФ, пл. Минина и Пожарского, 10/1, Нижний Новгород, Россия, 603005

**Введение.** Работники производств пенополиуретанов (ППУ) подвергаются воздействию различных вредных профессиональных факторов, которые обуславливают повышенный риск развития нарушений органов дыхания, нервной системы, онкологических заболеваний.

**Цель исследования** — на основании анализа условий труда и состояния здоровья работников современных производств ППУ обосновать систему управления профессиональным риском, направленную на его снижение.

**Материалы и методы.** Характеристика условий труда на 5-ти современных производствах ППУ дана на основе анализа большого объема лабораторно-инструментальных исследований профессиональных факторов. Состояние здоровья работников производства ППУ оценивалось по результатам периодического медицинского осмотра в динамике за ряд лет. Для оценки риска рассчитаны показатели отношения шансов, относительного риска, этиологической доли профессиональных факторов в стажевой группе 5 и более лет по отношению к стажевой группе 0–4 года для мужчин и женщин по нозологическим формам с оценкой различий по 95% доверительным интервалам и величине хи-квадрат ( $\chi^2$ ).

**Результаты.** Условия труда на производствах ППУ характеризуются воздействием комплекса химических веществ, из которых наиболее значимыми являются изоцианаты и амины. На работников влияют и такие факторы, как повышенный шум, тяжесть труда. Условия труда на производствах ППУ оцениваются как вредные первой — третьей степеней. Выявлен повышенный риск развития у работников болезней эндокринной, нервной, дыхательной систем и опорно-двигательного аппарата, уровень которого возрастает с увеличением стажа работы на производстве ППУ. Обоснованы требования к организации производственного процесса, мониторингу условий труда, совершенствованию медицинского обслуживания, направленные на профилактику нарушений состояния здоровья работников.

**Заключение.** Современные производства ППУ характеризуются комплексом вредных профессиональных факторов, оказывающих неблагоприятное влияние на здоровье работников, что требует внедрения в практику унифицированной модели управления профессиональным риском, направленной на его снижение.

**Ключевые слова:** производства пенополиуретанов; условия труда; профессиональный риск

**Для цитирования:** Федотова И.В., Михайлова С.А. Обоснование модели управления профессиональным риском на производствах пенополиуретанов. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (10). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-10-844-849>

**Для корреспонденции:** Федотова Ирина Викторовна, зав. отделом гигиены ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: [irinavfed@mail.ru](mailto:irinavfed@mail.ru)

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Irina V. Fedotova<sup>1</sup>, Svetlana A. Mikhaylova<sup>2</sup>

## Justification of occupational risk management model in polyurethane foam production

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod Research Institute for Hygiene and Occupational Pathology, 20, Semashko Str., Nizhny Novgorod, Russia, 603950;

<sup>2</sup>Privolzhskiy Research Medical University, 10/1, Minina and Pozharskogo Sq., Nizhny Novgorod, Russia, 603005

**Introduction.** Employees of production of polyurethane foams (PUF) are exposed to various harmful occupational factors that cause an increased risk of respiratory disorders, nervous system, cancer.

**The aim of the study** was to substantiate the occupational risk management system aimed at its reduction on the basis of the analysis of working conditions and health of employees of modern production facilities of PUF.

**Materials and methods.** The characteristics of working conditions at 5 modern PUF productions are given on the basis of the analysis of a large amount of laboratory and instrumental research of occupational factors; the state of workers' health in the production of PUF was assessed by the results of periodic medical examination over a number of years. For risk assessment, indicators of odds ratio, relative risk, etiological fraction of occupational factors in a group of 5 years of work experience or more compared to a group of 0–4 years of work experience for men and women in nosological forms were calculated with an assessment of differences in 95% confidence intervals and the magnitude of chi-square ( $\chi^2$ ).

**Results.** Working conditions in the production of PUF are characterized by exposure to a complex of chemicals, of which the most significant are isocyanates and amines. Workers are also affected by factors such as increased noise, the severity of work. Working conditions in the production of polyurethane foam are evaluated as harmful to the first to third degrees. The

increased risk of development of diseases of endocrine, nervous, respiratory systems and musculoskeletal system in workers was revealed, the level of which increases with the increase of work experience in the production of PUF. The requirements to the organization of the production process, monitoring of working conditions, improvement of medical care aimed at the prevention of violations of the health status of employees are substantiated.

**Conclusions.** *Modern production of PUF is characterized by a complex of harmful occupational factors that have an adverse impact on the health of employees, which requires the introduction of a unified model of occupational risk management aimed at reducing it.*

**Key words:** *polyurethane foam production; working conditions; occupational risk*

**For citation:** Fedotova I.V., Mikhailova S.A. Justification of occupational risk management model in polyurethane foam production. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (10). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-10-844-849>

**For correspondence:** Irina V. Fedotova, Head Department of Hygiene of Nizhny Novgorod Research Institute for Hygiene and Occupational Pathology, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: irinavfed@mail.ru

**Funding:** The study had no funding.

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

**Введение.** В настоящее время в России активно разрабатывается теория риска, которая призвана стать инструментом управления и количественного обоснования оптимального распределения материальных и иных ресурсов общества на различные виды деятельности [1]. Работники химической отрасли являются контингентом с высоким профессиональным риском и требуют особого внимания при реализации мероприятий, направленных на повышение безопасности их труда и сохранения здоровья. Полимерная промышленность является одной из быстро развивающихся направлений данной сферы хозяйственной деятельности. Одними из относительно новых перспективных полимерных соединений, получаемых с заранее заданными свойствами, являются пенополиуретаны (ППУ), которые по масштабу выпуска и многообразию технологических решений занимают видное место среди аналогичных материалов и рынок их будет увеличиваться примерно на 5% в год [2,3]. Важным достоинством ППУ является его высокая технологичность, позволяющая реализовывать экономичные, сравнительно простые и нетрудоемкие процессы производства и переработки, что делает его привлекательным не только для гигантов промышленной индустрии, но и для предприятий малого бизнеса.

Многочисленные исследования свидетельствуют о загрязнении воздушной среды на производствах ППУ ингредиентами, входящими в их рецептуру: изоцианаты, третичные амины, растворители и др. [4,5]. Изучение состояния здоровья работников показало возможность развития у них профессиональных интоксикаций от воздействия комплекса химических веществ, отмечена повышенная частота патологии респираторного аппарата, нервной системы, кожных покровов на фоне сенсibilизации организма [6–9]. Имеются данные о канцерогенной опасности для работников производств ППУ [10–12].

Современные производства отличаются динамичностью — постоянно появляются новые рецептуры, способы получения и организации технологического процесса. Несмотря на достаточно богатый накопленный материал по характеристике условий труда на различных предприятиях ППУ, эта тенденция обуславливает необходимость разработки унифицированной системы управления профессиональным риском с целью обеспечения безопасных условий труда и охраны здоровья работников данной отрасли промышленности.

**Цель исследования** — на основании анализа условий труда и состояния здоровья работников современных производств ППУ обосновать систему управления профессиональным риском, направленную на его снижение.

**Материалы и методы.** Основой для разработки модели управления риском на производствах ППУ послужили результаты исследования условий труда на пяти современ-

ных предприятиях по получению блочного и формованного ППУ. Предприятия отличались организацией технологического процесса, составом используемых рецептур, объемами производства и численностью работников. На рабочих местах оценивалось загрязнение воздуха вредными химическими веществами при типичных технологических операциях с использованием различных рецептур получения ППУ, измерялись параметры микроклимата, уровни шума, освещенности, тяжести и напряженности трудового процесса, анализировались организация и эффективность индивидуальной защиты работников. Для оценки загрязненности воздуха на малом производстве ППУ рассчитан индекс опасности при ингаляционном поступлении загрязняющих воздух рабочей зоны компонентов сырья и продуктов его термоокислительной деструкции (4,4-метилдиизоцианата, бензола, этилбензола, этилацетата, бутанола, ксилолов, этилцеллозольва, псевдокумола) [13].

Состояние здоровья работников основных профессий многотоннажного производства формованного ППУ — операторы-заливщики, формовщики, обрезчики облоя, укладчики-упаковщики изучалось по материалам периодических медицинских осмотров, проводившихся специалистами профпатологического центра ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора: 2008–2009 гг. — 1-е обследование; 2012–2013 гг. — 2-е обследование. Дополнительно в период 1-го обследования выполнялись исследования функции внешнего дыхания; электрокардиография, были расширены биохимические исследования, дана оценка иммунологического статуса. Для изучения корреляционной зависимости показателей заболеваемости от величины экспозиции к химическому фактору рассчитывалась персонафицированная условная доза (D) воздействия вредных химических веществ методом сложения произведений отношений их среднесменных концентраций (C), зафиксированных на рабочих местах, к соответствующим ПДК, на количество лет стажа (n), в соответствии с профмаршрутом по формуле:

$$D = \sum (C_i / \text{ПДК}_i \times n_i + C_2 / \text{ПДК}_2 \times n_2 + \dots C_i / \text{ПДК}_i \times n_i).$$

Стандартизованные по возрасту показатели распространенности патологии использованы для оценки степени причинно-следственной связи нарушений здоровья со стажем работы с вредными факторами с расчетом показателей относительного риска в соответствие Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы» с использованием компьютерной программы «Статистическая оценка связи нарушений здоровья с работой» (<http://neurocomp.ru/cgi-bin/opr/sos/start.py#ans>). Анализировалась величина показателей отношения шансов (OR), относительного риска (RR), этиологической доли

профессиональных факторов (ЕФ). Достоверность их различий при сравнении стажевой группы 5 и более лет по отношению к стажевой группе 0–4 года для мужчин и женщин по нозологическим формам определялась по 95% доверительным интервалам (ДИ) и величине хи-квадрат ( $\chi^2$ ).

**Результаты и обсуждение.** Технологический процесс получения ППУ на производствах блочного и формованного ППУ основан на взаимодействии полиэфиров с изоцианатами в присутствии катализаторов и других целевых добавок. Смешивание компонентов происходит с помощью заливочной машины под давлением. Технологический процесс организован по конвейерному способу.

Получение блочного ППУ осуществлялось методом равномерного розлива полиуретановой смеси на бегущую по роликовому конвейеру бумажную ленту, пласт ППУ нарезают на блоки, складывают для вызревания и отправляют на конечную обработку. При изготовлении формованного ППУ заливка компонентов производилась в специальные формы, выемка готовых изделий из них осуществлялась при помощи сжатого воздуха. В момент заливки компонентов, их отверждения, резки блоков, обрезки облоя, вальцевания и других этапов обработки в воздух рабочей зоны могут выделяться пары непрореагировавших компонентов: изоцианатов, аминов, углеводов и др.

Исследование уровней загрязненности воздуха рабочей зоны ведущими вредными веществами (толуилдендиизоцианат (ТДИ), амины) на трех обследованных предприятиях

блочного ППУ показало, что среднесменные концентрации ТДИ в воздухе рабочих помещений изучаемых производств на участках получения ППУ и резки блоков на 2 из них были на уровне допустимых значений либо незначительно превышали ПДК — в 1,3–1,6 раза. Максимальные значения ТДИ наблюдались в 1-м производстве (в 5,8 раза выше ПДК). Загрязнение воздуха рабочей зоны аминами зависело от используемой рецептуры ППУ, в частности, от катализатора, входящего в ее состав. Основными источниками выделения в воздух рабочей зоны вредных веществ во всех 3 производствах блочного ППУ были:

- открытая струя заливаемой исходной композиции и катализатора при его приготовлении;
- свежевспененные изделия;
- блоки ППУ, подвергающиеся резке и механической переработке.

Освещенность рабочей зоны и параметры микроклимата на рабочих местах в основном соответствовали гигиеническим требованиям. Уровни шума, источниками которого были насосы, движущаяся лента конвейера, работа гильотины для резки блоков, вентиляция, превышали ПДУ на 2–4 дБА на рабочих местах во всех 3 производствах.

Анализ условий труда на многотоннажном производстве формованного ППУ в период с 2008 по 2015 гг. показал положительную динамику изменения воздушной среды, что связано со сменой рецептур и совершенствованием технологии (внедрение роботизированной

Таблица 1 / Table 1

### Оценка класса условий труда по Р 2.2.2006–05 основных профессиональных групп работников блочного и формованного ППУ

#### Assessment of the class of working conditions of the main professional groups of workers of block and molded PUF

Фактор рабочей среды и трудового процесса	Блочный ППУ			Формованный ППУ	
	Предприятия				
	1	2	3	многотоннажное	малое
	Оператор-заливщик, формовщик, оператор резки				
Химический фактор	3.2	2(3.1)*	3.1	2(3.1)*	3.2
Шум	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Световая среда	2	3.1	2	2(3.1)*	3.1
Микроклимат	2	2	2	2	2
Тяжесть	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3
Напряженность	2	2	2	2	2
Окончательная оценка	3.3	3.2	3.2	3.2	3.3

Примечание: \* — на разных технологических линиях воздействие вредных производственных факторов было различным

Note: \* — Note: \* — on different production lines, the impact of harmful production factors was different

Таблица 2 / Table 2

### Распространенность нарушений состояния здоровья среди работников производства ППУ по данным периодических медицинских осмотров

#### The prevalence of health disorders among workers in the production of PUF according to periodic medical examinations

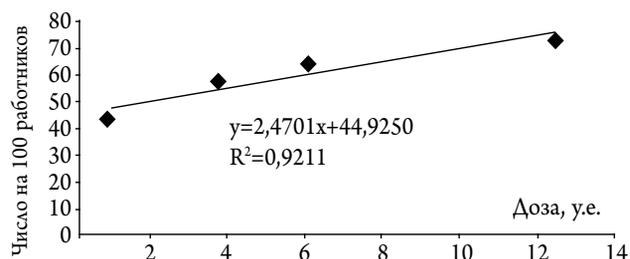
Класс болезни по МКБ 10	Доля в структуре нарушений состояния здоровья, %		Частота случаев на 100 работников	
	1-е обследование	2-е обследование	1-е обследование	2-е обследование
Органов дыхания	26,0	30,3	82,9±4,2	68,2±3,5
Нервной системы	18,7	17,5	59,8±5,4	39,3±3,7
Системы кровообращения	17,5	17,0	54,9±5,5	38,2±3,7
Эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	10,3	9,2	34,5±6,4	22,2±4,2
Костно-мышечной системы	7,5	4,6	25,5±5,9	11,1±4,6

операции заливки композиции в формы, автоматическое вскрытие форм).

Исследования воздуха рабочей зоны на малом производстве формованного ППУ не выявили превышений ПДК вредных веществ. Однако величина индекса опасности  $HI=3,6$  свидетельствует о повышенном профессиональном риске, что с учетом однонаправленного раздражающего действия на органы дыхания комплекса вредных веществ позволяет отнести класс условий труда по химическому фактору к вредному второй степени. Основные показатели микроклимата на производствах формованного ППУ соответствовали гигиеническим нормативам. Освещенность на ряде рабочих мест была ниже регламентированных уровней при высоком коэффициенте пульсации. Уровни шума на большинстве конвейерных линий превышали ПДУ на 1–4 дБА. Конвейерная организация труда как при производстве блочного, так и формованного ППУ обуславливает необходимость рабочей позы «стоя» более 60–80% времени смены и выполнения ряда операций по переносу грузов. На малом предприятии оператор за смену был вынужден осуществлять ручную открытие и закрытие 120–300 форм, причем вес крышек составлял от 15 до 40 кг. В таблице 1 представлена оценка классов условий труда на основных рабочих местах на всех обследованных производствах.

Проведенные в динамике исследования состояния здоровья работников на многотоннажном производстве ППУ позволили установить, что основная доля диагностированной патологии приходится на болезни органов дыхания (БОД) (табл. 2). Отмечено ее увеличение в стажевой группе 5 и более лет по сравнению с малостажированными работниками (стаж 0–4 года) при 1-м и 2-м обследованиях соответственно в 1,2 и в 1,4 раза, в основном за счет хронических фарингитов. Причиной этого можно считать воздействие ряда химических веществ, оказывающих раздражающее и сенсибилизирующее действие — ТДИ, амины, углеводороды и др.

Корреляционно-регрессионный анализ, выполненный на основании расчета средней дозы воздействия химических веществ и распространенности хронических фарингитов в 4 сформированных подгруппах, выявил прямую линейную зависимость с высоким коэффициентом аппроксимации (R) (рисунок).



**Рисунок. График зависимости частоты хронических фарингитов от дозы воздействия химических веществ**

**Figure. Graph of the dependence of the frequency of chronic pharyngitis on the dose of exposure to chemicals**

Третьей по распространенности патологией среди работников производства ППУ являются заболевания сердечно-сосудистой системы, причем наиболее представительной нозологией является артериальная гипертензия (71,0 и 78,8%). Следует также отметить существенную частоту болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (БЭС) и болезней костно-мышечной системы (БКМС).

В таблице 3 представлены данные сравнения стандартизованных по возрасту показателей распространенности патологии в стажевой группе работников производства ППУ 5 и более лет относительно группы со стажем до 5 лет. Результаты расчета свидетельствуют, что риск у женщин с увеличением продолжительности воздействия вредных производственных факторов достоверно возрастает для патологии органов дыхания, эндокринной системы, опорно-двигательного аппарата, причем степень профессиональной обусловленности высокая. У мужчин высокая профессиональная обусловленность развития нарушений здоровья подтверждается для ВСД, средняя — для хронического фарингита и малая — для БОД.

Исследование иммунологических показателей сыворотки крови у работников ППУ позволило обнаружить у значительной доли лиц повышенные уровни IgG и IgA —  $25,6 \pm 4,8\%$  и  $24,4 \pm 4,7\%$  соответственно, что свидетельствует о наличии хронических воспалительных заболеваний и напряженности иммунитета. Результаты других клинико-лабораторных исследований не выявили однонаправленных отклонений показателей от физиологической нормы.

Таблица 3 / Table 3

**Показатели риска нарушения здоровья среди работников в производстве ППУ (в стажевой группе 5 и более лет по отношению к стажевой группе 0–4 года)**

**Indicators of the risk of health disorders among workers in the production of PUF (in the training group of 5 years or more in relation to the trainee group of 0–4 years)**

Класс болезней, нозологическая формы	Отношение шансов (OR)	Относительный риск (RR)	Этиологическая доля (EF), %	Доверительный интервал RR, %	$\chi^2$ (табличное значение 3,8)	Степень профессиональной обусловленности
<b>Женщины</b>						
Болезни щитовидной железы	2,56	2,18	54,17	1,10–4,33	4,99	Высокая
БЭС	2,51	2,07	51,72	1,15–3,75	5,81	Высокая
Вазомоторный ринит	3,24	2,75	63,64	1,27–5,94	6,63	Высокая
БКМС	3,63	3,00	66,67	1,43–6,31	8,37	Высокая
<b>Мужчины</b>						
ВСД	2,75	2,12	52,78	1,27–3,53	8,32	Высокая
БОД	2,14	1,26	20,78	1,03–1,54	5,26	Малая
Хронический фарингит	2,81	1,89	47,06	1,30–2,75	11,12	Средняя

Таким образом, сочетанное воздействие различных факторов производственной среды и трудового процесса представляют опасность для здоровья работников и диктуют необходимость соблюдать определенные требования при проектировании и эксплуатации производств ППУ и организации действенного санитарного надзора.

Модель управления профессиональным риском на производствах ППУ предполагает поэтапное осуществление ряда мероприятий, начиная с проектных заданий на строительство производств ППУ до конкретных методов мониторинга производственной среды и состояния здоровья работников.

Основными принципами организации технологического процесса получения ППУ в современных производствах, направленными на снижение профессионального риска, является осуществление его по конвейерному типу с использованием автоматизированных и роботизированных технологий. При разработке новых рецептур необходимо придерживаться принципа замены токсичных и опасных ингредиентов (ТДИ, 1,4-диметилпиперазин, гидразингидрат и др.) менее токсичными.

Для снижения уровня химической нагрузки на работников участки, опасные возможным поступлением в воздух рабочей зоны вредных веществ (склада сырья и готовой продукции, отделений приготовления компонентов и антиадгезива, термостатирования, заливки и вспенивания композиции ППУ, вызревания ППУ, хранения и переработки бракованных изделий, насосных), необходимо размещать в изолированных помещениях, оборудованных системами общеобменной и местной вентиляции. Предусмотреть герметизацию операций приготовления активаторной смеси, транспортировки свежевспененного ППУ, выемки изделий, вальцевания.

На всех предприятиях необходимо выполнить звукоизолирующую шумящего оборудования, отрегулировать работу механических элементов.

При разработке режимов труда следует предусмотреть мероприятия по профилактике неблагоприятного воздействия рабочей позы «стоя» при конвейерной организации технологического процесса. С этой целью необходимо ввести регламентированные перерывы через 1,5–2 часа работы продолжительностью 10–15 минут с возможностью смены позы и проведения комплекса гимнастических упражнений, направленных на снятие напряжения с мышц, обеспечивающих поддержание вертикального положения тела.

План работы по осуществлению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны составляется с учетом качественного состава, а также степени токсичности и опасности химических веществ, в том числе примесей к сырью, продуктов термоокислительной деструкции (например, синильная кислота, альдегиды и др.); растворителей, применяемых для промывки оборудования; ингредиентов рецептур антиадгезивных смазок. Следует отметить, что ряд используемых в технологическом процессе веществ относится к 1 классу опасности (толуиленидиизоцианат, гидроцианид и др.), что требует организации автоматического определения их содержания в воздухе рабочей зоны. Для оценки профессионального риска, обусловленного химической нагрузкой, необходимо применять методику определения суммарной дозы веществ однонаправленного действия (например, аминов и изоцианатов) или расчета индекса опасности.

Эффективным методом снижения на работников воздействия высокотоксичных веществ, использующихся в производстве ППУ, является применение работниками

средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания (ОД), кожи. Показана хорошая эффективность респираторов на базе конструкции «Лепесток» («Алина-А», «Алина-АВ»). Способность третичных аминов проникать через кожные покровы требует применения работниками спецодежды, надежно защищающей кожные покровы от этих веществ. Требуется также предусмотреть защиту органов зрения и слуха.

Важной составляющей управления профессиональным риском является совершенствование медицинского обслуживания работников производства ППУ. При проведении периодических медицинских осмотров необходимо обращать внимание на выявление заболеваний органов дыхания, нервной и эндокринной систем, опорно-двигательного аппарата. Рекомендуется дополнить объем лабораторных исследований определением показателей функции щитовидной железы, печени и нервной систем, иммунного статуса как критериев клинических нарушений состояния здоровья. С учетом специфики условий труда на производствах ППУ следует дополнительными к существующим для приема на работу и для ее продолжения противопоказаниями считать хронические заболевания нервной системы, аллергические заболевания кожи, хронические заболевания опорно-двигательного аппарата с частыми обострениями.

#### **Выводы:**

1. Условия труда на современных производствах ППУ характеризуются воздействием на работников ряда вредных профессиональных факторов и оцениваются в комплексе как вредные первой-третьей степени, что соответствует категориям профессионального риска — малый (умеренный), средний (существенный) и высокий (непереносимый).

2. Влияние вредных условий труда являются причиной повышения риска развития у работников производств ППУ болезней эндокринной, дыхательной, нервной систем и опорно-двигательного аппарата.

3. Использование корреляционно-регрессионного анализа позволило выявить наличие прямой дозовой зависимости частоты хронических фарингитов у работников производства ППУ, что позволяет прогнозировать риск данной патологии заболеваний органов дыхания при изменении экспозиции к вредным химическим веществам.

4. Модель управления профессиональным риском на предприятиях ППУ должна включать: автоматизацию процесса и герметизацию ряда операций; использование СИЗ для защиты от воздействия вредных веществ, шума; введение регламентированных перерывов на конвейерных линиях; мониторинг загрязненности воздушной среды производственных помещений с учетом технологических решений, используемых рецептур ППУ, участков производства и операций; проведение дополнительных лабораторных исследований при предварительных и периодических медицинских осмотрах работников производств ППУ.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Ярушин С.В., Диконская О.В., Никонов Б.И., Малых О.А. и др. Методические подходы к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия на основе методологии управления риском для здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2015; 2: 82–8.
2. Лиман У. Полиуретаны: производство, потребление, применение. *Полимерные материалы*. 2015; 6: 30–9.
3. ФАПУ — Полиуретановый бюллетень 2018. Выпуск 4. [https://www.fapu.de/images/uploads/0\\_fapu105/FAPU-105-RU-web.pdf](https://www.fapu.de/images/uploads/0_fapu105/FAPU-105-RU-web.pdf).

4. Аширова С.А. Гигиеническая оценка условий труда в производствах пенополиуретанов. В кн.: *Вспененные полимерные материалы, их свойства и области применения*. М.; 1991: 60–1.

5. Świerczyńska-Machura D, Brzeźnicki S, Nowakowska-Świrta E, Walusiak-Skorupa J, Wittczak T, Dudek W, Bonczarowska M. et al. Occupational exposure to diisocyanates in polyurethane foam factory workers. *J Occup Med Environ Health*. 2015; 28(6): 985–98. DOI: org/10.13075/ijomeh.1896.00284.

6. Покровская Э.А., Антонюженко В.А., Волкова И.Д., Аширова С.А. Профессиональные заболевания у рабочих производств пенополиуретанов. *Мед. труда и пром. экол.* 2004; 6: 42–4.

7. Kieć-Świerczyńska M, Swierczyńska-Machura D, Chomiczewska-Skóra D, Nowakowska-Świrta E, Kręcisz B. Occupational allergic and irritant contact dermatitis in workers exposed to polyurethane foam. *Int J Occup Med. Environ Health*. 2014; 27(2): 196–205. DOI: 10.2478/s13382-014-0249-9.

8. Gui W, Wisniewski A.V, Neamtii I, Gurzau E, Sparer J.A., Stowe M.H. et al. Inception cohort study of workers exposed to toluene diisocyanate at a polyurethane foam factory: initial one-year follow-up. *Am J Ind Med*. 2014; 57(11): 1207–15. DOI: 10.1002/ajim.22385.

9. Rügger M, Droste D, Hofmann M, Jost M, Miedinger D. Diisocyanate-induced asthma in Switzerland: long-term course and patients' self-assessment after a 12-year follow-up. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2014; 9: 21. DOI: org/10.1186/1745-6673-9-21.

10. Bolognesi C, Baur X, Marczyński B, Norppa H, Sepai O, Sabbioni G. Carcinogenic risk of toluene diisocyanate and 4,4'-methylenediphenyl diisocyanate: epidemiological and experimental evidence. *Crit Rev Toxicol*. 2001; 31(6): 737–72. DOI: 10.1080/20014091111974.

11. Mikoczy Z, Welinder H, Tinnerberg H, Hagmar L. Cancer incidence and mortality of isocyanate exposed workers from the Swedish polyurethane foam industry: updated findings 1959–98. *Occup Environ Med*. 2004; 61(5): 432–7. DOI: 10.1136/oem.2003.009712.

12. Toluene diisocyanate. IARC. *Summaries & Evaluations*. 1999; 71: 865. <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol71/031-toldiisocyan.html>.

13. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.; 2004.

2. Liman U. Polyurethanes: production, consumption, application. *Polimernye materialy*. 2015; 6: 30–9. (in Russian).

3. FAPU — Poliuretanovyj bjulleten'. 2018. Vypusk 4. [https://www.fapu.de/images/uploads/0\\_fapu105/FAPU-105-RU-web.pdf](https://www.fapu.de/images/uploads/0_fapu105/FAPU-105-RU-web.pdf) (in Russian).

4. Ashirova S.A. Hygienic assessment of working conditions in the production of polyurethane foams. In: *Foamed polymer materials, their properties and applications*. M.; 1991: 60–1 (in Russian).

5. Świerczyńska-Machura D, Brzeźnicki S, Nowakowska-Świrta E, Walusiak-Skorupa J, Wittczak T, Dudek W, Bonczarowska M. et al. Occupational exposure to diisocyanates in polyurethane foam factory workers. *J Occup Med Environ Health*. 2015; 28(6): 985–98. DOI: org/10.13075/ijomeh.1896.00284.

6. Pokrovskaja Je.A., Antonjuzhenko V.A., Volkova I.D., Ashirova S.A. Occupational diseases in workers of polyurethane foam production. *Мед. труда i пром. экол.* 2004; 6: 42–4 (in Russian).

7. Kieć-Świerczyńska M, Swierczyńska-Machura D, Chomiczewska-Skóra D, Nowakowska-Świrta E, Kręcisz B. Occupational allergic and irritant contact dermatitis in workers exposed to polyurethane foam. *Int J Occup Med. Environ Health*. 2014; 27(2): 196–05. DOI: 10.2478/s13382-014-0249-9.

8. Gui W, Wisniewski A.V, Neamtii I, Gurzau E, Sparer J.A., Stowe M.H. et al. Inception cohort study of workers exposed to toluene diisocyanate at a polyurethane foam factory: initial one-year follow-up. *Am J Ind Med*. 2014; 57(11): 1207–15. DOI: 10.1002/ajim.22385.

9. Rügger M, Droste D, Hofmann M, Jost M, Miedinger D. Diisocyanate-induced asthma in Switzerland: long-term course and patients' self-assessment after a 12-year follow-up. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2014; 9: 21. DOI: org/10.1186/1745-6673-9-21.

10. Bolognesi C, Baur X, Marczyński B, Norppa H, Sepai O, Sabbioni G. Carcinogenic risk of toluene diisocyanate and 4,4'-methylenediphenyl diisocyanate: epidemiological and experimental evidence. *Crit Rev Toxicol*. — 2001; 31(6): 737–72. DOI: 10.1080/20014091111974.

11. Mikoczy Z, Welinder H, Tinnerberg H, Hagmar L. Cancer incidence and mortality of isocyanate exposed workers from the Swedish polyurethane foam industry: updated findings 1959–98. *Occup Environ Med*. 2004; 61(5): 432–7. DOI: 10.1136/oem.2003.009712.

12. Toluene diisocyanate. IARC. *Summaries & Evaluations*. 1999; 71: 865. <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol71/031-toldiisocyan.html>.

13. Р 2.1.10.1920-04. Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals. Moskva; 2004 (in Russian)

## REFERENCES

1. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Jarushin S.V, Dikonskaja O.V., Nikonov B.I., Malyh O.L. et al. Methodological approaches to ensuring sanitary and epidemiological well-being based on the methodology of risk management for public health. *Gigiena i sanitarija*. 2015; 2: 82–8. (in Russian).

Дата поступления / Received: 03.07.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 14.10.2019

Дата публикации / Published: 28.10.2019