

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-12-822-827>

УДК 613.62:662.616.2

© Коллектив авторов, 2021

Нурисламова Т.В.<sup>1,2</sup>, Уланова Т.С.<sup>1</sup>, Мальцева О.А.<sup>1</sup>, Чинько Т.В.<sup>1</sup>**Оценка содержания ароматических углеводородов (бензол и его гомологи) в крови работников нефтегазоперерабатывающей промышленности**<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ул. Монастырская 82, г. Пермь, Россия, 614045;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Комсомольский пр-т, 29, Пермь, Россия, 614990

Нефтяной и газовый сектор — это важнейшая часть технико-экономического комплекса Российской Федерации. Наиболее существенным по гигиенической значимости в производствах нефтегазоперерабатывающей промышленности является химический фактор, представленный сложным комплексом вредных веществ 1–4 класса опасности с различным характером воздействия на организм.

Цель исследования — оценка содержания бензола и его гомологов в крови работников нефтегазоперерабатывающей промышленности, обусловленной производственной экспозицией химических факторов в течение 5 и более 20 лет.

Проведены исследования образцов цельной крови 380 работников нефтегазоперерабатывающей промышленности: основные группы профессий (группа наблюдения,  $n=290$ ) и для сравнения выбрана группа работников, занятых в технологическом процессе (группа сравнения,  $n=90$ ).

В период обследования было установлено, что с увеличением стажа работы в отрасли до 10 лет среднegrupповое содержание толуола, о-ксилола и п,-м-ксилола в крови рабочих основных групп профессий увеличивалось с 0,00075 мкг/см<sup>3</sup>, 0,00028 мкг/см<sup>3</sup> и 0,00006 мкг/см<sup>3</sup> соответственно до 0,00083 мкг/см<sup>3</sup>, 0,00039 мкг/см<sup>3</sup> и 0,00013 мкг/см<sup>3</sup> со стажем работы в отрасли более 20 лет.

Выполненными исследованиями показано, что у работающих в отрасли в контакте с аренами от 5 и более 20 лет происходит увеличение содержания циклических органических соединений в крови до 2 раз, с увеличением процента образцов крови у работников основных профессий с содержанием толуола, о-ксилола и п,-м-ксилола до 83%, 26% и 13% соответственно.

Это положение подтверждено установленными линейными связями и показателями корреляционной зависимости между содержанием бензола и о-ксилола в крови рабочих основных профессий и стажем работы. Установлено, что риску возникновения профессиональных заболеваний ( $R^2=0,82$ ) подвержены работники, взаимодействующие с факторами риска более 20 лет.

Выполненными исследованиями доказано, что при стаже работы более 20 лет концентрация ароматических углеводородов в крови работающих в 1,5–2 раза выше относительно группы рабочих, не занятых в технологическом процессе. На основании экспериментальных исследований установлена корреляционная связь между уровнем ароматических углеводородов (1–3 класс опасности с однонаправленным характером действия на организм) в крови и стажем работы в отрасли. Совершенно очевидна необходимость внедрения на производстве биомониторинга, позволяющего оценить комплексное поступление веществ в организм работающих.

**Этика.** При проведении исследования авторы руководствовались этическими принципами проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта, изложенными в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации последнего пересмотра и получили информированное добровольное согласие от каждого работника на участие в обследовании.

**Ключевые слова:** газохроматографический анализ; биологические среды; ароматические углеводороды (арины); кровь; скрининговые исследования

**Для цитирования:** Нурисламова Т.В., Уланова Т.С., Мальцева О.А., Чинько Т.В. Оценка содержания ароматических углеводородов (бензол и его гомологи) в крови работников нефтегазоперерабатывающей промышленности. *Мед. труда и пром. ecol.* 2021; 61(12): 822-827. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-12-822-827>

**Для корреспонденции:** Нурисламова Татьяна Валентиновна, зам. зав. отделом химико-аналитических методов исследований ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», д-р биол. наук. E-mail: [nurtat@fcrisk.ru](mailto:nurtat@fcrisk.ru)

**Участие авторов:**

Уланова Т.С. — концепция исследования, редактирование;

Нурисламова Т.В. — актуальность, заключение;

Мальцева О.А. — сбор, обработка материала, статистическая обработка материала;

Чинько Т.В. — сбор и обработка материала.

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

Дата поступления: 30.11.2021 / Дата принятия к печати: 01.12.2021 / Дата публикации: 25.12.2021

Tatiana V. Nurislamova<sup>1,2</sup>, Tatyana S. Ulanova<sup>1</sup>, Olga A. Mal'tseva<sup>1</sup>, Tatyana V. Chinko<sup>1</sup>**Assessment of occupational intoxication with aromatic hydrocarbons of the blood of oil and gas industry workers in modern conditions**

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

<sup>2</sup>Perm National Research Polytechnic University, 29, Komsomolskiy Ave, Perm, Russia, 614990

The oil and gas sector is an essential part of the technical and economic complex of the Russian Federation. The most significant hygienic significance in the oil and gas processing industry is the chemical factor, represented by a complicated complex of harmful substances of hazard class 1–4 with different effects on the body.

The study aims to assess the content of benzene and its homologs in the blood of workers of the oil and gas processing industry due to the industrial exposure of chemical factors for five and more than 20 years.

**Materials and methods.** Researchers carried out whole blood samples of 380 oil and gas processing industry workers. They selected two groups for comparison: the main groups of professions (observation group, n=290) and workers not employed in the technological process (comparison group, n=90).

During the survey, the scientists have found that with an increase in work experience in the industry up to 10 years, the average group content of toluene, o-xylene, and p,m-xylene in the blood of workers of the main groups of professions increased from 0.00075 mcg/cm<sup>3</sup>, 0.00028 mcg/cm<sup>3</sup>, and 0.00006 mcg/cm<sup>3</sup>, respectively, to 0.00083 mcg/cm<sup>3</sup>, 0.00039 mcg/cm<sup>3</sup> and 0.00013 mcg/cm<sup>3</sup> with more than 20 years of experience in the industry. Those working in the industry in contact with arenas for five and more than 20 years have an increase in the content of cyclic organic compounds in the blood up to 2 times, with an increase in the percentage of blood samples from workers of the primary professions with the content of toluene, o-xylene, and p,m-xylene up to 83%, 26%, and 13%, respectively.

This position confirms the established linear relationships and indicators of the correlation between the content of benzene and o-xylene in the blood of workers of the leading professions and work experience. Workers interacting with risk factors for more than 20 years may get occupational diseases (R<sup>2</sup>=0.82).

With a work experience of more than 20 years, the concentration of aromatic hydrocarbons in workers' blood is 1.5–2 times higher relative to the group of workers not engaged in the technological process. Under experimental studies, we established a correlation between the level of aromatic hydrocarbons (hazard class 1–3 with unidirectional effects on the body) in the blood and work experience in the industry.

It is pretty apparent the need to introduce biomonitoring in production to assess the complex intake of substances into the body of workers.

**Ethics.** When conducting the study, the authors were guided by the Ethical principles of conducting medical research with human participants as a subject, set out in the Helsinki Declaration of the World Medical Association of the last revision, and received informed voluntary consent from each employee to participate in the survey.

**Keywords:** gas chromatographic analysis; biological media; aromatic hydrocarbons (arins); blood; screening studies

**For citation:** Nurislamova T.V., Ulanova T.S., Mal'tseva O.A., Chinko T.V. Assessment of occupational intoxication with aromatic hydrocarbons of the blood of oil and gas industry workers in modern conditions. *Med. truda i prom. ekol.* 2021; 61(12): 822–827. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-12-822-827> (in Russian)

**For correspondence:** Tatiana V. Nurislamova, Dr. of Sci. (Biol.), Deputy head, department of Chemical and Analytical Research Methods of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management. E-mail: nurtat@fcrisk.ru

**Contribution:**

Ulanova T.S. — research concept, editing;

Nurislamova T.V. — relevance, conclusion;

Mal'tseva O.A. — collection, processing of material, statistical processing of the material;

Chinko T.V. — collection and processing of the material.

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

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

*Received:* 30.11.2021 / *Accepted:* 01.12.2021 / *Published:* 25.12.2021

Нефтяной и газовый сектор — это важнейшая часть технико-экономического комплекса Российской Федерации. На современном этапе в условиях нефтегазоперерабатывающих производств характерно сочетанное действие вредных производственных факторов (химический, шум, тяжесть и напряжённость трудового процесса, неблагоприятный микроклимат). Наиболее существенным по гигиенической значимости в производствах нефтегазоперерабатывающей промышленности является химический фактор, представленный сложным комплексом вредных веществ 1–4 класса опасности с различным характером воздействия на организм [1].

Ведущим производственным химическим фактором в нефтегазоперерабатывающей отрасли является загрязнение воздуха рабочей зоны ароматическими углеводородами. Бензол и его гомологи — это полиморфные яды, вызывающие преимущественно поражение костного мозга и нервной системы [2].

Интенсивность воздействия химических производственных факторов на рабочих основных групп профессий может приводить к росту производственно-обусловленной патологии [3]. По данным Федеральной службы

Роспотребнадзора показатели профессиональной заболеваемости в отрасли нефтегазоперерабатывающей промышленности составляют от 1,9 до 3 на 10 тысяч работающих [4, 5]. При стаже работы в нефтегазоперерабатывающей промышленности более 20 лет увеличивается число случаев профессиональных заболеваний до 45,5% [6, 7].

Нефтегазоперерабатывающая отрасль Западного Урала является одной из ведущих отраслей социально-экономического развития страны. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики в отрасли числится 14,7 тыс. человек, половина из которых работают во вредных условиях труда [8, 9, 10].

В Российской Федерации на производстве используется контроль содержания химических соединений в воздухе рабочей зоны, т. е. химический мониторинг. Вместе с тем содержание химических веществ в воздухе рабочей зоны не даёт конечного представления о количестве токсического соединения, фактически поглощённого организмом [11, 12].

В настоящее время в европейских странах Германия, Франция и США широко внедряются различные методы биомониторинга. Для оценки уровня содержания

химических токсикантов в биосредах (кровь, моча) работающего населения используются количественные показатели — биологические индексы экспозиции (БИЭ, *Biological Exposure Indices — BEI*) [13].

В Российской Федерации биомониторинг, как система оценки потенциальной опасности действия токсиканта (промышленного яда) для здоровья работающего населения, не имеет должного применения, т. к. при множестве регламентированных веществ для воздуха рабочей зоны (более 2500 регламентов) БИЭ определены не для всех соединений. Трудности в обосновании индексов экспозиции связаны с недостатком информации о путях поступления промышленных ядов в организм человека, его распределении, накоплении в органах-мишенях, недостаточно изучен процесс метаболизма и выведения химических соединений из организма. При оценке опасности действия химических соединений также необходимо учитывать возможность «фонового» содержания токсикантов и их метаболитов, которые могут обнаруживаться в биосредах и у лиц, никогда не подвергавшихся профессиональному воздействию регламентируемых химических соединений [14].

Проблемы современной нефтегазоперерабатывающей отрасли определили актуальность и послужили основанием для постановки цели исследований.

Цель исследования — оценка содержания бензола и его гомологов в крови работников нефтегазоперерабатывающей промышленности, обусловленной производственной экспозицией химических факторов в течение 5 и более 20 лет.

Проведены исследования образцов цельной крови 380 работников нефтегазоперерабатывающей промышленности: основные группы профессий (группа наблюдения,  $n=290$ ) и для сравнения выбрана группа работников, не занятых в технологическом процессе (группа сравнения,  $n=90$ ), в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 1983 г. [15, 16].

Для исследования образцов цельной крови рабочих нефтегазоперерабатывающей промышленности использовали современный инструментальный метод анализа газовой хроматографии (газовый хроматограф «Кристалл-5000») в соответствии с МУК 4.1.765-99 [17].

В период обследования воздуха рабочей зоны производственных помещений при стабильном течении технологического процесса концентрации ароматических

углеводородов в воздухе производственной среды не превышали гигиенические нормативы и изменялись в диапазоне бензол 0,003–0,013 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>п.з.</sub>=5 мг/м<sup>3</sup>), толуол 0,003–0,023 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>п.з.</sub>=50 мг/м<sup>3</sup>), этилбензол 0,005–0,01 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>п.з.</sub>=50 мг/м<sup>3</sup>), ксилолы 0,008–0,046 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>п.з.</sub>=50 мг/м<sup>3</sup>). Вместе с тем концентрации аренов в воздухе производственных помещений были повышены относительно воздуха помещений административного аппарата в 2–3 раза.

Сравнительная оценка результатов химического анализа образцов крови на содержание ароматических углеводородов работающих на объектах нефтегазоперерабатывающей отрасли и работников административного аппарата управления представлены в **таблице 1**.

Анализ **таблицы 1** показал, что содержание п-, м-ксилола, о-ксилола, бензола и толуола во всех исследуемых пробах крови работающих на объектах нефтегазопереработки регистрировались в концентрациях выше, чем в крови работников, не занятых в технологическом процессе в 5, 2, 1,2 и 1,3 раза соответственно. Содержание этилбензола в крови работников, не занятых в технологическом процессе не обнаружено.

Содержание бензола в крови работающих на объектах нефтегазопереработки и у рабочих, не занятых в технологическом процессе обнаружено выше референтных значений, рекомендуемых *World Health Organization, European Environment and Health Process*, используемых для оценки состояния здоровья [18] в 4,7 и 4 раза соответственно.

Результаты химического анализа крови на содержание ароматических углеводородов работников административного аппарата и основных групп профессий нефтегазоперерабатывающей промышленности представлены на хроматограмме (**рис. 1**).

Для выявления воздействия химических факторов воздуха рабочей зоны на исследуемом производстве на организм работающих учитывали средний стаж работы в отрасли. Результаты химического анализа крови работников со стажем работы на объектах нефтегазоперерабатывающей промышленности от 5 и более 20 лет представлены в **таблице 2**.

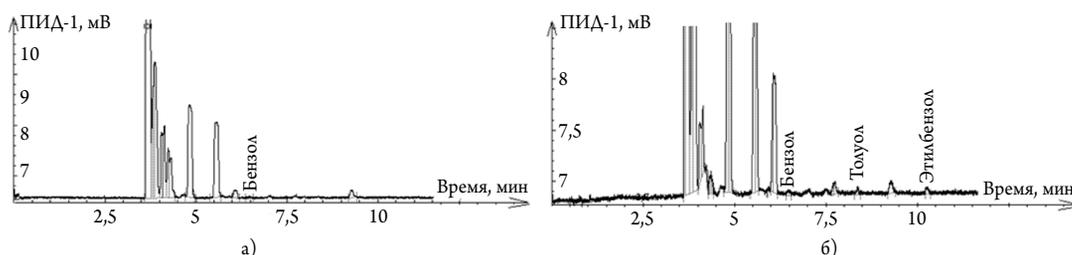
По результатам исследований (**табл. 2**) можно заключить, что с увеличением стажа работы в отрасли до 10 лет среднegrupповое содержание толуола, о-ксилола и п-, м-ксилола в крови рабочих основных групп профессий увеличивалось с 0,00075 мкг/см<sup>3</sup>,

Таблица 1 / Table 1

**Сравнительная оценка содержания бензола и его гомологов в цельной крови работающих на объектах нефтегазоперерабатывающей промышленности и группы работников, не занятых в технологическом процессе**  
**Comparative assessment of the content of benzene and its homologs in the whole blood of workers at oil and gas processing facilities and a group of workers who are not employed in the technological process**

Показатели	Работающие на объектах нефтегазопереработки, мкг/см <sup>3</sup> (M±m)	Работники, не занятые в технологическом процессе, мкг/см <sup>3</sup> (M±m)	p	Референтная концентрация в крови, мкг/см <sup>3</sup> [16]
1. Бензол	0,0007±0,0001	0,0006±0,0002	0,00	0,00015
2. о-ксилола	0,0004±0,0001	0,0002±0,0001	0,00	—
3. п-, м-ксилола	0,0002±0,00009	0,00004±0,00001	0,01	—
4. Толуол	0,0008±0,0001	0,0007±0,0001	0,00	0,05
5. Этилбензол	0,0002±0,0001	0±0	0,06	—

Примечание: p — критерий достоверности различий средних значений  
 Note: p is a criterion for the reliability of differences in average values



**Рис. 1. Концентрация ароматических углеводородов: а) образец крови работника административного аппарата ( $C_{\text{бензол}}=0,001$  мкг/см<sup>3</sup>); б) образец крови работника основных профессий ( $C_{\text{бензол}}=0,001$  мкг/см<sup>3</sup>,  $C_{\text{толуол}}=0,002$  мкг/см<sup>3</sup>,  $C_{\text{этилбензол}}=0,0015$  мкг/см<sup>3</sup>)**  
**Fig. 1. Concentration of aromatic hydrocarbons: а) a blood sample of an administrative staff member ( $S_{\text{benzene}}=0.001$  mcg/cm<sup>3</sup>); б) a blood sample of an employee of the main professions ( $S_{\text{benzene}}=0.001$  mcg/cm<sup>3</sup>,  $S_{\text{toluol}}=0.002$  mcg/cm<sup>3</sup>,  $S_{\text{ethylbenzene}}=0.0015$  mcg/cm<sup>3</sup>).**

Таблица 2 / Table 2

**Результаты исследований образцов крови работающих на объектах нефтегазоперерабатывающей промышленности от 1 и более 20 лет (основные группы профессий)**  
**Results of blood samples of workers at oil and gas processing facilities from 1 and more than 20 years (main groups of professions)**

Ингредиент	Число обследованных работников (n)	$M \pm t$ , мкг/см <sup>3</sup>	% проб ниже контроля	% проб выше контроля
<b>Стаж от 1 до 10 лет</b>				
Бензол	35	0,00050±0,0002	46,9%	53,1%
О-ксилол	35	0,00028±0,0001	0%	25%
П-,м-ксилол	35	0,00006±0,00008	0%	6,2%
Толуол	35	0,00075±0,0001	28,1%	3,1%
Этилбензол	35	0,00028±0,0002	0%	9,4%
<b>Стаж от 11 до 20 лет</b>				
Бензол	112	0,00070±0,0003	30%	0%
О-ксилол	112	0,00020±0,0001	0%	10%
П-,м-ксилол	112	0,00030±0,0002	0%	20%
Толуол	112	0±0	0%	0%
Этилбензол	112	0,0003±0,0001	0%	10%
<b>Стаж более 20 лет</b>				
Бензол	88	0,00060±0,0002	43,5%	0%
О-ксилол	88	0,00039±0,0002	0%	26,1%
П-,м-ксилол	88	0,00013±0,0001	0%	13%
Толуол	88	0,00083±0,0002	17,4%	82,6%
Этилбензол	88	0±0	0%	0%

Таблица 3 / Table 3

**Параметры моделей зависимости «концентрация бензола в крови — стаж работы», «концентрация о-ксилола в крови — стаж работы»**  
**Parameters of the dependence models "concentration of benzene in the blood — work experience", "concentration of o-xylene in the blood — work experience"**

Модель	Параметры модели		Статистический критерий (F)	Критерий достоверности (p)	Факторный показатель (коэффициент детерминации (R <sup>2</sup> ))
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>			
«Концентрация бензола в крови – стаж работы»	0,00037	0,00001	776,6682	0,0000	0,6851
«Концентрация о-ксилола в крови – стаж работы»	0,00013	0,00001	1484,0195	0,0000	0,8176

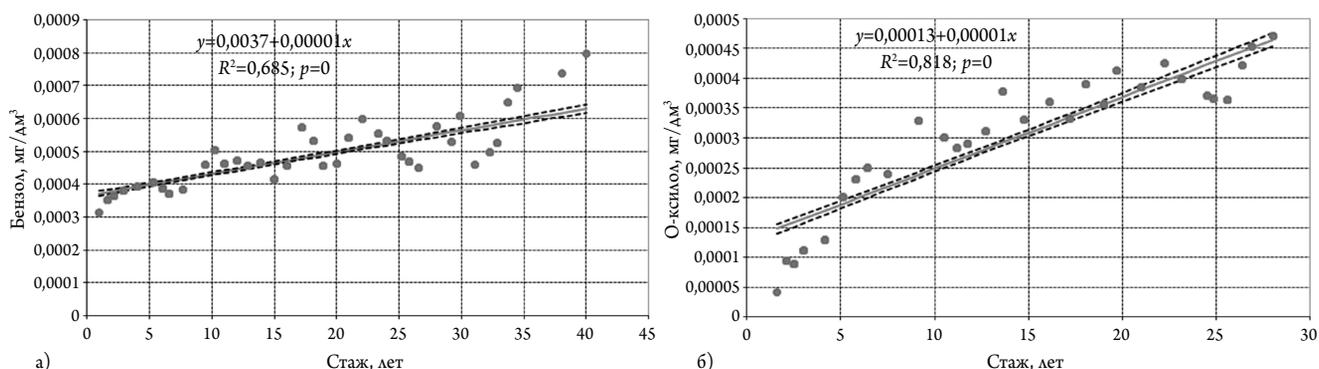


Рис. 2. Модели линейной зависимости: а) «концентрация бензола в крови — стаж работы», б) «концентрация о-ксилола в крови — стаж работы»

Fig. 2. Linear dependence models: а) "concentration of benzene in the blood — work experience"; б) "concentration of o-xylene in the blood — work experience"

0,00028 мкг/см<sup>3</sup> и 0,00006 мкг/см<sup>3</sup> соответственно до 0,00083 мкг/см<sup>3</sup>, 0,00039 мкг/см<sup>3</sup> и 0,00013 мкг/см<sup>3</sup> со стажем работы в отрасли более 20 лет. При стаже работы в отрасли более 20 лет процент образцов крови работающих также увеличивалось до 82,6%, 26,1% и 13% соответственно.

При оценке профессиональной экспозиции необходимым этапом является установление достоверности причинно-следственной связи между показателями экспозиции (концентрация бензола и его гомологов в крови работников основных групп профессий) и стажем работы на предприятии нефтегазоперерабатывающей промышленности.

Различие концентраций для бензола 0,00041–0,00084 мг/дм<sup>3</sup> и о-ксилола 0,00024–0,00064 мг/дм<sup>3</sup> в крови работников основных групп профессий в зависимости от стажа, было параметризировано и оценено с помощью аналитических моделей влияния детерминант на уровень интоксикации крови работающих на объектах нефтегазопереработки от 1 года и более 20 лет. Методом математической статистики получены эмпирические уравнения, описывающие эту зависимость [19, 20]. Параметры и модели, описывающие связи, представлены в *таблице 3* и на *рисунке 2*.

Рассчитаны показатели корреляционной связи между содержанием бензола и о-ксилола в крови рабочих и стажем работы в отрасли. Установлено, что риску возникновения профессиональных заболеваний ( $R^2=0,82$ ) подвер-

жены работники, взаимодействующие с факторами риска более 20 лет.

На основании выполненных исследований установлена корреляционная связь между уровнем ароматических углеводородов (1–3 класс опасности с однонаправленным характером действия на организм) в крови и стажем работы в отрасли.

Выполненными исследованиями доказано, что при стаже работы более 20 лет у работающих происходит профессиональная интоксикация, концентрация ароматических углеводородов в крови работающих в 1,5–2 раза выше относительно группы рабочих, не занятых в технологическом процессе.

Совершенно очевидна необходимость внедрения на производстве биомониторинга, позволяющего оценить комплексное поступление веществ в организм работающих.

Для выявления профессиональных групп повышенного риска работников на предприятиях, подверженных действию наиболее опасных токсичных соединений, наряду с проведением химического мониторинга производственной среды и клиническим обследованием работающих, необходимо использовать современные методы биомониторинга, позволяющие оценить реальную опасность химической экспозиции, охарактеризовать гигиеническую ситуацию на производстве и существенно улучшить раннюю диагностику профессиональных интоксикаций.

### Список литературы

1. Шамсияхметова Г.И. Профессиональные заболевания на предприятиях нефтяной промышленности. *Молодой учёный*. 2016; 16: 460–3. <https://moluch.ru/archive/120/32977> (дата обращения: 14.02.2021).
2. Профессиональные интоксикации ароматическими углеводородами — бензолом и его гомологами. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=492380>
3. *Российская энциклопедия по медицине труда*. Под ред. Н.Ф. Измерова. М.: Медицина; 2005.
4. Стародубов В.И. Сохранение здоровья работающего населения — одна из важнейших задач здравоохранения. *Мед. труда и пром. экол.* 2005; 1: 1–8.
5. Хамидулина Е.А., Чемякин А.В. Прогнозная оценка риска ущерба здоровью в результате профессиональной деятельности в нефтедобыче. XXI век. *Техносферная безопасность*. 2018; 3(2): 108–16. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2018-2-108-116>
6. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б. Особенности профессиональной заболеваемости работников нефтедобывающей отрасли. *Нефть и здоровье*. Уфа; 2009: 156–60.
7. Онищенко Г.Г. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость работников в Российской Федерации. *Нефть и здоровье*. Уфа; 2009: 13–8.
8. Доценко Ю.И., Бойко В.И., Гудинская Н.И., Мухамедзянова Р.И. Некоторые аспекты гигиены труда в нефтегазовой промышленности. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26774> (13.05.2018).
9. Смирнов В.В. и др. Артериальная гипертензия у больных сахарным диабетом. *Лечащий врач*. 2009; 9: 2–7.
10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2018 году: Государственный доклад. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. [http://59.rospotrebnadzor.ru/rss\\_all/-/asset\\_publisher/Kq6J/content/](http://59.rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/)

- id/1568562 (дата обращения: 20.01.2021).
11. Чашин В.П., Луковникова Л.В., Фролова А.Д. *Биомониторинг химических веществ при оценке риска развития профессиональных интоксикаций*. СПб.: Издательство ТЕЗА. 2005.
  12. МР 2.2.5. 059 – 2012 «Выявление групп повышенного риска среди профессионально занятого населения, контактирующего с наиболее опасными металлами». ФМБА России; Москва 2012.
  13. TLVs and BEIs. Based on the Documentations for Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents Biological Exposure Indices. ACGIH. WORLDWIDE. 2011.
  14. *World Health Organization. Office of Occupational Health. (1996). Biological monitoring of chemical exposure in the workplace: guidelines*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41856>
  15. Камышников В.С. *Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике*. М.: МЕДпресс-информ; 2009.
  16. *Клиническая биохимия*. Под ред. акад. В.А. Ткачука. 3-е изд., испр. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.
  17. МУК 4.1.765-99 «Газохроматографический метод количественного определения ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, о-, м-, п-ксилол) в биосредах (кровь)».
  18. *Human biomonitoring: facts and figures*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2015.
  19. Гланц С. *Медико-биологическая статистика*. М.: Практика; 1998.
  20. Четыркин Е.М. *Статистические методы прогнозирования*. М.: Статистика; 1977.

### References

1. Shamsiakhmetova G.I. Occupational diseases at oil industry enterprises. *Molodoj uchenyj*. 2016; 16: 460–3. <https://moluch.ru/archive/120/32977> (Accessed: 14.02.2021).
2. Occupational intoxication with aromatic hydrocarbons — benzene and its homologues. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=492380>
3. *Russian encyclopedia of occupational medicine*. Ed. N.F. Izmerova. M.: Medicine; 2005.
4. Starodubov V.I. Preserving the health of the working population is one of the most important tasks of public health. *Med. truda i prom ekol*. 2005; 1: 1–8.
5. Khamidullina E.A., Chemyakin A.V. Predictive assessment of the risk of damage to health as a result of professional activities in oil production. XXI Century. *Tekhnosfernaya bezopasnost*. 2018; 3(2): 108–16. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2018-2-108-116>
6. Gimranova G.G., Bakirov A.B. Features of occupational morbidity of workers in the oil industry. *Oil and health*. Ufa; 2009: 156–60.
7. Onishchenko G.G. The state of working conditions and occupational morbidity of workers in the Russian Federation. *Oil and health*. Ufa; 2009: 13–8.
8. Dotsenko Yu.I., Boyko V.I., Gudinskaya N.I., Mukhamedzyanova R.I. Some aspects of labor hygiene in the oil and gas industry. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26774> (05/13/2018).
9. Smirnov V.V. et al. Arterial hypertension in patients with diabetes mellitus. *Attending physician*. 2009; 9: 2–7.
10. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Perm Territory in 2018: State report. Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare. [http://59.rospotrebнадzor.ru/rss\\_all/-/asset\\_publisher/Kq6J/content/id/1568562](http://59.rospotrebнадzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/id/1568562) (date of access: 20.01.2021).
11. Chashchin V.P., Lukovnikova L.V., Frolova A.D. *Biomonitoring of chemicals in assessing the risk of developing occupational intoxication*. SPb.: TEZA Publishing House; 2005.
12. МР 2.2.5. 059 – 2012 "Identification of high-risk groups among the professionally employed population in contact with the most hazardous metals." FMBA of Russia, Moscow; 2012.
13. TLVs and BEIs. Based on the Documentations for Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents Biological Exposure Indices. ACGIH. WORLDWIDE. 2011.
14. *World Health Organization. Office of Occupational Health. (1996). Biological monitoring of chemical exposure in the workplace: guidelines*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41856>
15. Kamyshnikov V.S. *Handbook of clinical and biochemical research and laboratory diagnostics*. M.: MEDpress-inform; 2009.
16. *Clinical biochemistry*. Ed. acad. V.A. Tkachuk. 3<sup>rd</sup> ed. Rev. and add. M.: GEOTAR-Media; 2008.
17. МУК 4.1.765-99 "Gas chromatographic method for the quantitative determination of aromatic hydrocarbons (benzene, toluene, ethylbenzene, o-, m-, p-xylene) in biological media (blood)".
18. *Human biomonitoring: facts and figures*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2015.
19. Glantz S. *Medico-biological statistics*. M.: Practice; 1998.
20. Chetyrkin E.M. *Statistical forecasting methods*. M.: Statistics; 1977.