

Бодиевкова Г.М.<sup>1,2</sup>, Рукавишников В.С.<sup>1</sup>**НАРУШЕНИЯ ИММУНОРЕАКТИВНОСТИ КАК МАРКЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТАЮЩИХ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВИНИЛХЛОРИДА**<sup>1</sup> ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск;<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», 664074, Иркутск

Производство винилхлорида является одним из крупнейших по объёму выпускаемых органических полупродуктов мирового химического производства, потребление которых, по прогнозным оценкам, с 2015 по 2020 гг. будет расти. В настоящее время в производстве винилхлорида задействовано более 2 млн человек, риск формирования профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний для которых может быть существенным. Цель работы – оценить состояние иммунореактивности организма работников различных профессиональных и стажевых групп в современном производстве винилхлорида для обоснования информативных иммунологических критериев профессионального риска здоровью. Проведено лабораторно-иммунологическое обследование 77 мужчин, работающих в производстве винилхлорида. В работе рассмотрены закономерности формирования компенсаторно-приспособительных реакций иммунного ответа у работающих в производстве винилхлорида в зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия неблагоприятных производственных факторов. Установлен более выраженный дисбаланс в иммунной системе стажированных (10 и более лет) рабочих основных профессий (аппаратчиков, слесарей-ремонтников), характеризующийся снижением IL-2, IL-4, IgM и возрастанием продукции IL-8, INF- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ . У инженерно-технического персонала, испытывающего меньшую нагрузку токсикантами, показано компенсаторное усиление продукции IL-1 $\beta$  и снижение IgA, а также однонаправленные, но менее выраженные изменения в содержании IL-8, INF- $\gamma$ . Прослежена связь между развитием нарушений в иммунной системе работников различных профессиональных групп и уровнем профессионального риска для этих специальностей. Обоснованы информативные иммунологические показатели для раннего выявления функциональных нарушений иммунной регуляции, лежащих в основе формирования различных заболеваний, и являются необходимыми для своевременного применения эффективных программ профилактики. Таким образом, состояние иммунореактивности организма отражает уровень адаптационного потенциала работников различных профессиональных и стажевых групп и может являться интегральной оценкой риска нарушений профессионального здоровья. Внедрение методов иммунодиагностики позволит прогнозировать и выявлять заболевания на ранних стадиях его развития, что может оптимизировать резистентность организма работающих в производстве винилхлорида и снизить заболеваемость.

Ключевые слова: иммунореактивность; рабочие; производство винилхлорида; профессиональный риск.

**Для цитирования:** Бодиевкова Г.М., Рукавишников В.С. Нарушения иммунореактивности как маркер профессионального риска здоровью работающих в производстве винилхлорида. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(9): 840-843. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-840-843>

**Для корреспонденции:** Бодиевкова Галина Михайловна, доктор мед. наук, профессор, заведующая лабораторией иммуно-биохимических и молекулярно-генетических исследований ФГБНУ ВСИМЭИ; профессор кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». E-mail: [immun11@yandex.ru](mailto:immun11@yandex.ru).

Bodienkova G.M.<sup>1,2</sup>, Rukavishnikov V.S.<sup>1</sup>**DISORDERS OF THE IMMUNOREACTIVITY AS A MARKER OF PROFESSIONAL RISK TO THE HEALTH OF WORKERS IN THE PRODUCTION OF VINYL CHLORIDE**<sup>1</sup> East-Siberian Institution of Mediko-Ecological Researches, Angarsk, 665827, Russian Federation;<sup>2</sup> Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, 664074, Russian Federation

Production of vinyl chloride (VC) is one of the largest world production of volume organic chemical intermediates, consumption of which, according to estimates from 2015 to 2020 will grow. Currently, the VC production involving more than 2 million people, the risk of formation of occupational and industrial-caused diseases might be significant. The purpose of this study was to evaluate the status of the immune reactivity of the organism of workers of different professional and experienced groups in the modern VC production to justify informative immunological criteria of the occupational health risk. There were performed the laboratory and immunological study of 77 men working in the VC production. The paper considers the regularities of formation of compensatory-adaptive immune responses in working in the VC production depending on the intensity and duration of exposure to adverse production factors. There is a more pronounced imbalance in the immune system workers of the main occupations (operatives, technicians) with long (10 or more years) experience. It characterized by a decrease in IL-2, IL-4, IgM and increased the production of IL-8, INF- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ . The engineering staff experiencing less stress by toxicants, showed the compensatorily increased production of IL-1 $\beta$  and decrease of IgA and also unidirectional, but less pronounced changes in the content of IL-8, INF- $\gamma$ . There is the relationship between the development of disorders in the immune system of workers in various occupational groups and the level of occupational risk for these specialties. Substantiated informative immunological parameters for the early detection of functional disorders of immune regulation underlying the formation of various diseases are necessary for the timely implementation of effective prevention programmes. Thus, the state of the immune reactivity of the body reflects the level of the adaptation potential of employees of various professions and experienced

groups and may be an integrated assessment of the risk of violations of occupational health. The implementation of methods of immunodiagnosics will as predict and identify the disease at the early stages of its development that can optimize the resistance of the organism involved in the VC production as reducing the incidence.

**Key words:** immunoreactivity; workers; production of vinyl chloride; professional risk.

**For citation:** Bodienkova G.M., Rukavishnikov V.S. Disorders of the immunoreactivity as a marker of professional risk to the health of workers in the production of vinyl chloride. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(9): 840-843. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-840-843>

**For correspondence:** Galina M. Bodienkova, MD, Ph.D., DSci., professor, head of the laboratory of immuno-biochemical and molecular genetic studies, East-Siberian Institution of Mediko-Ecological Researches, Angarsk, 665827, Russian Federation; Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, 664074, Russian Federation. E-mail: [immun11@yandex.ru](mailto:immun11@yandex.ru).

**Information about authors:**

Bodienkova G.M. <http://orcid.org/0000-0003-0428-3063>; Rukavishnikov V. S. <http://orcid.org/0000-0003-2536-1550>

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

*Acknowledgment.* The study had no sponsorship.

Received: 13 April 2017

Accepted: 24 April 2018

Предприятия по производству винилхлорида (ВХ) востребованы как в России, так и во всём мире. На сегодняшний день ВХ является одним из крупнейших по объёму органических полупродуктов мирового химического производства. По прогнозным оценкам компании IHS, потребление ВХ с 2015 по 2020 гг. будет расти в размере 4,2% в год [1]. По оценке международных специалистов, в настоящее время в производстве ВХ задействовано 2,2 млн человек. Условия труда рабочих основных профессий в производстве ВХ, в ряде случаев, не соответствуют гигиеническим нормативам [2]. В связи с чем при длительном воздействии факторов производственной среды риск формирования профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний может быть существенным. Профессиональное здоровье во многом зависит от функциональных резервов организма работников, чья деятельность протекает в условиях воздействия комплекса производственных, экологических, социально-экономических и других факторов. Одной из причин нарушений здоровья является снижение иммунной реактивности организма [3]. Показатели иммунной системы, чрезвычайно тонко реагируя на воздействия внешней и внутренней среды, являются объективными показателями функционального состояния организма и отражают скрыто протекающие адаптационные или патологические процессы. В настоящее время представляется актуальной оценка риска здоровью работников различных профессиональных и стажевых групп. В связи с чем оценка степени выраженности нарушений в иммунной системе является чрезвычайно важной для прогнозирования и раннего выявления нарушений здоровья.

Цель работы – оценить состояние иммунореактивности организма работников различных профессиональных и стажевых групп в современном производстве ВХ для обоснования информативных иммунологических критериев профессионального риска здоровью.

## Материал и методы

Проведено лабораторно-иммунологическое обследование 77 мужчин, работающих в производстве ВХ в контакте с ВХ и дихлорэтаном (ДХЭ). В их числе – 53 «практически здоровых» работника со стажем работы  $12,2 \pm 0,7$  года, средним возрастом  $36,9 \pm 1,2$  года и 24 работника с начальными проявлениями нейроинтоксикации ВХ, выявленными в ходе углублённого нейрофизиологического обследования врачами клиники института и характеризующимися астеническим (эмоционально-лабильным) расстройством с вегетативной дисфункцией. Стаж работы этих 24 работников составил  $18,3 \pm 1,2$  года, возраст –

$47,3 \pm 1,9$  года. Контрольную группу условно здоровых мужчин в количестве 47 человек составили лица репрезентативного возраста и общего трудового стажа, не имеющие в профессиональном маршруте контакта с вредными веществами. Исследования выполнены с информированного согласия пациентов и соответствуют этическим нормам Хельсинкской декларации (2000 г.) и Приказу Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 г.

Концентрации иммуноглобулинов (IgA, IgM, IgG, IgE), цитокинов: IL-1 $\beta$ , IL-2, IL-4, IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$ , INF- $\alpha$ , INF- $\gamma$  в сыворотке крови определяли методом твердофазного иммуноферментного анализа, с использованием тест-систем производства «Вектор-Бест» (г. Новосибирск). Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0 в среде Windows. Достоверность различий оценивали с использованием параметрических и непараметрических критериев Стьюдента (при нормальном распределении) и Манна – Уитни с учётом поправки Бонферрони (при отличающемся от нормального распределения).

## Результаты

Априорный профессиональный риск здоровью работающих в производстве ВХ обусловлен воздействием преимущественно ВХ, 1,2 ДХЭ. В настоящем исследовании основное внимание уделено изучению нарушений функционирования иммунной системы как одного из возможных факторов риска развития профессиональных нарушений здоровья работающих в производстве ВХ. Так, опираясь на многочисленные факты, свидетельствующие о взаимосвязи путей поступления, продолжительности работы и иммунного ответа [4, 5], мы сочли необходимым сравнить выраженность изменений показателей, характеризующих состояние иммунной реактивности, у работников различных производственно-профессиональных групп. Известно, что изменения показателей иммунного ответа могут иметь как приспособительный характер, так и являться отражением произошедших патологических сдвигов, ведущих к развитию различных заболеваний, в том числе профессиональных. Причём изменения адаптационного характера, как правило, характерны для большинства лиц, работающих в неблагоприятных условиях, поэтому патологические изменения отличаются от общей групповой тенденции [6, 7].

Как следует из данных, представленных в таблице, у инженерно-технического персонала, испытывающего меньшую нагрузку токсикантами по сравнению с рабочими основных профессий установлено компенсаторное возрастание провоспалительного IL-1 $\beta$ .

Показатели иммунитета у работающих в производстве ВХ в различных профессиональных группах,  $M \pm m$ 

Показатель	Контрольная группа (n = 47)	Аппаратчики (n = 41)	Слесари-ремонтники (n = 24)	ИТР (n = 12)
IL-1 $\beta$ , пг/мл	1,15 $\pm$ 0,4 0,01 (0,01–1,17)	0,77 $\pm$ 0,24* 0,1 (0,1–0,1)	1,01 $\pm$ 0,89* 0,1 (0,1–0,1)	4,20 $\pm$ 4,1* 0,1 (0,1–0,1)
IL-2, пг/мл	16,6 $\pm$ 2,5 12,3 (9,5–14,9)	2,6 $\pm$ 0,9* 0,36 (0,2–1,74)	3,0 $\pm$ 1,6* 0,2 (0,2–1,28)	4,5 $\pm$ 1,7* 1,0(0,2–11,0)
IL-4, пг/мл	10,0 $\pm$ 3,0 0,10 (0,1–8,8)	4,2 $\pm$ 1,3* 0,6 (0,01–2,0)	5,8 $\pm$ 1,8* 0,2 (0,01–15,8)	4,0 $\pm$ 2,4* 0,33 (0,01–1,6)
IL-6, пг/мл	1,68 $\pm$ 0,4 1,0 (0,01–2,5)	13,8 $\pm$ 6,3* 0,1 (0,01–3,5)	7,9 $\pm$ 4,8 1,4 (0,01–4,9)	1,4 $\pm$ 0,6 0,01 (0,01–3,9)
IL-8, пг/мл	3,01 $\pm$ 0,5 2,8 (1,8–3,15)	54,7 $\pm$ 13,6* 13,9 (5,2–45,8,0)	48,6 $\pm$ 15,5* 15,4 (5,4–47,7)	16,8 $\pm$ 4,7* 13,7 (5,1–21,9)
INF- $\gamma$ , пг/мл	4,79 $\pm$ 2,3 0,2 (0,2–0,2)	4,3 $\pm$ 1,4* 0,01 (0,01–4,4)	8,1 $\pm$ 2,4* 2,9 (0,01–35,2)	7,2 $\pm$ 3,2* 0,4 (0,01–16,2)
INF- $\alpha$ , пг/мл	2,9 $\pm$ 1,4 0,6 (0,01–6,5)	12,0 $\pm$ 2,4* 8,4 (2,7–25,1)	13,1 $\pm$ 2,8* 8,5 (3,5–25,2)	12,3 $\pm$ 5,6 5,2 (3,9–28,4)
TNF- $\alpha$ , пг/мл	2,45 $\pm$ 0,7 0,89 (0,12–2,4)	14,1 $\pm$ 7,4* 0,01 (0,01–5,0)	22,6 $\pm$ 12,0* 0,01 (0,01–9,0)	1,7 $\pm$ 1,4 0,01 (0,01–0,1)
IgA, мг/мл	2,07 $\pm$ 0,12 1,90 (1,3–4,2)	1,94 $\pm$ 0,14 1,65 (1,4–2,34)	1,56 $\pm$ 0,13* 1,45 (1,19–2,21)	1,57 $\pm$ 0,25* 1,34 (0,95–1,81)
IgM, мг/мл	2,03 $\pm$ 0,12 1,40 (1,02–3,2)	1,06 $\pm$ 0,12* 0,81 (0,60–1,4)	0,82 $\pm$ 0,09* 0,75 (0,56–1,0)	1,35 $\pm$ 0,28 0,88 (0,70–1,84)
IgG, мг/мл	10,6 $\pm$ 0,3 12,9 (9,6–21,2)	34,5 $\pm$ 12,1 10,1 (7,8–24,3)	17,4 $\pm$ 6,8 9,9 (7,9–11,7)	35,1 $\pm$ 23,8 12,5 (5,2–18,7)
IgE, МЕ/мл	60,2 $\pm$ 10,3 53,0 (17–86,9)	128,4 $\pm$ 23,7 69,1 (33,2–172,5)	111,2 $\pm$ 33,1 45,7 (21,6–115,7)	77,6 $\pm$ 23,3 25,2 (12,3–160,9)

Примечание. \* – различия по сравнению с контрольной группой статистически значимы при  $p < 0,05$ .

Учитывая, что сывороточные концентрации IL-1 варьируют в зависимости от стадии течения патологического процесса и влияют на его исход [8], закономерным является тот факт, что у аппаратчиков и слесарей-ремонтников, испытывающих большую нагрузку токсикантами, выявлено его выраженное снижение. Кроме того, во всех обследованных группах рабочих выявлено снижение уровней IL-2, что может служить фактором риска в отношении развития аутоиммунных реакций в организме [9], а также противовоспалительного IL-4. Что касается IL-6, то усиление его продукции наблюдается у аппаратчиков и тенденция к его возрастанию у слесарей-ремонтников. В данном случае необходимо учесть, что чрезмерная активность периферического пула цитокинов может предопределять риск развития различных заболеваний.

Особого внимания в этом плане заслуживает факт достоверного повышения самого раннего провоспалительного IL-8 более чем в 16 раз у аппаратчиков, слесарей-ремонтников по сравнению с контрольной группой и в 5 раз – у ИТР. Повышение уровня IL-8 в сыворотке крови свидетельствует о системной активации нейтрофилов и эндотелиоцитов, что на определенном этапе благоприятно влияет на течение воспалительных процессов и выведение антигенов. Кроме того, у аппаратчиков и слесарей-ремонтников наблюдалось чрезмерное усиление продукции TNF- $\alpha$  по сравнению с ИТР и контролем, что может свидетельствовать о напряжении компенсаторно-защитных реакций организма.

При изучении интерферонового статуса в зависимости от профессиональной принадлежности установлено снижение концентрации INF- $\gamma$  у аппаратчиков и увеличение у слесарей-ремонтников и ИТР. Что касается INF- $\alpha$ ,

то выявлено повышение его уровня во всех обследованных группах в 4 и более раза. Учитывая, что интерфероны играют ключевую роль в локальной и системной противовирусной защите, то низкие концентрации INF- $\alpha$  указывают на снижение клетками иммунной системы их продукции и, как следствие, снижение адекватной противовирусной защиты.

Анализ изменений уровней иммуноглобулинов показал выраженное снижение IgM у аппаратчиков и слесарей-ремонтников, и не изменялся статистически значимо в группе ИТР. IgM синтезируется одним из первых иммуноглобулинов в ответ на попадание в организм сложных по антигенному составу чужеродных веществ. Не исключено, что снижение IgM у рабочих обусловлено иммунодепрессивным действием ВХ и ДХЭ на отдельные клетки иммунной системы.

Для выявления выраженности изменений иммунореактивности организма в зависимости от продолжительности воздействия токсикантов, работающие были разделены на 3 стажевые группы: I группа – 5–9 лет; II группа – 10–14 лет; III группа – 15 и более лет. В результате исследований выявлено снижение IgA до 1,58  $\pm$  0,1 мг/мл (в контроле 2,07  $\pm$  0,12 мг/мл) и IgM до 0,96  $\pm$  0,1 мг/мл в I стажевой группе. С увеличением стажа работы (10–14 лет) происходит незначительное повышение IgA до 1,70  $\pm$  0,14 мг/мл, но значения указанного показателя оставались ниже, чем в группе контроля. Также наблюдается более выраженное снижение IgM до 0,84  $\pm$  0,09 мг/мл у высокостажированных работающих относительно контроля. Учитывая, что пары ВХ, поступаая в организм ингаляционным путём, действуют на эпителий дыхательной системы, можно предположить, что снижение IgA в сыворотке крови обусловлено его компенсаторным накоплением в слизистых оболочках. Повышение концентрации IgG до 22,4  $\pm$  12,0 мг/мл (в контроле 10,6  $\pm$  0,3 мг/мл;  $p < 0,05$ ) у лиц со стажем 10–14 лет может свидетельствовать о высокой антигенной нагрузке и напряжении компенсаторно-приспособительных реакций организма обследованных.

Что касается изменений цитокинового профиля в зависимости от продолжительности воздействия, то у рабочих со стажем 5–9 лет наблюдается компенсаторное возрастание уровня IL-1 $\beta$  до 3,2  $\pm$  2,0 пг/мл (в контрольной группе – 1,15  $\pm$  0,4 пг/мл), тогда как во II стажевой группе происходит его снижение до 0,4  $\pm$  0,2 пг/мл относительно контрольной группы. Во всех стажевых группах отмечено снижение продукции IL-2 и значительное повышение IL-8 и TNF- $\alpha$ . У работающих со стажем 10–14 лет установлено снижение IL-6 до 6,2  $\pm$  3,9 пг/мл по сравнению с менее стажированными работающими (5–9 лет), у которых указанный показатель составил 16,5  $\pm$  9,6 пг/мл.

Следует отметить более выраженное снижение противовоспалительного IL-4 до 1,5  $\pm$  0,9 пг/мл во II стажевой группе (10–14 лет) относительно работающих со стажем 5–9 лет и контрольной группы. В свою очередь, у высокостажированных работающих наблюдается повышение IL-4 до 7,2  $\pm$  1,8 пг/мл относительно II стажевой группы, но остающегося ниже, чем в группе контроля.

Изменения в интерфероновом статусе обследованных рабочих характеризовались нарастанием продукции INF- $\alpha$ , который достиг максимальных уровней у высокостажированных работающих  $15,4 \pm 2,8$  пг/мл (в контрольной группе  $2,9 \pm 1,4$  пг/мл). Тогда как сывороточная концентрация INF- $\gamma$  у работающих со стажем 10–14 лет снижалась до  $1,6 \pm 0,7$  пг/мл относительно менее стажированных работающих ( $8,1 \pm 2,2$  пг/мл) и контрольной группы ( $4,79 \pm 2,3$  пг/мл). При этом у работающих со стажем 15 и более лет выявлено возрастание до  $7,7 \pm 2,3$  пг/мл относительно II стажевой группы и контрольной. Наблюдаемое снижение INF- $\gamma$  у работающих со стажем 10–14 лет на фоне усугубления дисбаланса цитокинов может способствовать иммуносупрессии.

### Обсуждение

Ведущим фактором неблагоприятного воздействия внешней среды можно считать профессиональную деятельность человека в условиях производства. При этом длительность (стаж работы) и интенсивность воздействия неблагоприятных факторов производственной среды можно считать факторами риска формирования профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний. Об этом свидетельствуют изменения в иммунной системе различной степени выраженности у работающих в производстве ВХ в зависимости от их профессиональной принадлежности. Наиболее выражены изменения иммунологических показателей у работников основных профессий (аппаратчиков, слесарей-ремонтников), характеризующиеся дисбалансом цитокинов за счёт снижения сывороточных концентраций IL-2, IL-4, а возрастания IL-8, TNF- $\alpha$ , INF- $\alpha$  и иммуноглобулинов – за счёт снижения IgM. В зависимости от стажа работы в неблагоприятных условиях труда установленные особенности нарушений иммунореактивности характеризовались снижением продукции IgM, IL-2 и возрастанием INF- $\alpha$  у высокостажированных работников (15 и более лет), а также снижением IL-4 и INF- $\gamma$  у рабочих со стажем 10–14 лет. Результаты наших исследований подтверждаются выполненной ранее комплексной оценкой профессиональных рисков для работников различных профессиональных групп [10], свидетельствующей о том, что уровень профессионального риска для аппаратчиков и слесарей-ремонтников характеризуется как средний, а для ИТР – низкий, что согласуется с условиями труда этих специалистов. Полученные данные подтверждаются и исследованиями Н.М. Мешаковой с соавт. [11], которые при оценке рисков основных общепатологических синдромов показали, что аппаратчики и слесари-ремонтники отнесены в группу среднего риска, а ИТР – низкого. Представленные исследования позволяют обосновать профессиональные и стажевые группы риска, а также информативные иммунологические показатели профессионального риска здоровью работающих в производстве ВХ. Раннее выявление нарушений в иммунной системе и своевременное применение эффективных программ профилактики может оптимизировать резистентность организма к неблагоприятным факторам производственной среды.

### Заключение

Таким образом, состояние иммунореактивности организма отражает уровень адаптационного потенциала работников различных профессиональных и стажевых групп и может являться интегральной оценкой риска нарушений профессионального здоровья. Внедрение методов иммунодиагностики как необходимых для выбора приоритетных и эффективных мер профилактики позво-

лит прогнозировать развитие заболеваний при хроническом воздействии ВХ и его производных на организм работников.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература (пп. 5, 7 см. References)

- [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Винилхлорид> (дата обращения: 28.04.2012)
- Мешакова Н.М., Соседова Л.М., Шаяхметов С.Ф. *Токсико-гигиенические аспекты влияния условий труда на здоровье работающих в производстве винилхлорида и поливинилхлорида: монография*. Иркутск: НЦРВХ СО РАМН; 2014. 166 с.
- Бодиева Г.М., Колесникова Л.И., Тимофеева С.С. *Иммунореактивность населения и качество окружающей среды Прибайкалья: монография*. Иркутск: Изд-во ИргТУ; 2006. 222 с.
- Кундиев Ю.И. и др. Зависимость изменения иммунных и биохимических механизмов поддержания гомеостаза от материальной кумуляции свинца в организме (экспериментальное исследование). *Медицина труда и промышленная экология*. 2001; № 5: 11–17.
- Кацнельсон В.А. и др. Биологическая профилактика интоксикации неорганическими веществами. *Медицина труда и промышленная экология*. 2004; 9: 19–23.
- Бодиева Г.М., Алексеев Р.Ю. Аутоантитела к нейрональным антигенам, как критерий ранней диагностики нейротоксикации у работающих в химических производствах. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2014; 59(11): 42–45.
- Рождественский Л.М. Цитокины и вопросы экстренной/ранней терапии лучевых поражений человека. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2007; 1 (19): 46–53.
- Старчукова И.В., Тимофеева С.С., Бодиева Г.М. Оценка профессиональных рисков при производстве винилхлорида. *Вестник Иркутского государственного университета*. Иркутск: Изд-во ИргТУ. 2014; 88-92.
- Мешаковой Н.М., Дьякович М.П., Шаяхметов С.Ф. Системная оценка рисков нарушения здоровья у работников современного химического производства с учетом экспозиционной химической нагрузки. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014; 12: 96–100.

### References

- Available at: URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Винилхлорид> (accessed 28 April 2012).
- Meshchakova N.M., Sosodova L.M., Shayakhmetov S.F. eds. *Toxicohygienic aspects of the influence of working conditions on the health of workers in the production of vinyl chloride and polyvinylchloride: monograph*. [Toksiko-gigienicheskie aspekty vliyaniya usloviy truda na zdorov'e rabotayushchikh v proizvodstve vinilkhlorida i polivinilkhlorida: monografiya]. Irkutsk: NTSRVKh SO RAMN; 2014. 166. (in Russian)
- Bodienkova G.M., Kolesnikova L.I., Timofeeva S.S. *Immunoreactivity of the population and environmental quality of the Baikal region: monograph*. [Immunoreaktivnost' naseleniya i kachestvo okruzhayushchey sredy Priбайkal'ya: monografiya]. Irkutsk: Izd-vo IrGTU; 2006. 222. (in Russian)
- Kundiev Yu.I. i dr. Dependence of changes in immune and biochemical mechanisms of maintaining homeostasis on the material cumulation of lead in the body (experimental study). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2001; № 5: 11–17. (in Russian)
- Blanche S., Tovo P. European epidemiology. *J. Pediatric Pract.* 1999; 37(2): 13–23.
- Katsnel'son V.A. i dr. Biological prevention of intoxication with inorganic substances. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2004; 9: 19–23. (in Russian)
- Alekseev R.Yu., Bodienkova G.M., Boklazhenko E.V., Kurchevko S. Inflammation mediators in employees in chronic exposure to neurotoxins. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2014; 27(4): 619–626.
- Bodienkova G.M., Alekseev R.Yu. Autoantibodies to neuronal antigens, as a criterion for early diagnosis of neurointoxication in workers in chemical industries. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2014; 59(11): 42–45. (in Russian)
- Rozhdestvenskiy L.M. Cytokines and questions of emergency / early therapy of human radiation injuries. *Meditsina ekstremal'nykh situatsiy*. 2007; 1 (19): 46–53. (in Russian)
- Starchukova I.V., Timofeeva S.S., Bodienkova G.M. Assessment of occupational risks in the production of vinyl chloride. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta*. Irkutsk: Izd-vo IrGTU. 2014; 88-92. (in Russian)
- Meshchakovoy N.M., D'yakovich M.P., Shayakhmetov S.F. Systematic assessment of the health risks of workers in modern chemical production taking into account the exposition chemical load. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2014; 12: 96–100. (in Russian)

Поступила 13.04.2017

Принята к печати 24.04.2018