

Научная статья

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ, ОБУСЛОВЛЕННОГО БОЛЕЗНЯМИ, СВЯЗАННЫМИ С РАБОТОЙ, НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕГО ПЕРИОДА ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

П.З. Шур, Н.В. Зайцева, В.А. Фокин, Д.А. Кирьянов, А.А. Хасанова

Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Увеличение возраста выхода на пенсию как пролонгация периода трудовой деятельности диктует необходимость увеличения продолжительности сохранения трудовой активности населения, в том числе и при длительном стаже работы. Особенно это актуально при работе с вредными условиями труда, которые могут быть причиной высокого уровня риска для здоровья работающих, обусловленного болезнями, связанными с работой.

Предложены методические подходы к установлению уровня персонального профессионального риска здоровью, учитывающие профессиональную обусловленность негативных ответов на воздействие факторов трудового процесса, патогенетических механизмов развития нарушений здоровья, их тяжесть, стаж и возраст работников. Для их реализации применен комплекс методов гигиенического и эпидемиологического анализа, клинико-лабораторное обследование работников, математическое моделирование и прогнозирование.

При опробовании этих подходов на примере оценки профессионального риска здоровью работников нефтедобывающей промышленности установлены параметры зависимости изменения предикторных показателей артериальной гипертензии в условиях воздействия производственного шума с изменением стажа и возраста ($b_0 = 0,1427$; $b_1 = 0,007$; $b_2 = -0,372$). Полученные параметры могут быть использованы при проведении оценки риска развития артериальной гипертензии в результате воздействия производственного шума для работников нефтедобывающей промышленности.

Персональный профессиональный риск, обусловленный артериальной гипертензией, у лиц, находящихся под воздействием производственного шума, на момент исследования превышает допустимый уровень ($1 \cdot 10^{-3}$) у 13 % работников (33 человека) в возрасте от 41 до 52 лет со стажем от 19,8 до 33 лет и составляет до $2,4 \cdot 10^{-2}$.

Максимальные значения персонального риска возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии, прогнозируемые к достижению возраста 59 лет, составят до $4,3 \cdot 10^{-2}$ и превысят допустимый уровень у 56,6 % работников, а к достижению 65 лет – $4,7 \cdot 10^{-2}$, при этом превышение приемлемого уровня будет для 64,8 % работников.

Ключевые слова: персональный профессиональный риск, оценка риска, профессионально обусловленные заболевания, сердечно-сосудистые заболевания, артериальная гипертензия, производственные факторы, шум, тяжесть трудового процесса.

В 2019 г. средняя продолжительность жизни в России достигла исторического максимума и составила 73,6 г. [1]. Увеличение ожидаемой продолжительности жизни вместе со снижением рождаемости

послужило основой для законодательного решения¹ повысить пенсионный возраст. Увеличение возраста выхода на пенсию обуславливает необходимость обеспечения улучшения состояния здоровья работ-

© Шур П.З., Зайцева Н.В., Фокин В.А., Кирьянов Д.А., Хасанова А.А., 2021

Зайцева Нина Владимировна – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

Шур Павел Залманович – доктор медицинских наук, ученый секретарь (e-mail: shur@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-3105>).

Фокин Владимир Андреевич – научный сотрудник отдела анализа риска здоровью (e-mail: fokin@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0539-7006>).

Кирьянов Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, заведующий отделом математического моделирования систем и процессов (e-mail: kda@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961>).

Хасанова Анна Алексеевна – младший научный сотрудник отдела анализа риска здоровью (e-mail: KhasanovaAA@inbox.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7438-0358>).

¹ О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам назначения и выплаты пенсий: Федеральный закон от 03.10.2018 № 350-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_308156/ (дата обращения: 06.06.2020).

ников, снижения заболеваемости неинфекционными заболеваниями и уменьшения инвалидизации в предпенсионном возрасте [2].

Увеличение возраста выхода на пенсию приводит к продлению периода трудовой активности населения, одним из негативных последствий которого может быть увеличение экспозиции вредных производственных факторов и, как следствие, профессионального риска для здоровья. При этом уровень профессионального риска здоровью определяется не только профессиональными заболеваниями, но и болезнями, связанными с работой (производственно обусловленными заболеваниями) [3]. К наиболее распространенным видам таких заболеваний, приводящим к наибольшему потере трудовой активности, связанным с временной нетрудоспособностью, относятся болезни органов кровообращения [4].

Развитие заболеваний, связанных с работой, в значительной мере зависит от индивидуальных характеристик работающих (исходного состояния здоровья, возраста, продолжительности работы в условиях воздействия вредных производственных факторов и пр.) [5–7]. Учет при оценке профессионального риска вместе с уровнем экспозиции вредных производственных факторов, индивидуальных характеристик работающих позволяет устанавливать персонализированные уровни риска практически для каждого работника, что весьма значимо при разработке мер по снижению риска, особенно медико-профилактических.

Формированию большинства заболеваний предшествует ряд функциональных нарушений, ассоциированных с патогенетическими механизмами их развития [8]. Для оценки таких нарушений применяются индикаторные прогностические показатели развития заболеваний – предикторы [9]. Анализ частоты выявления предикторных показателей в исследуемой группе может быть использован в оценке вероятности появления заболеваний до их клинической манифестации, что способствует получению более точных результатов оценки риска для здоровья, в том числе профессионального.

Современные методические подходы к оценке профессионального риска позволяют категоризовать его уровни с использованием классов условий труда, индекса профзаболеваний, создают основу для оценки степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой. Вместе с тем проблемы количественной оценки профессиональных рисков, обусловленных в том числе производственно обусловленными заболеваниями решены недостаточно полно. Также не в полной мере рассмотрены вопросы оценки персональных рисков для каждого работника с учетом индивидуальных характеристик здоровья, возраста и стажа.

В связи с этим актуальным представляется совершенствование методических подходов к оценке

и прогнозированию профессионального риска здоровью с учетом индивидуальных характеристик работающих. Результаты оценки персонального профессионального риска будут способствовать повышению обоснованности и повышению эффективности организационно-технических, административно-правовых и, в особенности, лечебно-профилактических мер по управлению им в течение всего периода трудовой деятельности работающих. Опробование предложенных подходов к оценке персонального профессионального риска целесообразно проводить на примере условий труда, характеризующихся воздействием комплекса вредных производственных факторов, отдельные из которых превышают гигиенические нормативы. Такая ситуация складывается в нефтедобывающей промышленности, где у работников регистрируются как профессиональные заболевания (нейросенсорная тугоухость), так и болезни, связанные с работой (артериальная гипертензия), препятствующие продолжению трудовой деятельности [10].

Цель исследования – разработка и апробация методических подходов к оценке персонального профессионального риска здоровью, обусловленного болезнями, связанными с работой, с учетом возраста, трудового стажа и уровня вредных производственных факторов.

Материалы и методы. Оценка персонального профессионального риска здоровью выполнялась по следующему алгоритму:

- анализ информации об условиях труда;
- эпидемиологический анализ показателей здоровья работников для оценки степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой;
- проведение клинко-лабораторных исследований состояния здоровья работников;
- оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой;
- математическое моделирование зависимости вероятности негативных ответов от условий труда, возраста и стажа;
- расчет с использованием полученной модели персонального риска здоровью, обусловленного заболеваниями, связанными с работой.

Предлагаемые методические подходы к оценке персонального профессионального риска здоровью предполагают использование комплекса методов, включая:

1. Анализ информации об условиях труда (данные специальной оценки условий труда, производственного лабораторного контроля), стаже и возрасте работающих, оценку классов условий труда в соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса»², категоризацию риска в соответствии с Р 2.2.1766-03

² Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / утверждено Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29 июля 2005 г. – М., 2005. – 142 с.

«Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»³.

2. Эпидемиологический анализ показателей здоровья работников для оценки степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой (производственной обусловленности заболеваний) по критериям отношения рисков (RR) и этиологической (EF) доли негативных ответов.

Клинико-лабораторные исследования у работающих предикторных показателей (определенных по результатам анализа литературных источников) производственно обусловленных заболеваний проводились специалистами отдела общей и профессиональной патологии (под руководством зам. директора по клинической работе д-р мед. наук О.Ю. Устиновой), отдела биохимических и цитогенетических методов диагностики (зав. д-р мед. наук М.А. Землянова), отдела иммунобиологических методов диагностики (зав. д-р мед. наук О.В. Долгих).

Для установления зависимости развития механизмов формирования заболеваний, связанных с работой, от воздействия производственного шума осуществлялось построение логистических регрессионных моделей зависимости вероятности негативных ответов от условий труда, возраста и стажа (формула 1). Данные модели количественно определяют зависимость вероятности отклонения от нормы предикторных показателей, характеризующих механизмы формирования производственно обусловленных заболеваний с учетом уровня воздействующего фактора, возраста и стажа работающих.

$$P_1 = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3)}} \quad (1)$$

где p_1 – вероятность отклонения предикторных показателей от нормы; x_1 – уровень экспозиции фактора; x_2 – стаж; x_3 – возраст; b_0, b_1, b_2 – параметры математической модели.

Определение параметров математической модели производилось методом наименьших квадратов с применением пакетов программ статистического анализа данных (Statistica 6.0). Оценка достоверности параметров и адекватности модели осуществлялась на основании однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера. В процессе построения моделей помимо проверок статистических гипотез проводилась экспертиза полученных зависимостей для оценки их биологической адекватности.

Для установления связи изменений предикторов заболеваний с уровнем заболеваемости (оценки реализации патогенетических механизмов) опреде-

лялась вероятность возникновения заболеваний, связанных с работой, у работников с признаками формирования механизмов развития негативных эффектов (предикторными показателями). Такая вероятность высчитывалась как разность частоты заболеваний в группах работников с признаками формирования механизмов развития негативных эффектов и без таковых.

Персональный риск здоровью, обусловленный отдельными заболеваниями, связанными с работой ($R^i_{\text{проф}}$), определялся по формуле (2)

$$R^i_{\text{проф}} = p_1 \cdot p_2^i \cdot G^i \quad (2)$$

где p_1 – вероятность отклонения предикторных показателей от нормы с учетом возраста работника; p_2 – вероятность возникновения i -х заболеваний, связанных с работой, у работников с признаками формирования механизмов развития негативных эффектов (предикторными показателями); G – тяжесть (серьезность) i -го заболевания, связанного с работой.

В качестве критерия приемлемости (допустимости) уровня профессионального риска здоровью рассматривалась величина $1 \cdot 10^{-3}$.

Результаты и их обсуждение. Опробование предложенных подходов производилось на примере изучения влияния условий труда на здоровье работников нефтедобывающей промышленности.

В ходе опробования предложенного алгоритма оценка условий труда проводилась по результатам производственного контроля и специального анализа условий труда 60 рабочих мест (256 операторов по добыче нефти и газа в группе исследования и 37 инженерно-технических работников в группе сравнения).

Информация о заболеваниях работающих, клинико-лабораторных предикторных показателях производственно обусловленных заболеваний была получена в результате специального медицинского обследования и по данным анализа обращаемости за медицинской помощью. По данным литературных источников прогипертензивное действие производственного шума находится в прямой зависимости от интенсивности, частоты и продолжительности его воздействия⁴. Изменения системы кровообращения при воздействии интенсивного производственного шума характеризуются развитием нейроциркуляторного синдрома и оксидантного стресса, протекающего с гипертензивными реакциями и тенденцией к переходу в артериальную гипертензию [11]. Ряд наблюдений свидетельствует о наличии механизмов, лежащих в основе нарушений функций сердечно-сосудистой системы, которые среди прочих вклю-

³ Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901902053> (дата обращения: 06.06.2020).

⁴ Кузьмина О.Ю. Клинико-эпидемиологические особенности метаболического синдрома у больших профессиональными заболеваниями: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Самара, 2009. – 24 с.

чают в себя эндотелиальную дисфункцию, жесткость сосудистой стенки и освещаются как ранние признаки сосудистого поражения при артериальной гипертензии [12–15]. Именно эндотелиальная дисфункция признается основным предиктором сердечно-сосудистых заболеваний [16–19].

В качестве предикторных для производственно обусловленной артериальной гипертензии показателей, изменяющихся в ходе реализации патогенетических механизмов оксидативного стресса и вегетативной дисфункции, астеновегетативного синдрома, периферического ангиодистонического синдрома, были исследованы малоновый диальдегид плазмы (293 пробы), кортизол (106 пробы), гидроперекись липидов (68 проб), адреналин (61 проба) [11].

Профессиональный состав работающих, занятых на выполнении вредных работ, представлен основной специальностью: оператор по добыче нефти и газа (ОДНГ). Рабочие места операторов характеризуются сходным набором вредных производственных факторов, все работники выполняют одинаковые профессиональные обязанности в условиях сходного режима работы.

Установлено, что на работников воздействуют следующие группы опасных и вредных производственных факторов: физические, химические и психофизиологические⁵. Условия труда работников, непосредственно связанных со сбором продукции скважин и предварительной подготовки нефти, характеризуются сочетанным воздействием производственного шума, вредных химических веществ и неблагоприятных параметров тяжести трудового процесса. Комплекс вредных производственных факторов химической природы представлен преимущественно веществами 2–4-го классов опасности (нефть и ее компоненты, а также сероводород). По результатам проведенной на предприятии оценки рабочих мест установлено, что, согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», на 100,0 % рабочих мест ОДНГ условия труда оценены как вредные. По результатам специальной оценки условий труда на рабочих местах уровень

шума достигает 80–85 дБА при нормативе 80 дБА, тяжесть трудового процесса относится к вредным условиям труда первой и второй степени, концентрации дигидросульфида по результатам производственного лабораторного контроля достигают разовых значений 6,9 мг/м³ (при нормативе 3 мг/м³). При этом по данным мониторинговых исследований содержания ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы) в воздухе рабочей зоны в течение всего периода наблюдений превышений максимальных разовых и среднесменных предельно допустимых концентраций (ПДК) установлено не было.

Основными производственными факторами, воздействующими на работников, определяя структуру риска, являются: шум, тяжесть трудового процесса, химический фактор (дигидросульфид в смеси с углеводородами).

Условия труда инженерно-технических работников (ИТР) при аттестации рабочих мест оценены как вредные на 100 % рабочих мест (класс условий труда 3.1). Производственные факторы, по которым класс условий труда отнесен к вредным, – напряженность трудового процесса (табл. 1).

В соответствии с руководством Р 2.2.1766-03 категория риска для операторов по добыче нефти и газа – средний (существенный) риск; для ИТР – малый (умеренный) риск.

Тяжесть труда в комплексе с повышенными уровнями шума способствует развитию и формированию нейросенсорной тугоухости вследствие нарушения церебральной гемодинамики [20]. Помимо этого тяжесть труда ускоряет дегенеративно-дистрофические процессы в позвоночнике и способствует более частому развитию полисегментарного остеохондроза [21].

На основе проведенного обследования выбранных контингентов, а также данных о заболеваемости работников, представленных предприятием, установлена структура заболеваемости в обеих группах. У значительной доли работников с выявленными нарушениями со стороны костно-мышечной системы – 11,8 % (различные формы дорсопатии и остеоартроза). Значительную долю в структуре заболеваний занимают заболевания сердечно-сосудистой системы – 15,5 %

Таблица 1

Классификация условий труда по результатам аттестации рабочих мест операторов по добыче нефти и газа согласно Р 2.2.2006-05

Участок	Профессии	Класс условий труда по интенсивности воздействия факторов						Общая оценка
		Химический	Шум (Лэкв.)	Микроклимат	Световая среда	Тяжесть труда	Напряженность труда	
1	ОДНГ 4р	3.1	2–3.1	2	2	3.1–3.2	2	3.2
2	ОДНГ 5р	3.1	2–3.1	2	2	3.1–3.2	2	3.2
3	ОДНГ 6р	3.1	2–3.1	2	2	3.1–3.2	2	3.2

⁵ ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-0-003-74-ssbt> (дата обращения: 06.06.2020).

(гипертензивная болезнь с преимущественным поражением сердца без сердечной недостаточности, сосудистая головная боль, варикозное расширение вен нижних конечностей), болезни желудочно-кишечного тракта – 5,3 % (гастродуодениты, холециститы, болезни поджелудочной железы), заболевания органов дыхания – 20,9 % (фарингиты, риниты, бронхиты, тонзиллиты). Помимо вышеупомянутых заболеваний в группе наблюдения отмечаются расстройства вегетативной (автономной) нервной системы – 1,99 %. Профессиональные заболевания у обследованных работников не регистрировались.

Производственная обусловленность у ОДНГ подтверждена только в отношении эссенциальной (первичной) гипертензии ($RR - 2,02$; $EF \% - 50,57$, Степень профессиональной обусловленности – средняя, $\chi^2 - 3,92$). В отношении других заболеваний связи с профессиональной деятельностью не выявлено.

Отклонения предикторных показателей, изменяющихся в ходе реализации патогенетических механизмов оксидативного стресса и вегетативной дисфункции, приводящих к развитию артериальной гипертензии, были выявлены у 51 % ОДНГ и 37 % ИТР.

В результате математического моделирования получены параметры зависимости изменения предикторного показателя артериальной гипертензии (уровня кортизола) под воздействием производственного шума с изменением стажа и возраста ($b_0 = 0,1427$; $b_1 = 0,007$; $b_2 = -0,372$). Полученные параметры были использованы при проведении оценки риска развития артериальной гипертензии в результате воздействия производственного шума.

Вероятность развития артериальной гипертензии у лиц с изменением выбранного предиктора (10 человек из 121) составила 0,083. Тяжесть артериальной гипертензии (G) – 0,578 [22, 23].

Предложенные методические подходы к установлению уровня персонального профессионального риска здоровью, учитывающие профессиональную обусловленность негативных ответов на воздействие факторов трудового процесса, патогенетических механизмов развития нарушений здоровья, их тяжесть, стаж и возраст работников, позволили установить значения персонального риска возникновения артериальной гипертензии, связанной с работой, для работников группы наблюдения.

Персональный риск возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии

(у лиц, находящихся под воздействием производственного шума) на момент исследования превышает допустимый уровень ($1 \cdot 10^{-3}$) у работников в возрасте от 41 до 52 лет, со стажем от 19,8 до 33 лет (33 человека, 13 % от группы наблюдения) и составляет от $1 \cdot 10^{-3}$ до $2,4 \cdot 10^{-2}$, что при максимальном стаже (33 года) существенно (до 24 раз) превышает допустимый уровень.

Данные оценки персонального риска возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии у работников группы наблюдения представлены в табл. 2.

Значения персонального риска возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии, прогнозируемые к достижению возраста 59 лет, превысят допустимый уровень у 56,6 % работников (145 человек), со стажем от 29,8 до 41,2 г. составляют от $1 \cdot 10^{-3}$ до $43 \cdot 10^{-3}$, что существенно (до 43 раз) превышает допустимый уровень.

Значения персонального риска возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии, прогнозируемые к достижению возраста 65 лет, превысят допустимый уровень у 64,8 % работников (166 человек), со стажем от 34,4 до 47,2 г. составляют от $1 \cdot 10^{-3}$ до $4,7 \cdot 10^{-2}$, что существенно (до 47 раз) превышает допустимый уровень.

Таким образом, при опробовании методических подходов к оценке персонального профессионального риска здоровью, обусловленного воздействием производственных факторов, показано, что такие подходы позволяют как количественно оценивать уровень риска для отдельных работников, так и осуществлять его прогнозирование на протяжении всего периода трудовой деятельности.

Выводы. Предложены методические подходы к установлению уровня персонального профессионального риска здоровью, обусловленного болезнями, связанными с работой, учитывающие профессиональную обусловленность негативных ответов на воздействие факторов трудового процесса, патогенетический механизм развития нарушений здоровья, их тяжесть, стаж и возраст работников.

При опробовании этих подходов на примере оценки профессионального риска для работников нефтедобывающей промышленности установлены параметры зависимости изменения предикторных показателей профессионально обусловленной артериальной гипертензии (на примере уровня кортизола)

Таблица 2

Данные оценки персонального риска возникновения артериальной гипертензии, связанной с работой, у работников группы наблюдения

Возрастная категория	Диапазон стажа работников с превышением уровня допустимого риска, лет	Диапазон значений, превышающих допустимый риск	Доля лиц с превышением допустимого уровня риска, %
Возраст от 41 до 52 лет (на момент исследования)	19,8–33	0,001–0,024	13
К достижению возраста 59 лет	29,8–41,2	0,001–0,043	56,6
К достижению возраста 65 лет	34,42–47,17	0,001–0,047	64,8

под воздействием производственного шума с изменением стажа и возраста ($b_0 = 0,1427$; $b_1 = 0,007$; $b_2 = -0,372$). Полученные параметры могут быть использованы при проведении оценки риска развития артериальной гипертензии в результате воздействия производственного шума для работников нефтедобывающей промышленности.

Предложенные подходы позволяют количественно оценивать уровень риска для отдельных работников и прогнозировать его на протяжении всего периода трудовой деятельности. Так, персональный риск возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии (у лиц, находящихся под воздействием производственного шума) на момент исследования превышает допустимый уровень ($1 \cdot 10^{-3}$) у 13 % (в возрасте от 41 до 52 лет, со стажем от 19,8 до 33 лет) и составляет до $2,4 \cdot 10^{-2}$. Максимальные значения персонального риска возникновения артериальной гипертензии, связанной с работой, прогнозируемые к достижению возраста 59 лет, составляют до $4,3 \cdot 10^{-2}$ и превысят допустимый уровень у

56,6 % работников, а к достижению 65 лет – $4,7 \cdot 10^{-2}$, при этом превышение приемлемого уровня будет для 64,8 % работников.

Для категории работников с недопустимыми значениями персонального риска возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии на момент исследования предложены медико-профилактические мероприятия в виде расширения программы медицинского обследования с целью определения уровней предикторов артериальной гипертензии (кортизол, гидроперекись липидов, малоновый диальдегид плазмы), применения более эффективных средств индивидуальной защиты (снижающих воздействие шума на 10 и более дБА), а также пересмотр режима труда и отдыха.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Продолжительность жизни в России достигла исторического максимума [Электронный ресурс] // КарелInform. – 2020. – URL: <https://karelinform.ru/news/society/22-04-2020/prodolzhitelnost-zhizni-v-rossii-dostigla-istoricheskogo-maksimuma> (дата обращения: 15.05.2020).
2. Гундаров И.А., Сафонов А.Л. Задачи здравоохранения и профсоюзов в преодолении кадрового демографического кризиса в России // Труд и социальные отношения. – 2015. – № 4. – С. 23–35.
3. Профессиональный риск. Теория и практика расчета: монография / под ред. А.Г. Хрупачева, А.А. Хадарцева. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. – 330 с.
4. Леонов С.А., Сон И.М., Моравская С.В. Динамика заболеваемости с временной утратой трудоспособности в Российской Федерации в 2007–2011 годах // Менеджер здравоохранения. – 2013. – № 8. – С. 6–14.
5. Сбережение здоровья работающих и предиктивно-превентивно-персонифицированная медицина / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко, Л.П. Кузьмина // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 6. – С. 7–12.
6. Лужников Е.А. Клиническая токсикология. – 2-е изд. – М.: Медицина, 1994. – 256 с.
7. Технологии персонального мониторинга и оптимизации условий труда работников «шумовых профессий» / В.Н. Зинкин, С.П. Драган, В.И. Солнцев, А.Д. Котляр-Шапиров, Е.А. Кондратьева // Безопасность жизнедеятельности: вызовы и угрозы современности, наука, образование, практика. – 2015. – С. 344–348.
8. Казмирова О.В., Газалиева М.А. Перспективы изучения коморбидных состояний в клинической медицине // Медицина и экология. – 2017. – Т. 84, № 3. – С. 8–16.
9. Современные подходы к оценке персонального профессионального риска в химических производствах / Т.М. Рыбина, Т.М. Сушинская, С.М. Чубрик, А.Л. Рыбина, И.В. Гинько, А.В. Иовве // Здоровье и безопасность на рабочем месте: материалы II международного научного форума. – 2017. – С. 217.
10. Федосов А.В., Закирова З.А., Гусева И.Е. Профессиональные риски работников нефтяной промышленности // Безопасность труда в промышленности. – 2016. – № 6. – С. 70–73.
11. Фролькис В.В. Биология старения. – М.: Наука, 1982. – 616 с.
12. Мовержоз С.В., Булычева Е.В., Сетко Н.П. Физиолого-гигиеническая характеристика факторов риска развития артериальной гипертензии у машинистов нефтехимического предприятия // Оренбургский медицинский вестник. – 2018. – Т. 6, № 4 (24). – С. 31–34.
13. Park S. Role of Inflammation in the Pathogenesis of Arterial Stiffness // Yonsei Med J. – 2012. – Vol. 53, № 2. – P. 258–261. DOI: 10.3349/ymj.2012.53.2.258
14. Vascular Stiffness and Increased Pulse Pressure in the Aging Cardiovascular System / J. Stepan, V. Barodka, D.E. Berkowitz, D. Nyhan // Cardiology Research and Practice. – 2011. – Vol. 2011. – P. 263585. DOI: 10.4061/2011/263585
15. Куликов В.П. Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний. – М.: ООО Фирма «Стром», 2007. – 512 с.
16. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Моисеев В.С. Артериальная гипертензия. Ключи к диагностике и лечению. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 864 с.
17. Сучков И.А. Коррекция эндотелиальной дисфункции: современное состояние проблемы (обзор литературы) // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2012. – Т. 20, № 4. – С. 151–157.
18. Киричук В.Ф., Глыбочко П.В., Пономарева А.И. Дисфункция эндотелия. – Саратов: Изд-во Саратовского мед. ун-та, 2008. – 129 с.
19. Hedner T., Hansson L., Himmelmann A. Endothelial Dysfunction – A Challenge for Hypertension Research // Blood Pressure. – 2000. – Vol. 9, № 1. – P. 2–3. DOI: 10.1080/080370500439353

20. Endothelial Dysfunction as a Target for Prevention of Cardiovascular Disease / D. Versari, E. Daghini, A. Viridis, L. Ghiadoni, S. Taddei // *Diabetes Care*. – 2009. – Vol. 32, № 2. – P. 314–321. DOI: 10.2337/dc09-S330

21. Дедунов С.В. Особенности сочетанного действия шума и вибрации на формирование профессиональной сенсоневральной тугоухости // *Здоровье и окружающая среда: сборник материалов международной научно-практической конференции* / под ред. Н.П. Жуковой. – Минск, 2019. – С. 179–180.

22. Профессиональная нейроортопедическая патология при воздействии вибрации и физических нагрузок / Г.Н. Лагутина, И.Е. Рудакова, В.В. Матюхин, Э.Ф. Шардакова // *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. – 2006. – Т. 49, № 3. – С. 87–89.

23. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.: Пермь: Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2014. – 738 с.

*Методические подходы к оценке персонального профессионального риска здоровью, обусловленного болезнями, связанными с работой, на протяжении всего периода трудовой деятельности / П.З. Шур, Н.В. Зайцева, В.А. Фокин, Д.А. Кирьянов, А.А. Хасанова // *Анализ риска здоровью*. – 2021. – № 1. – С. 82–89. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.08*

UDC 613.6.027

DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.08.eng

Read
online



Research article

METHODICAL APPROACHES TO ASSESSING INDIVIDUAL OCCUPATIONAL HEALTH RISK CAUSED BY WORK-RELATED DISEASES DURING THE WHOLE EMPLOYMENT PERIOD

P.Z. Shur, N.V. Zaitseva, V.A. Fokin, D.A. Kiryanov, A.A. Khasanova

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

An increase in retirement age means that employment period is prolonged; it calls for preserving people's working capacities for a longer period of time including those with long-term working experience. It is especially vital when it comes to adverse working conditions that might cause high health risks for workers due to work-related diseases.

We suggested methodical approaches to determining individual occupational health risks; these approaches took into account occupationally induced negative responses to impacts exerted by work-related factors; pathogenetic mechanisms of health disorders occurrence; gravity of health disorders; workers' age and working experience. To implement these approaches, we applied a set of procedures that included hygienic and epidemiologic analysis, clinical and laboratory examination of workers, mathematic modeling and prediction.

We tested these approaches via assessing occupational health risks for workers employed at oil-extracting enterprises and it allowed us to determine parameters of dependence between changes in arterial hypertension predictors under exposure to occupational noise and changes in age and working experience ($b_0 = 0.1427$; $b_1 = 0.007$; $b_2 = -0.372$). The obtained parameters can be used in assessing risks of arterial hypertension occurrence due to exposure to occupational noise for workers employed in oil extraction.

Individual occupational risk caused by arterial hypertension in people exposed to occupational noise was higher than its permissible level ($1 \cdot 10^{-3}$) for 13% workers (33 people) aged from 41 to 52 and working experience from 19.8 to 33 years; the risk detected in our research amounted up to $2.4 \cdot 10^{-2}$.

© Shur P.Z., Zaitseva N.V., Fokin V.A., Kiryanov D.A., Khasanova A.A., 2021

Nina V. Zaitseva – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

Pavel Z. Shur – Doctor of Medical Sciences, Academic Secretary (e-mail: shur@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-3105>).

Vladimir A. Fokin – Researcher at the Health Risk Analysis Department (e-mail: fokin@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0539-7006>).

Dmitrii A. Kiryanov – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Mathematical Modeling of Systems and Processes (e-mail: kda@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961>).

Anna A. Khasanova – Junior Researcher in the Health Risk Analysis Department (e-mail: KhasanovaAA@inbox.ru; tel.: +7 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7438-0358>).

Maximum individual risks of work-related arterial hypertension that are predicted to occur at an age close to 59 years amount up to $4.3 \cdot 10^{-2}$ and they will be higher than permissible levels for 56.6% работников; at an age close to 65 years, up to $4.7 \cdot 10^{-2}$, and they will be higher than permissible levels for 64.8% workers.

Key words: individual occupational risk, risk assessment, work-related diseases, cardiovascular diseases, arterial hypertension, occupational factors, noise, labor hardness.

References

1. Prodolzhitel'nost' zhizni v Rossii dostigla istoricheskogo maksimuma [Life expectancy in Russia has reached its historical maximum]. *Karelinform*, 2020. Available at: <https://karelinform.ru/news/society/22-04-2020/prodolzhitel'nost-zhizni-v-rossii-dostigla-istoricheskogo-maksimuma> (15.05.2020) (in Russian).
2. Gundarov I.A., Safonov A.L. Goals of the health service and trade unions to overcome the human resources population crisis in Russia. *Trud i sotsial'nye otnosheniya*, 2015, no. 4, pp. 23–35 (in Russian).
3. Professional'nyi risk. Teoriya i praktika rascheta: monografiya [Occupational risk. Theory and practice of calculating it: a monograph]. In: A.G. Khrupacheva, A.A. Khadartseva eds. Tula, Izd-vo TulGU Publ., 2011, 330 p. (in Russian).
4. Leonov S.A., Son I.M., Moravskaya S.V. Dynamics of morbidity with a temporary disability in Russian Federation in the period of 2007–2011 years. *Menedzher zdnavookhraneniya*, 2013, no. 8, pp. 6–14 (in Russian).
5. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V., Kuz'mina L.P. Protecting health of workers and predictive preventive personified medicine. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2013, no. 6, pp. 7–12 (in Russian).
6. Luzhnikov E.A. Klinicheskaya toksikologiya [Clinical toxicology]. 2nd edition. Moscow, Meditsina Publ., 1994, 256 p. (in Russian).
7. Zinkin V.N., Dragan S.P., Solntsev V.I., Kotlyar-Shapiro A.D., Kondrat'eva E.A. Tekhnologii personal'nogo monitoring i optimizatsii uslovii truda rabotnikov «shumovykh professii» [Technologies for individual monitoring and working conditions optimization for workers with «noisy occupations»]. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: vyzovy i ugrozy sovremennosti, nauka, obrazovanie, praktika*, 2015, pp. 344–348 (in Russian).
8. Kazimirova O.V., Gazalieva M.A. Prospects for the study of comorbid states in clinical medicine. *Meditsina i ekologiya*, 2017, vol. 84, no. 3, pp. 8–16 (in Russian).
9. Rybina T.M., Sushinskaya T.M., Chubrik S.M., Rybina A.L., Gin'ko I.V., Iovve A.V. Sovremennye podkhody k otsenke personal'nogo professional'nogo riska v khimicheskikh proizvodstvakh [Contemporary approaches to assessing individual occupational health risks at chemical productions]. *Zdorov'e i bezopasnost' na rabochem meste: materialy II mezhdunarodnogo nauchnogo foruma*, 2017, pp. 217 (in Russian).
10. Fedosov A.V., Zakirova Z.A., Guseva I.E. Professional'nye riski rabotnikov nefyanoi promyshlennosti [Occupational health risks for workers employed in oil industry]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2016, no. 6, pp. 70–73 (in Russian).
11. Frol'kis V.V. Biologiya stareniya [Biology of ageing]. Moscow, Nauka Publ., 1982, 616 p. (in Russian).
12. Movergoz S.V., Bulycheva E.V., Setko N.P. Physiological and hygienic characteristics of risk factors of development of arterial hypertension in machinists of petrochemical enterprise. *Orenburgskii meditsinskii vestnik*, 2018, vol. 6, no. 4 (24), pp. 31–34 (in Russian).
13. Park S. Role of Inflammation in the Pathogenesis of Arterial Stiffness. *Yonsei Med J*, 2012, vol. 53, no. 2, pp. 258–261. DOI: 10.3349/ymj.2012.53.2.258
14. Stepan J., Barodka V., Berkowitz D.E., Nyhan D. Vascular Stiffness and Increased Pulse Pressure in the Aging Cardiovascular System. *Cardiology Research and Practice*, 2011, vol. 2011, pp. 263585. DOI: 10.4061/2011/263585
15. Kulikov V.P. Ul'trazvukovaya diagnostika sosudistykh zabolevanii [Ultrasound diagnostics of cardiovascular diseases]. Moscow, OOO Firma «Strom» Publ., 2007, 512 p. (in Russian).
16. Kobalava Zh.D., Kotovskaya Yu.V., Moiseev B.C. Arterial'naya gipertoniya. Klyuchi k diagnostike i lecheniyu [Arterial hypertension. Keys to its diagnostics and treatment]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2009, 864 p. (in Russian).
17. Suchkov I.A. Correction of endothelial dysfunction: current status of the problem (literature review). *Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*, 2012, vol. 20, no. 4, pp. 151–157 (in Russian).
18. Kirichuk V.F., Glybochko P.V., Ponomareva A.I. Disfunktsiya endoteliya [Endothelial dysfunction]. Saratov, Izd-vo Saratovskogo med. un-ta Publ., 2008, 129 p. (in Russian).
19. Hedner T., Hansson L., Himmelmann A. Endothelial Dysfunction – A Challenge for Hypertension Research. *Blood Pressure*, 2000, vol. 9, no. 1, pp. 2–3. DOI: 10.1080/080370500439353
20. Versari D., Daghini E., Virdis A., Ghiadoni L., Taddei S. Endothelial Dysfunction as a Target for Prevention of Cardiovascular Disease. *Diabetes Care*, 2009, vol. 32, no. 2, pp. 314–321. DOI: 10.2337/dc09-S330
21. Dedunov S.V. Osobennosti sochetannogo deystviya shuma i vibratsii na formirovanie professional'noi sensonevral'noi tugoukhosti [Peculiarities of combined effects produced by noise and vibration on occupational sensorineural hearing loss occurrence]. *Sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda»*. In: N.P. Zhukova ed. Minsk, 2019, pp. 179–180 (in Russian).
22. Lagutina G.N., Rudakova I.E., Matyukhin V.V., Shardakova E.F. Occupational neuroorthopedical pathology at influence of vibration and physical loading. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*, 2006, vol. 49, no. 3, pp. 87–89 (in Russian).
23. Health risk analysis in the strategy of state social and economical development. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. Moscow, Perm', Izdatel'stvo Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta Publ., 2014, 738 p. (in Russian).

Shur P.Z., Zaitseva N.V., Fokin V.A., Kiryanov D.A., Khasanova A.A. Methodical approaches to assessing individual occupational health risk caused by work-related diseases during the whole employment period. Health Risk Analysis, 2021, no. 1, pp. 82–89. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.08.eng

Получена: 30.09.2020

Принята: 17.11.2020

Опубликована: 30.03.2021