

Мещачкова Н.М.<sup>1</sup>, Шаяхметов С.Ф.<sup>1</sup>, Лемешевская Е.П.<sup>2</sup>, Журба О.М.<sup>1</sup>

## ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИОННЫХ ХИМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ У РАБОТНИКОВ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск;

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 664003, Иркутск

**Введение.** В современном производстве поливинилхлорида (ПВХ), несмотря на относительно низкие уровни химического загрязнения воздуха рабочей зоны, проблема негативного влияния химического фактора на работающих остаётся актуальной, поскольку работники, длительное время испытывающие воздействие комплекса вредных химических веществ, несут определённую экспозиционную химическую нагрузку, которая может негативно влиять на их здоровье.

**Цель исследования** – оценка экспозиционных химических нагрузок (ЭХН) приоритетными токсикантами в современном производстве ПВХ и выявление ассоциированных связей с показателями здоровья работающих. **Материал и методы.** В работе применялись методы гигиенических исследований с использованием методологии оценки профессиональных рисков, расчётов ЭХН. Для обоснования связи заболеваемости с профессией применялся метод корреляционного анализа.

**Результаты.** Показано, что в производстве ПВХ средние расчётные показатели ЭХН приоритетными веществами (винилхлорид и 1,2-дихлорэтан) за 10-летний период постепенно снижались и были статистически значимо выше: в первый пятилетний период по сравнению со вторым ( $p < 0,001$ ), у слесарей по сравнению с аппаратчиками ( $p < 0,001$ ), в производстве ПВХ по сравнению с производством ВХ ( $p < 0,01$ ). При изучении состояния здоровья работников высокая распространённость профессиональных рисков отмечалась относительно функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы ( $39,7 \pm 5,1$ ), неврологических нарушений ( $26,9 \pm 3,6$ ) и пограничных психических расстройств ( $10,3 \pm 2,4$ ), системы пищеварения ( $23,1 \pm 3,4$ ). При медицинском обследовании наибольшую распространённость также имели болезни системы кровообращения ( $42,2 \pm 5$ ), нервной системы ( $25,9 \pm 3,9$ ), системы пищеварения ( $20,5 \pm 3,5$ ). Выявлены корреляционные зависимости между отдельными показателями нарушения здоровья и количественными показателями ЭХН. **Заключение.** На примере работников современного производства ПВХ полученные результаты демонстрируют возможность выявления ассоциативных связей между показателями нарушения здоровья и ЭХН, отражающими накопленное воздействие химических загрязнителей производственной среды за годы работы на предприятии. Указанное подтверждает целесообразность использования расчётов ЭХН для установления связи заболеваемости с профессией, особенно в условиях воздействия низких концентраций химических веществ.

**Ключевые слова:** производство поливинилхлорида; химический фактор; экспозиционные химические нагрузки; профессиональные риски.

**Для цитирования:** Мещачкова Н.М., Шаяхметов С.Ф., Лемешевская Е.П., Журба О.М. Влияние экспозиционных химических нагрузок на показатели здоровья у работников современного производства поливинилхлорида. *Гигиена и санитария*. 2019; 98 (10): 1074-1078. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-10-1074-1078>

**Для корреспонденции:** Мещачкова Нина Михайловна, доктор мед. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории эколого-гигиенических исследований ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск. E-mail: [nina.meschakova@yandex.ru](mailto:nina.meschakova@yandex.ru)

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

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

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Мещачкова Н.М.; сбор, анализ и обработка материала – Мещачкова Н.М., Шаяхметов С.Ф., Журба О.М., Лемешевская Е.П.; статистическая обработка – Мещачкова Н.М., Журба О.М., Лемешевская Е.П.; написание текста – Мещачкова Н.М.; редактирование – Мещачкова Н.М., Шаяхметов С.Ф.

Поступила 15.07.2019

Принята к печати 17.09.19

Опубликована: октябрь 2019

Meshchakova N.M.<sup>1</sup>, Shayakhmetov S.F.<sup>1</sup>, Lemeshevskaya E.P.<sup>2</sup>, Zhurba O.M.<sup>1</sup>

## SCORE EXPOSITION OF CHEMICAL LOADS AND THEIR ASSOCIATION WITH OCCUPATIONAL RISKS IN THE MODERN MANUFACTURE OF POLYVINYL CHLORIDE

<sup>1</sup>East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation;

<sup>2</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, 664003, Russian Federation

**Introduction.** In the modern production of polyvinyl chloride (PVC), despite relatively low levels of air pollution of the working zone of the harmful substances, the problem of the negative effects of chemical factors on organism remains topical. In this regard, the objective of the present study was the quantitative estimation of exposure of chemical loads (ECL) priority toxicants in PVC production and the identification of associated links with health indices.

**Material and methods.** In the work of the applied methods of hygienic studies using a methodology for assessing occupational risks of the method of calculation of exposure to the chemical load. To justify a connection with the profession of morbidity used method of correlation analysis.

**Results.** In PVC production average settlement values of ECL priority substances (vinyl chloride and 1.2 dichloroethane) for the 10-year period were shown to gradually decrease and be statistically significantly higher: during

the first five-year period in comparison with the second, at mechanics in comparison with bureaucrats, in the shop of production of PVC in comparison with the shop of production of VH ( $p < 0.01$ ;  $p < 0.001$ ). When studying the health state of workers, the high prevalence of occupational risks was also noted rather functional violations of a cardiovascular system ( $31.2 \pm 5.1$ ), neurologic frustration ( $28.0 \pm 3.2$ ), functional violations of a digestion system ( $26.3 \pm 3.4$ ). At medical examination diseases of a cardiovascular system ( $43.4 \pm 5.9$ ), the nervous system ( $29.5 \pm 4.9$ ), the system of digestion had the greatest prevalence ( $19.7 \pm 4.0$ ). Correlation relationships between separate indices of the violation of health and quantitative indices of ECL are revealed.

**Conclusion.** For example, in employees of a modern PVC production, the results demonstrate it to be possible to identify an association between health and ECL, reflecting the cumulative impact of chemical pollutants production media after years of work at the enterprise. There was confirmed the usefulness of calculations specified ECL for linking disease with an occupation, particularly in the context of the effects of low concentrations of chemicals.

**Key words:** production of polyvinyl chloride; chemical factor; exhibition chemical loads; occupational risks.

**For citation:** Meshchakova N.M., Shayakhmetov S.F., Lemeshevskaya E.P., Zhurba O.M. Score exposition of chemical loads and their association with occupational risks in the modern manufacture of polyvinyl chloride. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98 (10): 1074-1078. (In Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-10-1074-1078>

**For correspondence:** Nina M. Meshchakova, MD, Ph.D., DSci., Associate Professor, researcher of the of ecological and hygienic researches, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation. E-mail: [nina.meshchakova@yandex.ru](mailto:nina.meshchakova@yandex.ru)

#### Information about authors:

Meshchakova N.M., <https://orcid.org/0000-0002-9772-0199>; Shayakhmetov S.F., <https://orcid.org/0000-0001-8740-3133>; Lemeshevskaya E.P., <https://orcid.org/0000-0002-7864-5998>; Zhurba O.M., <https://orcid.org/0000-0002-9961-6408>

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

*Acknowledgment.* The study had no sponsorship.

*Contribution:* The concept and design of research – Meshchakova N.M.; Collecting, the analysis, and processing of material – Meshchakova N.M.; Shayakhmetov S.F., Zhurba O.M., Lemeshevskaya E.P.; Statistical processing – Meshchakova N.M., Zhurba O.M., Lemeshevskaya E.P.; Writing of the text – Meshchakova N.M.; Editing – Meshchakova N.M., Shayakhmetov S.F.; Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

Received: July 15, 2019

Accepted: September 17, 2019

Published: October 2019

## Введение

Производство поливинилхлорида (ПВХ) является одной из быстро развивающихся отраслей химической индустрии, а винилхлорид (ВХ) как основное сырьё для получения ПВХ входит в арсенал самых важных химических соединений для выработки продуктов основного органического синтеза. В настоящее время в мировом масштабе не менее 80% ПВХ производится суспензионным методом полимеризации, который характеризуется высокой производительностью и возможностью получения различных модификаций готового продукта. В настоящее время годовой объём производства ПВХ в мире составляет около 800 тыс. тонн, а по прогнозу в ближайшие годы может достигнуть 930 тыс. тонн и более [1].

В литературе широко представлены сведения, касающиеся гигиенической оценки условий труда и состояния здоровья работающих в производстве ПВХ, результатов экспериментальных исследований токсичности ВХ и его канцерогенных эффектов, комбинированного действия с другими токсикантами [2–27].

Вместе с тем, несмотря на относительно низкие уровни воздействующих токсикантов в производстве ПВХ, проблема неблагоприятного влияния их на организм, особенно ВХ, по-прежнему остаётся актуальной, поскольку работники указанного производства, длительное время подвергавшиеся воздействию химического фактора, несут определённую экспозиционную (стажевую) химическую нагрузку, которая может негативно отразиться на их здоровье. В связи с этим целью данной работы являлась оценка ЭХН приоритетными токсикантами в современном производстве ПВХ и выявление ассоциированных связей их с показателями здоровья работающих.

## Материал и методы

Исследования проводились на одном из крупнейших предприятий Восточной Сибири по производству суспензионного ПВХ. Классификацию условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса проводили в соответствии с Руководством Р.2.2.2006–05<sup>1</sup>.

Ретроспективная оценка воздуха рабочей зоны на содержание химических веществ проводилась по данным органов санэпиднадзора и ведомственной химико-аналитической лаборатории предприятия, а также по результатам собственных исследований.

Изучение заболеваемости 279 практически здоровых работников мужского пола основных профессий указанного производства, преимущественно в возрасте 30–49 лет (79%) и средним стажем  $15 \pm 6,7$  года, проведено по результатам медицинского обследования специалистами клиники Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований. Для самооценки здоровья работников, отражающей донологическое состояние организма, использовался анкетно-опросный метод количественной оценки рисков основных общепатологических синдромов (РООС) в соответствии с авторскими методическими рекомендациями [28].

ЭХН приоритетными веществами (винилхлорид, 1,2-дихлорэтан) применительно к работникам двух основных профессий (аппаратчики и слесари-ремонтники) рассчитывались за два пятилетних периода. Исследования выполнялись на основе [29] и авторских методических рекомендаций [28]. Расчёты ЭХН проводились с учётом объёма лёгочной вентиляции в зависимости от категории тяжести труда, с использованием следующей формулы:

$$\text{ЭХН} = C \cdot Q \cdot N / 1000 \text{ (г)},$$

где: ЭХН – экспозиционная нагрузка, г; C – средняя среднесменная концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup>; Q – объём вдыхаемого воздуха за смену (лёгочная вентиляция, м<sup>3</sup>); N – число рабочих смен в году.

Показатель лёгочной вентиляции за смену принимался в зависимости от интенсивности энергозатрат согласно СанПиН 2.2.4.3359-16<sup>2</sup>. Для профессии аппаратчика, работа которого требует определённого физического напряжения, связанного с частой ходьбой, периодическим подъёмом тяжестей до 1 кг (категория работ IIa), составил 4 м<sup>3</sup>. Для слесаря-ремонтника, у которого работа сопровождается умеренным физическим

<sup>1</sup> Р.2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. М.: ФЦ ГСЭН МЗ России, 2005.

<sup>2</sup> СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах». Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21.06.2016 г. № 81.

Таблица 1

**Количественные показатели (г) суммарных и среднегодовых ЭХН токсикантами у работников основных профессий в производствах ВХ и ПВХ**

Год	Химическое вещество	Профессия	
		аппаратчик	слесарь-ремонтник
<i>Производство ВХ</i>			
2006–2010	ВХ	$\frac{11,9}{2,37 \pm 0,1}$	$\frac{20,76}{4,1 \pm 1,1}^*$
	ДХЭ	$\frac{58,9}{11,8 \pm 1,2}$	$\frac{105,0}{21,0 \pm 1,5}^*$
2011–2015	ВХ	$\frac{5,1}{1,0 \pm 0,1}$	$\frac{8,4}{1,7 \pm 0,2}^*$
	ДХЭ	$\frac{65,3}{13,1 \pm 0,5}$	$\frac{104,5}{20,9 \pm 0,8}^*$
2006–2015	ВХ	$\frac{17,0}{1,8 \pm 0,3}$	$\frac{29,16}{2,9 \pm 0,2}^*$
	ДХЭ	$\frac{124,2}{12,4 \pm 1,3}$	$\frac{209,5}{20,9 \pm 1,5}^*$
<i>Производство ПВХ</i>			
2006–2010	ВХ	$\frac{29,0}{5,8 \pm 1,2}^{**}$	$\frac{50,0}{10,0 \pm 0,5}^{*.*}$
2011–2015	ВХ	$\frac{20,1}{4,0 \pm 0,4}^{**}$	$\frac{32,2}{6,4 \pm 0,5}^*$
2006–2015	ВХ	$\frac{49,1}{4,5 \pm 1,2}^{**}$	$\frac{83,0}{8,2 \pm 1,6}^{*.*}$

Примечание. В числителе – суммарные ЭХН, в знаменателе – среднегодовые ЭХН; \* – различия статистически значимы между показателями у аппаратчиков и слесарей-ремонтников; \*\* – различия показателей статистически значимы между производствами ВХ и ПВХ.

напряжением, связанным с частыми передвижениями, периодической переноской тяжестей до 10 кг (категория работ Пб), показатель лёгочной вентиляции составил 7 м<sup>3</sup>.

Расчитанные показатели ЭХН использовались для выявления корреляционных связей с показателями здоровья работников по результатам РООС и медицинского обследования.

Для статистической обработки использовался пакет прикладных программ «Statistica 6.1». Для сравнения показателей использовали *t*-критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Коэффициент корреляции рассчитывали методом Пирсона.

## Результаты

Многолетними гигиеническими исследованиями [13, 14] нами было показано, что в первые годы функционирования производства, в пуско-наладочный период (1988–1994 гг.), в воздухе рабочей зоны регистрировались весьма значительные концентрации вредных химических веществ. Так, средние уровни ВХ находились в пределах от 21,1 до 217 мг/м<sup>3</sup> при ПДК 5 мг/м<sup>3</sup>, а ДХЭ – от 140,7 до 156 мг/м<sup>3</sup> при ПДК 30 мг/м<sup>3</sup>. В последующие годы благодаря модернизации оборудования и совершенствования технологического процесса, оптимизации условий труда уровни токсикантов в воздухе рабочей зоны постепенно снижались. Так, ретроспективный анализ загрязнённости воздуха рабочей зоны в указанном производстве за 10-летний период показал, что средние максимально разовые концентрации ВХ в разные годы составляли от 0,5 до 1,8 ПДК, несколько превышая гигиенический норматив, а средние максимально разовые концентрации ДХЭ были значительно ниже гигиенического норматива, составляя в разные годы от 0,01 до 0,9 ПДК. Тем не менее проблема воздействия токсикантов на работающих в производстве ПВХ остаётся актуальной, а приоритетными загрязнителями воздуха рабочей зоны по-прежнему являются ВХ и ДХЭ.

Таблица 2

**Распространённость случаев (на 100 обследованных) высоких величин рисков основных общепатологических синдромов у работников производства ПВХ**

Основные общепатологические синдромы	Показатель РООС
Неврологические нарушения	26,9 ± 3,6
Пограничные психические расстройства	10,3 ± 2,4
Функциональные нарушения сердечно-сосудистой системы	39,7 ± 3,9
Функциональные нарушения ЖКТ и печени	23,1 ± 3,4
Функциональные нарушения мочевыделительной системы	6,4 ± 1,9

Основными профессиональными группами в указанных производствах являются аппаратчики и слесари по ремонту оборудования. Согласно хронометражным данным, аппаратчики около 50–60% времени смены осуществляют контроль за работой оборудования непосредственно в цехе, остальное время ведут дистанционный контроль за технологическим процессом по приборам из помещения центрального пульта управления. Слесари-ремонтники осуществляют ремонтно-наладочные работы как непосредственно в цехе (от 50 до 80% рабочей смены), так и в ремонтных мастерских (от 20 до 60% рабочей смены), подвергаясь более значительной экспозиции токсикантов.

По химическому фактору условия труда работников обеих профессий в указанном производстве относятся к вредным (3-й класс, 1–2-я степени вредности и опасности, согласно Р 2.2.2006-05. Оценка физических факторов позволяет отнести условия труда к вредным (3-й класс 1-й степени) за счёт повышенных уровней шума. По тяжести труд аппаратчиков относится к допустимому, по напряжённости – к напряжённому труду 2-й степени; труд слесарей-ремонтников по тяжести относится к тяжёлому труду 2-й степени, по напряжённости – к труду 1-й степени напряжённости. Интегральная оценка условий труда работников априорно обуславливает малый и средний профессиональный риск, согласно Р 2.2.1766-03. 2.2<sup>3</sup>.

Количественные показатели суммарных и среднегодовых ЭХН токсикантами у работников основных профессий в цехах ВХ и ПВХ отражены в табл. 1. Показано, что у работников производств ВХ и ПВХ средние расчётные показатели ЭХН приоритетными веществами (винилхлорид и 1,2-дихлорэтан) за 10-летний период постепенно снижались и были статистически значимо выше: в первый пятилетний период по сравнению со вторым ( $p < 0,001$ ), у слесарей по сравнению с аппаратчиками ( $p < 0,001$ ), в производстве ПВХ по сравнению с ВХ ( $p < 0,01$ ).

В результате изучения состояния здоровья работников было показано, что при оценке РООС (табл. 2) показатели рисков высокой степени выявлялись относительно функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы (39,7 ± 3,9 на 100 обследованных), неврологических расстройств (28 ± 3,2), нарушений в системе пищеварения (26,3 ± 3,4). При медицинском обследовании практически здоровыми были признаны 25,5 ± 2,6% обследованных работников. Из выявленных заболеваний, как и при оценке профессиональных рисков, наибольшую распространённость имели болезни сердечно-сосудистой системы (42,2 ± 5 на 100 обследованных), нервной системы и психические расстройства (26,9 ± 3,6), болезни системы пищеварения и печени (20,5 ± 3,5).

Влияние производственных факторов на здоровье работников подтверждают выявленные корреляционные зависимости между средними величинами расчётных ЭХН и отдельными

<sup>3</sup> Р 2.2.1766-03. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003 г.).

показателями здоровья у обследованных лиц. Так, у слесарей-ремонтников были выявлены корреляционные зависимости между показателем выявленных болезней сердечно-сосудистой системы и величиной ЭХН винилхлоридом ( $r = 0,7; p < 0,05$ ); между показателями рисков функциональных нарушений печени и величиной ЭХН винилхлоридом ( $r = 0,41; p < 0,05$ ), между общим количеством выявленных случаев заболеваний в целом и величиной ЭХН винилхлоридом ( $r = 0,36; p < 0,05$ ), при этом у аппаратчиков эта зависимость была менее выраженной ( $r = 0,31; p < 0,05$ ). Вместе с тем у аппаратчиков были выявлены корреляционные зависимости между показателями ЭХН винилхлоридом и рисками неврологических нарушений ( $r = 0,4; p < 0,01$ ).

Установлена также зависимость отдельных показателей заболеваемости у обследованных лиц от степени ЭХН. Это подтверждается тем, что по результатам медицинского обследования в группе работников с высокой степенью ЭХН общий уровень заболеваемости, а также заболеваемости в связи с болезнями нервной системы был статистически значимо выше, а количество практически здоровых лиц ниже, чем в группе обследованных с низкой степенью ЭХН.

## Обсуждение

В настоящее время в химической промышленности в условиях воздействия относительно низких уровней загрязнения воздуха рабочей зоны вредными веществами становится весьма проблематичным обосновывать этиологическую роль токсикантов в формировании заболеваемости работающих, если не учитывать химическую нагрузку за весь период стажевой экспозиции [8, 28, 30]. При решении данной проблемы, в частности в изучаемом нами производстве ПВХ, необходимо учитывать тот факт, что работники, длительное время испытывающие воздействие вредных веществ, особенно в пуско-наладочный период, когда концентрации превышали гигиенический норматив в десятки раз, несут определённую экспозиционную химическую нагрузку, которая может негативно влиять на состояние их здоровья. Принимая это во внимание, мы сочли целесообразным дать оценку ЭХН у работников производств ВХ и ПВХ за многолетний период и попытаться выявить зависимости между расчётными показателями ЭХН и показателями здоровья у работающих. Полученные нами корреляционные зависимости в определённой степени позволили связать профессиональные риски и заболевания в результате оценки РООС и углублённого медицинского обследования с воздействием химического фактора. В нашем исследовании это подтверждается и тем, что у слесарей-ремонтников, экспонированных вредными химическими веществами в большей степени, чем аппаратчики, количественные показатели ЭХН с высокой степенью достоверности были выше, а корреляционные зависимости с показателями здоровья работников были более выраженными и статистически значимыми по сравнению с аппаратчиками.

Таким образом, несмотря на относительно низкие уровни загрязнения воздуха рабочей зоны современного производства ПВХ вредными веществами, представленные нами данные позволяют связать изменения в состоянии здоровья работников, занятых в современном производстве ПВХ, с накопленным воздействием химических загрязнителей производственной среды, а также обосновать использование показателя ЭХН для установления связи заболеваемости с профессией. Целесообразность использования ЭХН при изучении состояния здоровья работников, испытывающих воздействие химического фактора, подчёркивается в ряде работ отечественных авторов [15, 16, 31, 32].

## Заключение

На примере работников современных производств ПВХ полученные результаты демонстрируют возможность выявления ассоциативных связей между показателями нарушения здоровья и ЭХН у работников, отражающими накопленное воздействие химических загрязнителей производственной среды за годы работы на предприятии. Указанное подтверждает целесообразность использования расчётов ЭХН для установления связи заболеваемости с профессией, особенно в условиях воздействия низких концентраций химических веществ.

## Литература

(п. 7, 9, 10, 12, 17, 18, 20–22 см. References)

1. Итоги и перспективы производства ПВХ. Available at: <https://packbel.by/mag/analitika/kakie-perspektivy-u-proizvoditelej-pvh>.
2. Антоноженко В.А. *Углеводородный нейротоксикоз*. Горький: Волго-Вятское книжное издательство; 1980. 183 с.
3. Савченко М.Ф., Лемешевская Е.П., Катульский Ю.И., Бенеманский В.В., Жукова Е.В., Погорелова Е.Г. и др. Комбинированное действие винилхлорида и дихлорэтана при длительном поступлении в организм. *Медицина труда и промышленная экология*. 2001; 1: 23–6.
4. Бодиенкова Г.М. Особенности иммунологической реактивности работающих в условиях воздействия различных нейротоксикантов. *Медицина труда и промышленная экология*. 2008; 8: 3–6.
5. Кудяева И.В., Демидова М.П., Бударина Л.А., Маснавиева Л.Б. Состояние органов желудочно-кишечного тракта у лиц, контактирующих с хлорированными углеводородами. *Экология человека*. 2009; 3: 9–12.
6. Кудяева И.В., Маснавиева Л.Б. Состояние показателей нейромедиаторного обмена у крыс после хронической интоксикации винилхлоридом. *Бюллетень ВШЦ СО РАМН*. 2009; 1: 244–7.
8. Могиленкова Л.А. Оценка здоровья работников химических производств. *Медицина труда и промышленная экология*. 2010; 3: 43–8.
11. Алексеев Р.Ю. Закономерности изменений иммунореактивности работающих в контакте с хлорированными углеводородами. *Бюллетень ВШЦ СО РАМН*. 2011; 79 (3–1): 143–7.
13. Тараненко Н.А., Мешакова Н.М., Журба О.М., Тележкин В.В. К вопросу изучения химического загрязнения воздушной среды хлорорганическими углеводородами в производствах поливинилхлорида и эпихлоргидрина. *Гигиена и санитария*. 2014; 4: 47–51.
14. Мешакова Н.М., Соседова Л.М., Шаяхметов С.Ф., Лемешевская Е.П., Капустина Е.А., Дьякович М.П. и др. *Токсико-гигиенические аспекты влияния условий труда на здоровье работающих в производстве винилхлорида и поливинилхлорида: монография*. Иркутск: НЦРВХСО РАМН; 2014. 166 с.
15. Катаманова Е.В., Дьякович М.П., Кудяева И.В., Шевченко О.И., Ещина И.М., Рукавишников В.С. и др. Клинические и нейрофизиологические особенности нарушений здоровья работников в зависимости от экспозиционной нагрузки винилхлоридом. *Гигиена и санитария*. 2016; 12: 1167–71.
16. Катаманова Е.В., Ещина И.М., Кудяева И.В., Маснавиева Л.Б., Дьякович М.П. Состояние биохимических показателей в зависимости от экспозиционной нагрузки винилхлоридом. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(10): 910–14. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-910-914>.
19. Журба О.М. Оценка содержания метаболита хлорорганических поллютантов в моче работников производства поливинилхлорида. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(1): 55–60. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-55-60>.
23. Кудяева И.В., Бударина Л.А., Маснавиева Л.Б. Закономерности нарушений биохимических процессов при воздействии нейротоксических веществ различной природы. *Медицина труда и промышленная экология*. 2008; 8: 7–11.
24. Меркулов В.И. Дихлорэтан. Токсические свойства и отравления. *Токсикологический вестник*. 2001; 6: 19–22.
25. Фомин Н.В., Аликбаева Л.А., Луковникова Л.В., Сидорин Г.И., Петрова Н.Н. Гигиеническое обоснование безопасности эксплуатации предприятия по производству поливинилхлорида. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(4): 347–51. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-347-51>.
26. Тимофеева С.С., Бодиенкова Г.М. Канцерогенные риски производства винилхлорида. *XXI век. Техносферная безопасность*. 2017; 2(2): 57–67.
27. Мешакова Н.М., Лемешевская Е.П., Шаяхметов С.Ф., Журба О.М. Гигиенический мониторинг основных неблагоприятных факторов в производствах винилхлорида и поливинилхлорида в Восточной Сибири. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 10: 42–7.
28. Мешакова Н.М., Дьякович М.П., Шаяхметов С.Ф. Оценка профессионального риска у работников химических производств с учётом экспозиционной токсической нагрузки: методические рекомендации. Иркутск: Редакционно-издательский отдел Научного центра реконструктивно-восстановительной хирургии СО РАМН; 2013.
29. Захаренков В.В., Олещенко А.М., Данилов И.П. *Автоматизированная информационная система оценки профессионального риска для здоровья работников промышленных предприятий: медицинская технология*. Новокузнецк; 2013.
30. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Лагутина Г.Н., Пфаф В.Ф., Чесалин П.Н., Степанян И.В. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 8: 4–12. DOI: [10.31089/1026-9428-2018-8-4-12](https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-8-4-12).
31. Федорук А.А., Рослый О.Ф. Фтористая нагрузка как маркер развития профессионального флюороза. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; 9: 146.

32. Захаренков В.В., Колядо В.Б., Бурдейн В.А., Олещенко А.М., Вибляя И.В., Панев Н.И. и др. *Здоровье и сохранение трудового потенциала населения крупного промышленного региона: монография*. Новокузнецк; 2011: 100–7.

## References

- Results and prospects for the production of PVC. Available at: <https://packbel.by/mag/analitika/kakie-perspektivy-u-proizvoditelej-pvh>. (accessed 17 June 2019). (in Russian)
- Antonjuzhenko V.A. *Hydrocarbon nejrotoksikoz [Uglevodородный nejrotoksikoz]*. Gorky: Volgo-Vyatskoe knizhnoe izdatel'stvo; 1980. 183 p. (in Russian)
- Savchenkov M.F., Lemeshevskaya E.P., Katul'skij Y.N., Benemanskij V.V., Zhukova E.V., Pogorelova I.G. et al. Combined effects caused by chronic exposure to vinyl chloride and dichloroethane. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2001; 1: 23–6. (in Russian)
- Bodyenkova G.M. Peculiarities of immunologic reactivity neurotoxic in workers exposed to various chemicals. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2008; 8: 1–6. (in Russian)
- Kudaeva I.V., Demidova M.P., Budarina L.A., Masnavieva L.B. The state of gastro-intestinal tract organs in persons exposed to chlorinated hydrocarbons. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2009; 3: 9–12. (in Russian)
- Kudayeva I.V., Masnavieva L.B. Index state of neuromediator metabolism in rats after chronic intoxication with vinyl chloride. *Byulleten' VSNtS SO RAMN*. 2009; 1: 244–7. (in Russian)
- Sherman M. Vinyl chloride and the liver. *J Hepatol*. 2009; 51 (6): 1074–81. DOI: 10.1016/j.jhep.2009.09.012.
- Mogilenkova L.A. Evaluating health state of chemical industry workers. *[Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2010; 3: 43–8. (in Russian)
- Wang X.X., Xiao J.W., Meng H.L., Cui T., Niu K.L., Li B. Effect of vinyl chloride on reproductive and endocrine system of male rats. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2010; 28 (7): 517–20.
- Ji F., Wang W., Xia Z.L., Zheng Y.J., Qiu Y.L., Wu F. et al. Prevalence and persistence of chromosomal damage and susceptible genotypes of metabolic and DNA repair genes in Chinese vinyl chloride-exposed workers. *Carcinogenesis*. 2010; 31 (4): 648–53. DOI: 10.1093/carcin/bgq015.
- Alexeyev R.Yu. Regular variation of immunoreactive workers in contact chlorinated hydrocarbons. *Byulleten' VSNtS SO RAMN*. 2011; 79 (3–1): 143–7. (in Russian)
- Brandt-Rauf P.W., Li Y., Long C., Monaco R., Kovvali G., Marion M.J. Plastics and carcinogenesis: The example of vinyl chloride. *J Carcinog*. 2012; 11: 50–60. DOI: 10.4103/1477-3163.93700.
- Taranenko N.A., Meshchakova N.M., Zhurba O.M., Telezhkin V.V. On the problem of the study of the chemical air pollution with chlororganic hydrocarbons at productions of polyvinyl chloride and epichlorohydrin. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2014; 4: 47–51. (in Russian)
- Meshchakova N.M., Sosodova L.M., Shayakhmetov S.F., Lemeshevskaya E.P., Kapustina E.A., Dyakovich M.P. et al. *Toxic-hygienic aspects of the influence of working conditions on the health of workers in the production of vinyl chloride and polyvinyl chloride: monograph. [Tok-siko-gigienicheskie aspekty vliyaniya usloviy truda na zdorov'e rabotayushchikh v proizvodstve vinilkhlorida i polivinilkhlorida: monografiya]*. Irkutsk: NTsRVKHSO RAMN; 2014. 166 p. (in Russian)
- Katamanova E.V., Dyakovich M.P., Kudaeva I.V., Shevchenko O.I., Eshchina I.M., Rukavishnikov V.S. et al. Clinical and neurophysiological peculiarities of health disorders in workers in dependence on the vinyl chloride exposure load. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2016; 12: 1167–71. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1167-1171>. (in Russian)
- Katamanova E.V., Eshchina I.M., Kudaeva I.V., Masnavieva L.B., Dyakovich M.P. Change of some biochemical indices depending on exposure load in staff workers in contact with vinyl chloride. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2018; 97 (10): 910–14. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-910-914>. (in Russian)
- Fazeul H. Molecular modeling analysis of the metabolism of vinyl chloride. *J Pharmacol Toxicol*. 2006; 4 (1): 299–316.
- The Environmental health criteria 215. Vinyl Chloride*. Geneva: International Programme on Chemical Safety; 1999.
- Zhurba O.M. Assessment of the metabolite of chlororganic pollutants content in urine of workers of polyvinylchloride production. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2019; 98 (1): 55–60. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-55-60>. (in Russian)
- Mundt K.A., Dell L.D., Austin R.P., Luippold R.S., Noess R., Bigelow C. Historical cohort study of 10 109 men in the North American vinyl chloride industry, 1942–72: update of cancer mortality to 31 December 1995. *Occup Environ Med*. 2000; 57 (11): 774–81. DOI: 10.1136/oem.57.11.774.
- Ward E., Boffetta P., Andersen A., Colin D., Comba P., Diddens J.A. et al. Update of the follow-up of mortality and cancer incidence among European workers employed in the vinyl chloride industry. *Epidemiology*. 2001; 12 (6): 710–8.
- Zhu S.M., Ren X.F., Wan J.X., Xia Z.L. Evaluation in vinyl chloride monomer (VCM)-exposed workers and the relationship between liver lesions and gene polymorphisms of metabolic enzymes. *World J Gastroenterol*. 2005; 11 (37): 5821–7. DOI: 10.3748/wjg.v11.i37.5821.
- Kudayeva I.V., Boudarina L.A., Masnavieva L.B. Patterns of biochemical disorders under exposure to neurotoxic chemicals varying in nature. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2008; 8: 7–11. (in Russian)
- Merkulov V.I. Dichloroethane. Toxic properties and poisoning. *Toksikologicheskij vestnik*. 2001; 6: 19–22. (in Russian)
- Fomich M.V., Alikbayeva L.A., Lukovnikova L.V., Sidoren G.I., Petrova N.N. Hygienic substantiation of the safety operation of the enterprise for the production of polyvinyl chloride. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96 (4): 347–51. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-347-351>. (in Russian)
- Timofeeva S.S., Bodienkova G.M. Cancerogenic risks of vinyl chloride production. *Tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2017; 2 (2): 57–67. (in Russian)
- Meshchakova N.M., Lemeshevskaya E.P., Shayakhmetov S.F., Zhurba O.M. Hygienic monitoring of the main unfavorable factors in the production of vinylchloride and polyvinylchloride in Eastern Siberia. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2017; 10: 42–7. (in Russian)
- Meshchakova N.M., Dyakovich M.P., Shayakhmetov S.F. *Assessment of occupational take for the workers of chemical productions taking into account the display toxic loading. Methodical recommendations [Otsenka professional'nogo riska u rabotnikov khimicheskikh proizvodstv s uchotom ekspozitsionnoy toksicheskoy nagruzki: metodicheskiye rekomendatsii]*. Irkutsk: 2013. (in Russian)
- Zakharenkov V.V., Oleschenko A.M., Danilov I.P. *Automated information system for assessing occupational risks for the health of industrial workers: medical technology [Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema otsenki professional'nogo riska dlya zdorov'ya rabotnikov promyshlennykh predpriyatiy: meditsinskaya tekhnologiya]*. Novokuznetsk; 2013. (in Russian)
- Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I., Lagutina G.N., Pfaf V.F., Chesalin P.V., Stepanyan I.V. Criteria and algorithms of workrelatedness assessment of workers health disorders. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2018; 8: 4–12. DOI: 10.31089/1026-94282018-8-4-12. (in Russian)
- Fedoruk A.A., Rosly O.F. Fluoric loading as marker of development of a professional fluorosis. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2015; 9: 146. (in Russian)
- Zakharenkov V.V., Koljado V.B., Burdejn V.A., Oleshchenko A.M., Vibljaja I.V., Panev N.I. et al. *Health and the preservation of employment capacity of the population of large industrial region: monograph [Zdorov'ye i sokhraneniye trudovogo potentsiala naseleniya krupnogo promyshlennogo regiona: monografiya]*. Novokuznetsk; 2011: 100–7. (in Russian)