

УДК 613.6.02:66-05:349.24

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЕГО МИНИМИЗАЦИИ

Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Зайдуллин И.И., Шаповал И.В.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

Цель исследования: обоснование основных мероприятий по снижению профессиональных рисков в различных химических производствах.

Объекты и методы исследования: изучены условия труда работников отдельных крупнотоннажных производств, входящих в состав химического комплекса страны, с различной степенью автоматизации и особенностями технологического процесса.

Основным критерием для выбора конкретных производств послужила степень автоматизации технологических процессов.

На основании гигиенической оценки условий труда проведена количественная оценка степени профессионального риска работников различных химических производств.

Результаты и обсуждения: при ранжировании производств по категории профессионального риска установлено, что пренебрежимо малый и малый риск характерны для работников основных профессий высокоавтоматизированных производств (производства мономеров), средний – для работников автоматизированных производств (производства карбамида, изопренового и бутилового каучуков, полистирола, пластмасс), средний и высокий – для работников полуавтоматизированных производств (производства стекловолокна).

На основании количественной оценки степени риска работника химических производств разработаны основные мероприятия по минимизации риска и определена срочность их выполнения.

Ключевые слова: условия труда, предприятия, химическая отрасль, профессиональный риск, мероприятия по минимизации риска.

Для цитирования: Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Зайдуллин И.И., Шаповал И.В. Сравнительный анализ профессионального риска для здоровья работников различных химических производств на основе оценки условий труда и мероприятия по его минимизации. Медицина труда и экология человека. 2021;2:23-36

Для корреспонденции: Каримова Лилия Казымовна, г.н.с. отдела медицины труда, д.м.н., профессор, e-mail: iao_karimova@rambler.ru.

Финансирование: финансирование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10202>

COMPARATIVE ANALYSIS OF OCCUPATIONAL HEALTH RISKS FOR CHEMICAL WORKERS BASED ON ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS AND MEASURES FOR ITS MINIMIZATION

Karimova L.K.¹, Muldasheva N.A.¹, Zaidullin I.I.¹, Shapoval I.V.¹

¹ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

Purpose of the study: foundation of the main measures to reduce occupational risks in diverse chemical industries.

Objects and research methods: the working conditions of workers of certain large-scale industries that are part of the country's chemical complex with varying degrees of automation and features of the technological process have been studied.

The main selection criterion for specific industries was the degree of automation of technological processes.

Based on the hygienic assessment of working conditions, a quantitative assessment of the degree of occupational risks for chemical workers has been carried out.

Results and discussion: when ranking industries by occupational risk category, it has been shown that negligible and low risk is characteristic of workers in the main occupations of highly automated industries (production of monomers), medium - for workers in automated industries (production of urea, isoprene and butyl rubbers, polystyrene, plastics) , medium and high - for workers in semi-automated production (fiberglass production).

Based on a quantitative assessment of the degree of risk of a chemical worker, the main measures to minimize the risk have been developed and the urgency of their implementation has been determined.

Key words: *working conditions, enterprises, chemical industry, occupational risk, measures to minimize risk.*

Citation: *Karimova L.K., Muldasheva N.A., Zaidullin I.I., Shapoval I.V. Comparative analysis of occupational health risks for chemical workers based on assessment of working conditions and measures for its minimization. Occupational health and human ecology. 2021: 2:23-36*

Correspondence: *Liliya K. Karimova, Senior Reseacher, Department of Occupational Health, DSc (Medicine), professor, e-mail: iao_karimova@rambler.ru*

Financing: *The study had no financial support.*

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10202>

Химический комплекс относится к базовым отраслям экономики России, подотраслями которой являются основная неорганическая химия (производства минеральных удобрений, соды, серной кислоты и др.), органическая химия (производства основного органического синтеза: мономеров, спиртов, синтетических химических волокон и нитей, синтетических смол и пластмасс, синтетического каучука и резиновых изделий), полимеров (полиэтилена, полипропилена и др.). Частные вопросы гигиены труда в отдельных химических производствах освещены в работах ряда авторов.

При этом авторы указывают, что приоритетным в данных производствах является воздействие на работников химического фактора, представленного комбинацией химических веществ [1-9].

В имеющейся литературе представлены сведения по изучению различных комбинаций вредных веществ [10-12].

Установлено, что вредные производственные факторы, превышающие гигиенические нормативы, оказывают негативное воздействие на организм работников, что может проявляться в виде профессиональных заболеваний и изменений в работе различных органов и систем [13-20].

Крупнейшие интегрированные химические компании России включают более 1000 предприятий, в состав которых входят как малотоннажные производства, использующие устаревшие технологии и оборудование, так и современные крупнотоннажные производства, основанные на реализации безопасных технологий и микропроцессорной техники. Предприятия используют разнообразное сырье, многостадийные технологические процессы, специальное оборудование, архитектурно-планировочные решения, автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП), что определяет особенности условий труда работников конкретного производства, формирует различные категории профессионального риска. В этой связи является актуальным разработка алгоритма проведения мероприятий по минимизации профессионального риска в зависимости от его категории.

Цель исследования - обоснование основных мероприятий по снижению профессиональных рисков в различных химических производствах.

Объекты и методы исследования. Частные вопросы гигиены труда рассмотрены на примере отдельных производств, входящих в состав подотраслей химического комплекса. В качестве объектов исследования были выбраны крупнотоннажные производства мономеров, минеральных удобрений, синтетического каучука, смол и пластмасс, стекловолокна.

Основным критерием для выбора конкретных производств послужила различная степень их обеспечения средствами контроля за организацией технологического процесса.

Из перечисленных производств по уровню автоматизации средствами контроля производства мономеров (изопрена, дивинила) относятся к высокоавтоматизированным производствам с дистанционным управлением.

В данных производствах используется непрерывная схема технологического процесса; основное оборудование является унифицированным и герметичным, располагается на наружных установках.

Основной функцией работников основной профессии – аппаратчиков – является слежение, контроль и регулирование технологического процесса из помещений операторных, а также визуальный контроль за работой оборудования.

Производства минеральных удобрений, синтетических каучуков, смол и пластмасс автоматизированы, но требуют периодического вмешательства работника в технологический процесс путем ручного регулирования работы оборудования. Технологический процесс непрерывный, большая часть оборудования размещена в изолированных производственных помещениях в соответствии со стандартами

технологического процесса. Применяемое оборудование недостаточно герметичное, что способствует загрязнению воздуха рабочей зоны вредными веществами, а также генерирует интенсивный шум.

К полуавтоматизированным производствам, требующим частого вмешательства работника в технологический процесс, относятся производства стекловолокна.

Получение стекловолокна основано на применении прерывной технологической схемы и многостадийных процессов, что в санитарно-гигиеническом отношении является наименее благоприятным по сравнению с непрерывной схемой. Оборудование каждой стадии установлено в отдельных помещениях. Процесс производства сопровождается вскрытием аппаратуры для загрузки, выгрузки химических веществ, а также его очистки, что обуславливает периодическое загрязнение вредными веществами воздуха рабочей зоны. Проведение работ связано со значительными физическими нагрузками. Работники данных производств испытывают локальные мышечные нагрузки с участием мышц предплечья и кисти и нагрузки на зрительный анализатор.

Комплексные гигиенические исследования включали изучение технологических регламентов, производственного оборудования, сырья, промежуточных продуктов и товарной продукции, осмотр рабочих мест, инструментальное измерение и оценку основных вредных производственных факторов в соответствии с общепринятыми методиками (Кириллов, 2008). Гигиеническая оценка условий труда проведена в соответствии с Р 2.2.2006-05⁸, категория профессионального риска и срочность мероприятий по его снижению – в соответствии с Руководством Р.2.2.1766-03⁹.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования свидетельствуют, что технические характеристики производств и уровень их автоматизации формируют конкретные условия труда в различных производствах.

Для производств изопрена и дивинила характерны высокая степень автоматизации производства, непрерывность химического процесса, герметичность основного оборудования, применение современных архитектурно-планировочных решений с выносом большей части оборудования на наружные установки, дистанционное управление из помещений операторных.

Гигиеническими исследованиями установлено, что на работников производств воздействуют факторы рабочей среды химической и физической природы (шум, микроклимат).

В связи с использованием в технологии горючих, высокотоксичных вредных веществ, высокотемпературных технологий и высокого давления данные объекты относятся к опасным (ФЗ 116 от 21.07.97¹⁰), что способствует формированию у работников основных профессий нервно-эмоционального напряжения.

⁸ Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

⁹ Р.2.2.1766-03 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. 2.2. Гигиена труда.

¹⁰ Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Основными категориями работников в производствах являются аппаратчики, машинисты насосного и компрессорного оборудования, слесари-ремонтники, слесари по ремонту контрольно-измерительных приборов (слесарь КИПиА).

Для каждой профессиональной группы работников характерно сочетание приоритетных факторов рабочей среды и трудового процесса: для аппаратчиков - химического фактора (класс 2) с производственным шумом (класс 3.1) и напряженностью трудового процесса (класс 3.1); машинистов насосного и компрессорного оборудования - химического фактора (класс 3.1) с производственным шумом (класс 3.2); слесарей по ремонту технологического оборудования - химического фактора (класс 2.0-3.1) с шумом (класс 2.0-3.1) и тяжестью трудового процесса (класс 3.1). Труд слесарей КИПиА относится к допустимому классу условий труда. Общая оценка условий труда и категории профессионального риска по гигиеническим критериям представлены в таблице 1.

Производство минеральных удобрений является одной из крупнейших подотраслей химической промышленности. Среди ассортимента минеральных удобрений значительный удельный вес составляют азотные удобрения, в том числе карбамид (мочевина), основным сырьем для получения которого является аммиак.

Современная технология производства карбамида характеризуется непрерывностью технологического процесса, автоматизацией и механизацией основных производственных операций, дистанционным способом управления, что не исключает выполнения ряда ручных операций, связанных с транспортировкой готовой продукции (обслуживание элеваторов, шнеков, транспортерных лент, фасовочных машин, ручная чистка грануляционной башни, разборка, чистка оборудования, затаривание готового продукта).

В процессе производства карбамида в воздушную среду возможно поступление аммиака, оксида углерода, а также пыли карбамида при его транспортировании и фасовке. Кроме того, отдельное оборудование (насосы, шнеки, грохота) генерирует производственный шум, уровни которого превышают гигиенические нормативы.

Основными профессиями в производстве карбамида являются аппаратчик производства мочевины, слесарь по ремонту технологических установок, машинист расфасовочно-упаковочных машин, слесарь КИПиА.

Условия труда работников производства карбамида характеризуются загрязнением воздушной среды сложным комплексом химических веществ, шумом в сочетании с тяжестью трудового процесса, с различными классом и степенью вредности и опасности (класс 2 – 3.1) (табл. 1).

Синтетические каучуки являются одним из важнейших продуктов органического синтеза. По объему производства среди синтетических каучуков общего назначения первое место занимает изопреновый, специфических – бутиловый. Данные производства считаются крупнотоннажными с использованием новых технологий, высокопроизводительного оборудования, установленного в производственном помещении. Цеха выделения каучуков относятся к автоматизированным, где управление технологическим процессом осуществляется с местных пультов, находящихся вблизи от оборудования, ведущие профессии в производствах - аппаратчики, машинисты, слесари-ремонтники, слесари КИПиА.

Условия труда работников производств синтетических каучуков характеризуются наличием на рабочих местах комплекса факторов, основными из которых являются вредные

вещества (класс 3.1), производственный шум (класс 3.1-3.2), а также тяжесть трудового процесса, так как ряд технологических операций (чистка аппаратов от жестких конгломератов каучука, трубопроводов и др.) выполняется ими в вынужденной рабочей позе (до 25% рабочего времени), в позе стоя (до 80% рабочего времени), что соответствует вредному классу условий труда - 3.1 (табл. 1).

Производства смол и пластических масс охватывают большой перечень продукции, получаемой различными методами.

На сегодняшний день одним из наиболее востребованных вариантов пластика является полистирол. Производство полистирола относится к автоматизированным. Полистирол получают путем полимеризации стирола с последующим изготовлением изделий технического и бытового назначения. Основными профессиями в производстве являются аппаратчик, машинист, литейщик пластмасс, сборщик изделий.

Ведущими факторами, определяющими условия труда работников данных производств, являются пары стирола и продуктов его деструкции (класс 2-3.1), в сочетании на отдельных рабочих местах с избыточным теплом (класс 3.1), производственным шумом (класс 3.1), а также тяжестью трудового процесса, обусловленного необходимостью выполнения операции по загрузке и выгрузке продукции, чистке аппаратуры (класс 3.1) (табл. 1).

Производство непрерывного стекловолокна относится к полуавтоматизированным производствам с постоянным визуальным контролем работника за ходом технологического процесса и в случае необходимости непосредственного участия в нем (устранение обрыва нити, замена шпуплек и др.).

Производства обслуживают различные профессиональные группы работников, насчитывающих до десятков профессий в зависимости от производства.

Ведущими вредными и опасными факторами в данном производстве являются химический, представленный веществами различного класса опасности (2-4 классов), ряд из которых обладает канцерогенным действием (хлорметил, формальдегид, масла минеральные нефтяные) в сочетании с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия (класс 3.1), шумом (класс 3.1), избыточным конвекционным теплом свыше установленных гигиенических нормативов (класс 3.1).

На основании гигиенической оценки условий труда нами проведена количественная оценка степени риска (категории профессионального риска) с последующей разработкой основных мероприятий по минимизации риска и определением срочности их выполнения (табл. 1).

Таблица 1

**Оценка условий труда и категории профессионального
риска по гигиеническим критериям**

Профессия	Факторы рабочей среды и трудового процесса (класс условий труда)						Итоговый класс (подкласс) условий труда	Категория профессионального риска
	Химический	Аэрозоли	Шум	Микроклимат	Тяжесть	Напряженность		
Производства мономеров								
Аппаратчик	2	н/о	3.1	2	2	3.1	3.1	малый
Машинист	2	н/о	3.1	2	2	2	3.1	малый
Слесарь-ремонтник	2	н/о	3.1	2	3.1	2	3.1	малый
Слесарь КИПиА	2	н/о	2	2	2	2	2	пренебрежимо малый
Производство карбамида								
Аппаратчик производства мочевины	3.1	н/о	3.1	2	2	2	3.2	средний
Слесарь по ремонту техн. установок	2	3.1	3.1	2	3.1	2	3.2	средний
Машинист расфасовочно-упаковочных машин	2	3.1	3.1	2	3.1	2	3.2	средний
Слесарь КИПиА	2	2	2	2	2	2	2	пренебрежимо малый
Производство изопренового и бутилового каучуков								
Аппаратчик	2-3.1	н/о	3.2	2	3.1	2	3.2	средний
Машинист	2	н/о	3.2	2	2	2	3.2	средний
Слесарь-ремонтник	2-3.1	н/о	3.1	2	3.1	2	3.2	средний
Слесарь КИПиА	2	н/о	2	2	2	2	2	пренебрежимо малый

Производство полистирола								
Аппаратчик	3.1	н/о	3.1	3.1	2	2	3.2	средний
Машинист	2	н/о	3.1	3.1	3.1	2	3.2	средний
Литейщик пластмасс	3.1	н/о	2	3.1	3.1	2	3.2	средний
Сборщик изделий	2	н/о	2	2	3.1	2	3.1	малый
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производство непрерывного стекловолокна								
Работники цеха непрерывного стекловолокна	2	3.1	3.2	3.2	3.1	2	3.3	высокий
Работники цеха нетканых материалов	2	3.1	3.2	2	3.1	2	3.2	средний

Из приведенных данных следует, что особенности технологического процесса (прерывный, непрерывный), применяемые архитектурно-планировочные решения (вынос основного оборудования на наружные площадки, рациональная планировка производственных помещений с изоляцией отдельных участков с возможными газо-пылевыделениями), степень автоматизации (высокая с дистанционным управлением, полуавтоматизированная, автоматизированная) и механизация производства (полная, частичная) определяют общую оценку условий труда и категории профессионального риска по гигиеническим критериям.

При ранжировании производств по категории профессионального риска установлено, что пренебрежимо малый и малый риск характерны для работников основных профессий высокоавтоматизированных производств (изопрена и дивинила), средний – для работников автоматизированных производств (производство карбамида, изопренового и бутилового синтетических каучуков).

В полуавтоматизированном производстве полистирола, где условия труда работников различных профессий отнесены к вредному классу 2 степени вредности и опасности, профессиональный риск отнесен к категории средней.

В то же время для отдельных профессиональных категорий работников (слесари КИПиА, сборщики изделий) в указанных производствах общий класс условий труда соответствует допустимому при пренебрежимо малом риске.

Среди профессиональных групп наибольший профессиональный риск, оцениваемый как высокий, имеют работники производств по выпуску непрерывного стекловолокна.

В соответствии с установленными нами категориями профессионального риска по гигиеническим критериям условий труда разработан алгоритм проведения мероприятий по снижению рисков, с указанием срочности их выполнения на предприятиях химической отрасли (табл 2).

Таблица 2

**Алгоритм проведения мероприятий по снижению профессиональных рисков
на химических производствах**

Категория риска	Срочность выполнения мероприятий	Мероприятия
Пренебрежимо малый	дополнительные мероприятия не требуются	<ul style="list-style-type: none"> - проведение работ в соответствии с действующими требованиями санитарного законодательства, правилами и нормами охраны труда и административный контроль за их соблюдением; - применение сертифицированных СИЗ
Малый	требуются меры по снижению рисков, выполнение работ возможно при соблюдении мер безопасности	<ul style="list-style-type: none"> - проведение работ в соответствии с действующими требованиями санитарного законодательства, правилами и нормами охраны труда и административный контроль за их соблюдением; - оценка и мониторинг за фактическими условиями воздействия вредных производственных факторов (производственный контроль за соблюдением санитарных норм и правил, специальная оценка условий труда); - обеспечение эффективной работы вентиляционных систем; - применение сертифицированных СИЗ
Средний	требуются меры по снижению риска в установленные сроки	<ul style="list-style-type: none"> - проведение работ в соответствии с действующими требованиями санитарного законодательства, правилами и нормами охраны труда и административный контроль за их соблюдением; - оценка и мониторинг за фактическими условиями воздействия вредных производственных факторов (производственный контроль за соблюдением санитарных норм и правил, специальная оценка условий труда);

		<ul style="list-style-type: none"> - обеспечение эффективной работы вентиляционных систем; - совершенствование технологических процессов, техническое перевооружение и модернизация производства (внедрение более безопасных технологических процессов, оборудования, механизация ручного труда, внедрение систем автоматического управления технологическими процессами (АСУТП)); - замена высокотоксичных химических веществ в технологическом процессе на менее токсичные; - применение сертифицированных СИЗ; - усиление административного контроля за соблюдением требований по обеспечению безопасных условий труда; - льготы и компенсации за работу во вредных условиях труда
Высокий	требуется неотложные меры по снижению рисков	<ul style="list-style-type: none"> - необходимы незамедлительные действия работодателя по устранению профессиональных рисков в связи с постоянной угрозой причинения вреда здоровью работников; - разработка детального плана по минимизации риска воздействия вредных производственных факторов и его обязательная реализация в установленные сроки; - контроль эффективности выполненных мероприятий, в том числе по средствам проведения лабораторных исследований и испытаний

Выводы:

1. Условия труда работников изученных производств определяются особенностями технологического процесса, применяемых архитектурно-планировочных решений, степенью автоматизации и механизации производства и соответствуют вредному классу 1-3 степени.
2. Высокий профессиональный риск имеют работники производств пластмасс и непрерывного стекловолокна, средний – производств минеральных удобрений, синтетических каучуков, малый – производства мономеров.
3. Класс условий труда и категории профессионального риска определяют необходимость и срочность проведения мероприятий по снижению риска как в целом для производства, так и для отдельных категорий работников.

Список литературы:

1. Карамова Л.М., Башарова Г.Р. Комбинированное действие химических веществ на рабочих хлорорганических производств. Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. Т.2. Ярославль; 2012.
2. Сетко А.Г., Назмеев М.А., Пономарева С.Г. и др. Физиолого-гигиеническая характеристика условий труда рабочих нефтехимического предприятия. Гигиена и санитария. 2012; 3: 40-42.
3. Райцелис И.В. Профессиографическая характеристика условий труда рабочих газохимической промышленности. Здоровье населения и среда обитания. 2013; 6: 15-18.
4. Галиуллина Э.Ф., Камиллов Р.Ф., Шакиров Д.Ф., Буляков Р.Т. Биохимические маркеры химического воздействия производственных загрязнителей на организм работников резиновой и резинотехнической промышленности. Казанский медицинский журнал. 2013; 5: 661-667.
5. Мещакова Н.М., Дьякович М.П., Шаяхметов С.Ф. и др. Оценка риска нарушений здоровья и качества жизни работников современного производства поливинилхлорида. Медицина труда и промышленная экология. 2014; 4: 24-29.
6. Гимаева З. Ф., Бакиров А. Б., Каримова Л. К., Галимова Р. Р. Влияние факторов производственной среды на здоровье работников производств основного органического синтеза. Проблемы гигиенической безопасности и управления факторами риска для здоровья населения: научные труды, посвященные 85-летию ФБУН «ННИИГП» Роспотребнадзора. Нижний Новгород; 2014.
7. Бадамшина Г.Г., Каримова Л. К., Тимашева Г. В. Гигиеническая оценка условий труда в современном производстве синтетических смол. Гигиена и санитария. 2015; 3: 60-63.
8. Мовергоз С. В., Сетко Н. П., Сетко А. Г., Булычева Е. В. Оценка профессиональных рисков здоровью операторов нефтехимического производства и их физиолого-гигиеническая обусловленность. Гигиена и санитария. 2016; 10: 1002-1007.
9. Chan C.C, Shie R.H, Chang T.Y, Tsai D.H. Workers' exposures and potential health risks to air toxics in a petrochemical complex assessed by improved methodology. Int Arch Occup Environ Health 2006; 79(2):135-142. doi:10.1007/s00420-005-0028-9

10. Валеева Э. Т., Каримова Л. К., Бакиров А. Б., Серебряков П. В., Фасхутдинова А. А., Каримов Д. Д. Вопросы канцерогенных рисков и их профилактики в условиях химических производств. Санитарный врач. 2018; 5: 31-37.
11. Мещакова Н. М., Дьякович М. П., Шаяхметов С. Ф. Условия труда и формирование рисков нарушения здоровья у работников нефтехимической промышленности, занятых в производстве метанола и его производных. Медицина труда и промышленная экология. 2019; 5(59): 266-271.
12. Tsai S.P, Wendt J.K, Cardarelli K.M, Fraser A.E. A. Mortality and morbidity study of refinery and petrochemical employees in Louisiana. *Occup Environ Med* 2003; 60(9): 627-633. doi:10.1136/oem.60.9.627
13. Мышкин В.А., Еникеев Д.А., Кайбышев В.Т., Сафаров Р.Э. Химические поражения организма: (молекулярно-клеточные механизмы, патогенез, клиника, лечение). 3-е изд. Уфа; 2012.
14. Каримова Л. К., Бадамшина Г. Г., Ларионова Т. К., Бейгул Н. А., Маврина Л. Н. Оценка комбинированного воздействия вредных веществ в условиях химических производств. Санитарный врач. 2017; 8: 14-20.
15. Roes A.L., Patel M. K. Life cycle risks for human health: a comparison of petroleum versus bio-based production of five bulk organic chemicals. *Risk Anal* 2007 Oct; 27(5): 1311-21. doi: 10.1111/j.1539-6924.2007.00959.x.
16. Chaturvedi P, Bhat N, Asawa K, Tak M, Bapat S, Gupta V.V. Assessment of Tooth Wear Among Glass Factory Workers: WHO 2013 Oral Health Survey. *J Clin Diagn Res* 2015; 9(8): 63–66. doi:10.7860/JCDR/2015/13904.6352.
17. Melnick R.L, Sills R.C, Roycroft J.H, Chou B.J, Ragan H.A, Miller R.A. Isoprene, an endogenous hydrocarbon and industrial chemical, induces multiple organ neoplasia in rodents after 26 weeks of inhalation exposure. *Cancer Res* 1994; 54: 5333-5339.
18. Михайлуц А.П., Першин А.Н., Максимов С.А. Влияние на состояние здоровья работников химических производств профессиональных и экологических нагрузок вредными веществами. *Acta Biomedica Scientifica*. 2005; 8: 141-143.
19. Zhou Y.H, Li X.Q, Jin W, Yin L.G, Pu Y.P. Occupational Hazards and Risk Assessment of Benzene-Related Enterprises in Yangzhou City From 2014 to 2018. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi* 2019;.37(11): 831–834.
20. Стрижаков Л.А., Фомин В.В., Гарипова Р.В. и др. Хроническая болезнь почек в контексте токсического воздействия производственных химических факторов. *Терапевтический архив*. 2019; 91 (6): 110–115.

References:

1. L.M. Karamova, G.R. Basharova. The combined effect of chemicals on workers in organochlorine industries. Materials of the XI All-Russian Congress of Hygienists and Sanitary Physicians. T.2. Yaroslavl; 2012.
2. A.G. Setko, M.A. Nazmeev, S.G. Ponomareva et al. Physiological and hygienic characteristics of working conditions for workers at a petrochemical enterprise. *Hygiene and Sanitation* 2012; 3: 40-42.

3. I.V. Raycelis. Professiographic characteristics of the working conditions of workers in the gas chemical industry. *Public health and environment* 2013; 6: 15-18.
4. E.F. Galiullina, R.F. Kamilov, D.F. Shakirov, R.T. Bulyakov. Biochemical markers of the chemical effect of industrial pollutants on the body of workers in the rubber and rubber industry. *Kazan Medical Journal* 2013; 5: 661-667.
5. N.M. Meshchakova, M.P. Dyakovich, S.F. Shayakhmetov et al. Assessment of the risk of health disorders and the quality of life of workers in modern polyvinyl chloride production. *Occupational medicine and industrial ecology* 2014; 4: 24-29.
6. Z.F. Gimaeva, A.B. Bakirov, L.K. Karimova, R.R. Galimova. The influence of factors of the working environment on the health of workers in the production of basic organic synthesis. *Problems of hygienic safety and management of risk factors for public health: scientific works dedicated to the 85th anniversary of the FBSI "NIIIGP" Rospotrebnadzor. Nizhny Novgorod; 2014.*
7. G.G. Badamshina, L.K. Karimova, G.V. Timasheva. Hygienic assessment of working conditions in modern production of synthetic resins. *Hygiene and Sanitation* 2015; 3: 60-63.
8. S.V. Movergoz, N.P. Setko, A.G. Setko, E.V. Bulycheva. Assessment of occupational health risks of operators of petrochemical production and their physiological and hygienic conditioning. *Hygiene and Sanitation* 2016; 10: 1002-1007.
9. Chan C.C, Shie R.H, Chang T.Y, Tsai D.H. Workers' exposures and potential health risks to air toxics in a petrochemical complex assessed by improved methodology. *Int Arch Occup Environ Health* 2006; 79 (2): 135-142. doi: 10.1007 / s00420-005-0028-9
10. E. T. Valeeva, L. K. Karimova, A. B. Bakirov, P. V. Serebryakov, A. A. Faskhutdinova, D. D. Karimov. Issues of carcinogenic risks and their prevention in chemical production. *Sanitary Doctor* 2018; 5: 31-37.
11. N.M. Meshchakova, M.P. Dyakovich, S.F. Shayakhmetov. Working conditions and the formation of health risks for workers in the petrochemical industry involved in the production of methanol and its derivatives. *Occupational medicine and PE. Occupational Medicine and PE* 2019; 5 (59): 266-271.
12. Tsai S.P, Wendt J.K, Cardarelli K.M, Fraser A.E. A. Mortality and morbidity study of refinery and petrochemical employees in Louisiana. *Occup Environ Med* 2003; 60(9): 627-633. doi:10.1136/oem.60.9.627
13. V.A. Myshkin, D.A. Enikeev, V.T. Kaibyshev, R.E. Safarov. *Chemical damage to the body: (molecular and cellular mechanisms, pathogenesis, clinical picture, treatment). 3rd ed Ufa; 2012. p. 378.*
14. L. K. Karimova, G. G. Badamshina, T. K. Larionova, N. A. Beigul, L. N. Mavrina. Assessment of the combined impact of harmful substances in the conditions of chemical production. *Sanitary Doctor* 2017; 8: 14-20.
15. Roes A.L., Patel M. K. Life cycle risks for human health: a comparison of petroleum versus bio-based production of five bulk organic chemicals. *Risk Anal* 2007 Oct; 27(5): 1311-21. doi: 10.1111/j.1539-6924.2007.00959.x.
16. Chaturvedi P, Bhat N, Asawa K, Tak M, Bapat S, Gupta V.V. Assessment of Tooth Wear Among Glass Factory Workers: WHO 2013 Oral Health Survey. *J Clin Diagn Res* 2015; 9(8): 63-66. doi:10.7860/JCDR/2015/13904.6352.

17. Melnick R.L, Sills R.C, Roycroft J.H, Chou B.J, Ragan H.A, Miller R.A. Isoprene, an endogenous hydrocarbon and industrial chemical, induces multiple organ neoplasia in rodents after 26 weeks of inhalation exposure. *Cancer Res* 1994; 54: 5333-5339
18. Mikhailuts A. P., Pershin A. N., Maksimov S. A. Influence of occupational and environmental loads with harmful substances on the state of health of chemical production workers. *Acta Biomedica Scientifica* 2005; 8: 141-143.
19. Zhou Y.H, Li X.Q, Jin W, Yin L.G, Pu Y.P. Occupational Hazards and Risk Assessment of Benzene-Related Enterprises in Yangzhou City From 2014 to 2018. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi* 2019;.37(11): 831–834.
20. Strizhakov L. A., Fomin V. V., Garipova R. V., etc. Chronic kidney disease in the context of toxic effects of industrial chemical factors. *Therapeutic Archive* 2019; 91 (6): 110-115.

Поступила/Received: 08.04.2021

Принята в печать/Accepted: 25.05.2021.