



Обзорная статья

К НЕКОТОРЫМ ПРОБЛЕМАМ ХРОНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА НА ОРГАНИЗМ РАБОТАЮЩИХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В.Ф. Спирин, А.М. Старшов

Саратовский медицинский научный центр гигиены – филиал Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 410022, г. Саратов, ул. Заречная, 1а

Особое значение проблема хронического воздействия шума приобретает в условиях производства, поскольку это связано не только с нарушением качества жизни работников, но и с изменением их профессиональной деятельности. Нейросенсорная тугоухость профессионального генеза занимает первое место в списке профзаболеваний от воздействия физических факторов на производстве. Нейросенсорная тугоухость, как и любое другое профессиональное заболевание, создает проблемы сохранения трудовых ресурсов страны и определяет значительные экономические потери. В связи с этим разработка ранней диагностики, выяснение всего спектра рисков, прямо или косвенно определяющих формирование нарушения слуха, совершенствование на их основе системы профилактики для работников, подвергающихся шумовому фактору на производстве, являются чрезвычайно важным направлением научных исследований.

Произведен обзор литературных данных за последние 5–7 лет. Было проанализировано более 100 научных материалов по указанной проблеме. В обзоре представлены сведения из 61 источника, которые наиболее корректно отвечали поставленной задаче.

Анализ научной литературы позволил сделать заключение о том, что нарушение слуха из-за хронического воздействия шума на производстве является одной из важных проблем медицины труда в мире. Показано, что шумовой фактор кроме непосредственного влияния на слуховой аппарат оказывает выраженное негативное действие на многие органы и системы, вызывая различную степень нарушений их деятельности, которые прямо или косвенно могут усугублять развитие нарушения слуха у работающих на производстве.

Ключевые слова: производственный шум, вибрация, нейросенсорная тугоухость, распространенность, гигиена труда, факторы риска, гипертоническая болезнь, качество жизни, курение, алиментарный фактор.

В современных условиях в соответствии с одним из важнейших направлений деятельности государства в области трудовых отношений и охраны труда является обеспечение условий, призванных предельно минимизировать риски снижения численности населения России и обеспечить его оптимальный возрастной состав. В связи с этим актуальной задачей медицины труда является проведение исследований в рамках государственных программ, направленных на обоснование гигиенических регламентов по обеспечению безопасных и комфортных условий труда и снижению рисков развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний работников, имеющих контакт с неблагоприятными гигиеническими факторами на производстве.

Современные вызовы ставят перед учеными в области медицины труда задачу по разработке новых подходов к обоснованию регламентов, направленных на снижение или исключение неблагоприятного воздействия производственной среды на работающих. Это неизбежно потребует разработки системы профилактики, обеспечивающей сохранение трудового долголетия, улучшение качества жизни работающих, повышение престижности профессий, связанных с воздействием вредных и опасных гигиенических факторов.

Несмотря на значительные успехи в этом направлении, до настоящего времени во всем мире во многих производственных отраслях работающие находятся в условиях неблагоприятного воздействия на их организм гигиенических факторов, значитель-

© Спирин В.Ф., Старшов А.М., 2021

Спирин Владимир Федорович – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом гигиены труда (e-mail: vlad.spirin2011@yandex.ru; тел.: 8 (8452) 92-30-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2987-0099>).

Старшов Андрей Михайлович – научный сотрудник (e-mail: labergphys@gmail.com; тел.: 8 (8452) 92-30-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6499-0459>).

но превышающих допустимые нормы¹. Эта проблема сохраняется во многих производственных отраслях в Российской Федерации, что негативно отражается на трудовом долголетии работников [1].

К основным производствам, в которых работники подвергаются воздействию неблагоприятных гигиенических физических факторов, относятся: угледобывающая, нефтеперерабатывающая, металлургическая промышленность, сельское хозяйство, авиапредприятия и др. Естественно, что в указанных отраслях отмечаются высокие уровни профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости, в значительной степени влияющей на ухудшение демографической ситуации в стране, создавая определенную «напряженность» в экономических и социальных аспектах. X. Li и et al. [2] в своей работе, указывая на высокую агрессивность шума на производстве в развитии нейросенсорной тугоухости (НСТ) у работников, приводят данные ВОЗ, свидетельствующие о том, что почти полмиллиарда человек в мире в той или иной степени имеют различные проблемы со слухом, которые не излечимы и обходятся в 750 млрд долларов США.

Современное развитие мировой экономики, призванное максимально удовлетворить возрастающие социально-бытовые потребности населения, неизбежно связано с наращиванием все более прогрессивных технологий в производстве, многие из которых по-прежнему сопряжены с генерацией шума, в том числе превышающего допустимые уровни. Так, даже в индустриально развитой Южной Корее из более 52 тысяч предприятий, связанных с генерацией шума, в 64,6 % случаев уровень шума превышал 80–90 дБА.

Жизнь современного человека в значительной степени связана также с бытовой шумовой экосистемой. Имеются данные о распространенности нарушений слуха у 10,7 % из 164 770 обследованных методом случайной выборки, не ассоциированных с производством [3].

Популяционные исследования в динамике за 25 лет свидетельствовали о том, что работники с профессиональными заболеваниями имели более низкую продолжительность жизни по сравнению с теми, у кого таковые не диагностировались [4]. Авторами было показано, что шахтеры с профессиональными заболеваниями умерли от болезней, которые в 92,6 % имели этиологическую связь с их условиями труда. При этом следует подчеркнуть, что на это производство с наличием вредных производственных факторов принимаются лица, обладающие наилучшими функциональными показателями организма, прошедшие более тщательный медицинский контроль. Естественно, что улучшение всего комплекса социально-гигиенических факторов, в том числе и производственных, будет благоприятно ска-

зываться на показателях общей продолжительности жизни работающих [5].

Вместе с тем в настоящее время существует ряд проблем, которые в разной степени не обеспечивают качество медицинских осмотров работающих на производстве. При изучении условий труда и оказания медицинской помощи работникам промышленных предприятий и сельского хозяйства многие авторы указывают на серьезные недостатки в проведении периодических медицинских осмотров (ПМО) и регистрации у трудящихся профессиональных заболеваний (ПЗ) [6–10]. Очень часто при проведении ПМО в профцентрах у отдельных работников, работающих во вредных условиях труда, впервые устанавливаются 2–3 профзаболевания, что, к сожалению, неизбежно ведет к росту инвалидности у этих людей [11, 12]. На серьезные недостатки в проведении медосмотров работников, занятых на производстве с высоким уровнем шума, в своих исследованиях указывает И.В. Тихонова [13, 14]. Следует также подчеркнуть, что в РФ клинические специалисты не всегда придерживаются единого подхода в формировании клинического диагноза при потере слуха, связанного с воздействием шума. Это, к сожалению, может влиять и на общую оценку состояния профпатологической службы в стране в целом, а также на принятие управленческих решений, разработку адекватной системы профилактики и, в конечном счете, отрицательно сказываться на состоянии трудового потенциала в ведущих отраслях производства и агропромышленном комплексе, а также формировать негативное отношение у молодых людей к профессиям в шумовых производствах.

В научных исследованиях накоплен большой опыт о распространенности НСТ у работающих под воздействием шума на производстве [12, 15–17]. Следует подчеркнуть, что в последние годы заболеваемость профессиональной НСТ увеличилась в 2–2,5 раза [18, 19].

В структуре профессиональной заболеваемости (ПЗ) нейросенсорная тугоухость занимает одно из ведущих мест [17–22]. К сожалению, распространенность НСТ у работников шумных профессий по-прежнему остается на высоком уровне [16]. Удельный вес НСТ среди общего числа ПЗ достигает 73 % у работников железнодорожного транспорта, более 20 % – у механизаторов сельского хозяйства. Нарушение слуха часто является причиной ограничений в профессиональной деятельности. Так, в 85 % причиной недопуска членов летных экипажей к работе является НСТ [23]. Несмотря на принимаемые на всех уровнях меры профилактики, профессиональные заболевания органа слуха от воздействия производственного шума не имеют тенденции к снижению [9, 24–27].

У больных НСТ в сочетании с вибрационной болезнью отмечается значительное снижение адап-

¹ Российский статистический ежегодник. 2017. – М.: Росстат, 2017. – 686 с.

тационного потенциала системы кровообращения [28]. При влиянии на работников указанных гигиенических факторов авторы выявили срыв адаптации у 14 % обследованных, неудовлетворительную адаптацию – у 43,33 %. На сложные полиэтиологические процессы в формировании нейросенсорной тугоухости у работников шумных профессий указывал еще И.Б. Солдатов в 1997 г.²

В последние годы полученные данные позволяют с этиологической точки зрения более пристально рассматривать формирование НСТ в условиях общих шумовых нагрузок вне производственной среды. В этом плане научный интерес представляют материалы К.П. Лужецкого с соавт. [29], посвященные обследованию состояния здоровья населения, проживающего в зоне крупного авиационного узла, позволившие выявить у детей в возрасте 4–7 лет более чем в 5 % случаев двухстороннюю кондуктивную форму тугоухости, у 30,3 % обследованных установить ухудшение функции слухового анализатора с формированием тугоухости легкой степени по смешанному типу. На опасность влияния шумовых нагрузок на детей школьного возраста и подростков указывают результаты исследований других авторов, выявивших значительные отклонения в состоянии органа слуха [30]. Результаты этих исследований позволяют предполагать целесообразность учета шумовых нагрузок школьников, выбирающих в будущем профессию, связанные с наличием шума на производстве, так как «звуковые атаки» наушников в сочетании с наружным шумом приводят к поражению волосковых клеток внутреннего уха. При длительном воздействии агрессивной музыки (есть нормы по NIOSH) у современных молодых «меломанов» эти процессы могут приводить к нарушению слуха. Можно допустить, что у этих лиц при работе в шумовых профессиях развитие НСТ будет проходить более быстрыми темпами, не укладываясь в общепринятую концепцию о сроках возникновения рассматриваемой патологии, что необходимо будет учитывать при разработке профилактических мероприятий на производстве. В этом плане определенный интерес представляют результаты проведенных исследований, указывающих на возможную вероятность нарушения слуха, связанного как с работой, так и с музыкальной нагрузкой [31].

Об учете предшествующего воздействия шума на органы слуха свидетельствуют и результаты исследований, выявивших более выраженные уровни потери слуха у рабочих, проходивших военную службу с использованием стрелкового оружия, по сравнению с теми, кто не проходил военную службу [32]. Авторы полагают, что военная служба является фактором риска, способствующим развитию ранних форм поражения слуха. На фактор «военной службы», значительно влияющий на развитие потери

слуха, указывают исследования, проведенные в Корее [3]. В связи с этим следует обратить внимание на возможность дискриминации лиц, проходивших военную службу в танковых, артиллерийских, авиационных войсках, в ограничении при трудоустройстве их на производства с высоким уровнем шума в целях «профилактики» развития профессиональной НСТ.

Важно также учитывать, что на производстве воздействие шума на организм работающих происходит не изолированно, а в сочетании с другими гигиеническими факторами: вибрацией, микроклиматическим дискомфортом, широким спектром химических соединений различного класса опасности и др. Поэтому можно полагать, что формирование того или иного патологического процесса в организме происходит на фоне их комплексного воздействия и при вовлечении на уровне напряжения всех систем организма для поддержания гомеостаза на оптимальном уровне. Некоторые исследователи оправданно считают важным изучение, в первую очередь, влияния химических соединений, обладающих выраженным действием на центральную нервную систему, на снижение слуха у работников [3]. Поэтому определенное внимание научного сообщества, занятого проблемой потери слуха, может быть обращено на изучение совместного действия шума и химических соединений. Отсутствие стандартов по изучению их совместного действия делает данную проблему актуальной, принимая во внимание бурное развитие химической промышленности с использованием вновь синтезируемых, часто высокоагрессивных соединений во всем мире.

Несмотря на хорошо изученную природу шума как физического фактора, еще остается много неясного в его воздействии на организм в целом [33]. Представляют интерес исследования авторов о появлении шума в ушах у лиц, подверженных воздействию производственного шума [3]. Исследователи полагают, что шум в ушах может явиться начальным признаком профессиональной тугоухости и инвалидности в последующем. Несмотря на то что ученые, проведя исследования на большом материале, полученном при анкетировании, не связывали это положение ни с возрастом, ни со стажем, данный факт заслуживает определенного внимания. С учетом специфики технологических процессов в различных отраслях промышленности и в агропромышленном комплексе, реализации там системы профилактических мероприятий и разработанных систем труда и отдыха, все еще остаются проблемы по регламентации шумовибрационных факторов на производстве, оценке рисков, а также разработке мер по их профилактике [21, 22, 34].

Таким образом, при оценке профессионального риска негативного влияния длительного воздействия шума на здоровье работающих важно учитывать,

² Солдатов И.Б. Руководство по оториноларингологии. – М.: Медицина, 1997. – 608 с.

что кроме специфического воздействия на слуховой аппарат он обладает выраженным биологическим действием на многие органы и системы, значительно угнетая адаптационные возможности организма [35–37].

Е.Л. Базарова с соавт. [38] при обследовании работников металлургического предприятия на анализе большого клинического материала заключили, что воздействие шума является производственным стрессором «большой биологической активности и может служить пусковым механизмом развития патологии многих органов и систем организма». О широком спектре негативного влияния на организм указывают результаты исследований, свидетельствующие о том, что темп биологического старения у лиц, подвергающихся воздействию шума и вибрации, в 1,14 раза выше по сравнению с контрольными данными, а фактический биологический возраст превышает в среднем более чем на 10 лет [39].

Проведенные исследования позволили доказать высокую агрессивность низкочастотных шумов, проявляющуюся в повышении хромосомных аберраций в клетках костного мозга и увеличении содержания *nm* ДНК в плазме крови даже при однократном воздействии [33]. Исследованиями последних лет установлено, что широкополосный шум вызывает функциональное расстройство организма, характеризующееся значительным спектром физиологических манифестаций: головные боли, нарушение сна, утомляемость, раздражительность и др., что в определенной степени влияет на ухудшение качества жизни и работоспособность работающих. Это позволяет рассматривать негативное действие шумового фактора с более широких позиций, а не только уязвимости слухового аппарата. В то же время следует отметить, что при установленном достаточно высоком повреждающем воздействии шума на здоровье водителей показана высокая степень их адаптации к этому фактору. Субъективно 64 % из числа опрошенных считают, что шум на рабочем месте не оказывает на них отрицательного воздействия [40].

В научном сообществе четко прослеживается единая точка зрения о неблагоприятном влиянии производственного шума на состояние сердечно-сосудистой системы работников в различных отраслях производства [41].

Имеются сведения о том, что у работников шумоопасных профессий отмечаются достоверные изменения показателей функционирования сердечно-сосудистой системы с формированием высокого уровня кардиоваскулярного риска [41–45]. Это, безусловно, позволяет рассматривать вопрос по формированию новых подходов к обоснованию и реализации профилактических мероприятий по снижению неблагоприятного действия производственного шума на организм работников.

В публикациях последних лет все чаще важная роль отводится физическим факторам (шум, вибра-

ция) в формировании гипертонической болезни [42, 46–48]. Авторами установлено, что наиболее значимый вклад при воздействии комплекса неблагоприятных факторов производственной среды (шум, вибрация, аэрозоли, статическая и динамическая нагрузка) в развитии гипертонической болезни принадлежит шуму. Эта специфика действия также была подтверждена результатами исследований при оценке риска развития артериальной гипертензии в условиях воздействия шумового и химического факторов [49].

М.А. Землянова с соавт., доказав связь гипертонической болезни с шумом у работников рудообогатительных производств, установили у обследованных и нарушения функционального состояния эндотелия. Авторы обосновали биомаркеры, корректно отражающие уровень эндотелиальной дисфункции у лиц, подвергающихся хроническому шумовому воздействию [50].

Следует также отметить, что исследованиями последних лет установлена прямая зависимость между распространением артериальной гипертензии и длительностью воздействия производственного шума на организм работающих [47]. Авторами показано, что у обследованных работников металлургических предприятий при стаже работы 15 лет и более в 24,1 % случаев развивается артериальная гипертензия.

Подобные результаты были получены X. Li et al. при обследовании более 5 тысяч работников, подвергающихся на производстве воздействию шума выше 85 дБА: при стаже работы более 10 лет у работников была установлена артериальная гипертензия и одновременно снижение слуха [51]. Важно отметить заключение авторов о том, что у трудящихся в возрасте от 30 до 45 лет производственный шум приводил к высокому риску развития как артериальной гипертензии, так и потери слуха. С.А. Еселевич с соавт. также установили у работников этой возрастной группы развитие начальной стадии НСТ при стаже работы в условиях производственного шума, соответствующем в среднем шести годам [52]. Имеются результаты исследований, показывающие не только стажевую зависимость формирования НСТ от воздействия производственного шума, но и развитие артериальной гипертензии и дислипидемии у этих работников, что позволяет авторам обоснованно рекомендовать в общей системе профилактики нарушений слуха проведение коррекции артериальной гипертензии и липидемии [53].

На наш взгляд, следует обратить внимание на результаты исследований ученых, которые на основе обследования более четверти миллиона работающих в условиях шума делают заключение о том, что именно артериальная гипертензия является причиной развития потери слуха [54]. И хотя авторы полагают, что механизм установленного факта не совсем ясен, можно с осторожностью полагать, что артериальная гипертензия, создавая состояние гипоксии при недостаточном «обеспечении» слухово-

го аппарата, способствует формированию условий, приводящих к нарушению слуха. Это обстоятельство в определенной степени может быть объяснено работами исследователей, показавшими роль *stria vascularis* в гомеостазе среднего уха в условиях гипоксии [55].

Следует отметить, что у лиц, работающих в условиях воздействия шума и вибрации, было выявлено нарушение нервной регуляции сердца и нейрогормональной регуляции [42, 56].

Важным, на наш взгляд, является установление факта потенцирующего действия производственного шума на допороговых уровнях в сочетании с другими производственными факторами химической природы [36]. Таким образом, при уровнях шума, даже незначительно превышающих допустимые значения, в сочетании с другими гигиеническими факторами, в первую очередь с химическими, в критерии оценки риска для здоровья работающих необходимо включать дополнительные оценочные данные, а также учитывать их при обосновании программ профилактики и при проведении периодических медицинских осмотров.

Во многих исследованиях авторами все активнее обосновывается концепция качества жизни, связанная со здоровьем работающих во вредных условиях труда с целью более совершенного обоснования подхода для разработки современных технологий по управлению рисками. Необходимо отметить, что у лиц с профессиональными нарушениями слуха отмечается выраженное снижение таких показателей, как активность и самочувствие, прямо и / или косвенно влияющих на качество жизни.

В анализируемой литературе имеются сведения о влиянии социальных факторов на развитие потери слуха, которые еще не в полной мере учитываются в разработке профилактических мероприятий. Так, китайские ученые с использованием метаанализа при обследовании более 30 тысяч человек установили связь между курением и потерей слуха [2]. Исследование этих авторов показало, что курение является фактором риска развития данной патологии. Максимальный отрицательный эффект с учетом не всегда проявляющейся линейной зависимости в снижении слуха определяется у обследованных после 15-летнего стажа (с учетом зависимости «доза – ответ») курения сигарет. Авторы обоснованно заявляют о важности разработки программ по отказу курения для лиц, работающих в условиях шумового воздействия. Также представляет интерес заключение авторов о том, что длительное курение является фактором высокого риска многих заболеваний, которые в совокупности могут приводить к нарушению слуха у работающих в условиях повышенного уровня шума на производстве.

Современные демографические процессы, свидетельствующие об увеличении продолжительности жизни и снижении рождаемости в России, приводят к диспропорции трудовых ресурсов, социальному

напряжению, что, в конечном счете, привело к необходимости увеличения пенсионного возраста. Перед гигиенической наукой неизбежно возникнет необходимость изучения и обоснования уровня влияния неблагоприятных гигиенических факторов в условиях длительности экспозиции, регламентированной соответствующими нормативными документами. Проведенными исследованиями показано, что при улучшении всех значимых санитарно-гигиенических факторов второе место по вкладу в продолжительность жизни населения принадлежит физическим факторам [5].

При оценке неблагоприятного воздействия шума на работающих в различных отраслях экономики и его вклада в развитие снижения слуха необходимо учитывать, что при увеличении стажа работы на развивающиеся процессы поражения органа слуха наслаиваются и возрастные изменения у трудящихся [57].

В научной литературе также имеются сведения о влиянии питания (метаболический фактор) на развитие тугоухости населения. В связи с этим представляют интерес исследования корейских ученых, изучавших взаимосвязь между диетическим питанием и нарушением слуха у взрослого населения в возрасте 65 лет. В течение трех лет 4742 человека проходили широкое клиническое обследование, включая аудиологическую оценку и исследование состояния их питания [58]. Авторы для обеспечения однородности при подборе в группы испытуемых учитывали у обследованных индекс массы тела, факт курения, употребления алкоголя, а также наличия в анамнеза диабета и артериальной гипертензии. Результаты трехлетнего исследования позволили установить различную по интенсивности связь между развитием потери слуха и питанием в зависимости от уровня потребления с пищей рибофлавина, ниацина и ретинола. Только одна группа обследованных получала их на оптимальных уровнях, рекомендуемых ВОЗ, что позволило авторам уверенно говорить об их эффективности в профилактике нарушения слуха, а также высказать мнение о возможности использования их в общей системе профилактики снижения слуха.

Имеются также сведения о положительной роли употребления в питании поливитаминов на улучшение качества слуха у обследованных [59]. Исследования, проведенные британскими учеными, также косвенно подтверждают роль алиментарного фактора в нарушении слуха. В исследованиях был установлен повышенный уровень распространенности снижения слуха у лиц с более низким социально-экономическим уровнем жизни, что связано с качеством питания [31].

Выводы. Проведенный анализ литературы позволил заключить, что проблема неблагоприятного воздействия шума как на слуховой аппарат, так и на основные системы организма, в настоящее время остается чрезвычайно актуальной. Тема потери слу-

ха выходит за рамки только медицины труда, приобретая значимость также с экономических и социальных позиций. От решения задач сохранения слуха в значительной степени будет зависеть не только улучшение качества жизни работающих в шумоопасных производствах, но и увеличение продолжительности жизни работников основных отраслей производства страны, а также повышение престижности рабочих профессий.

Рост продолжительности жизни и увеличение пенсионного возраста неизбежно связаны с возрастанием стажа работы в шумовых профессиях, что, естественно, приведет к обострению рассматриваемой проблемы.

Увеличение периода экспозиции комплексом производственных факторов, включающих шум, с учетом меняющихся современных социальных факторов, требует проведения дополнительных исследова-

ний по изучению всего спектра производственных рисков влияния шума на орган слуха в частности и на организм в целом; научного обоснования и разработки опережающих технологий в системе профилактики нарушений слуха и сохранение здоровья работающих, стабилизацию трудового потенциала в ведущих отраслях производства.

Обеспечение комфортных производственных и социальных условий работникам следует рассматривать как одно из важных направлений научных исследований в области гигиены и медицины труда в соответствии с основными задачами государственных заданий.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Жеглова А.В. Персонифицированный профессиональный риск и трудовое долголетие // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 627–628.
2. Association between Smoking and noise-induced Hearing Loss: Meta-Analysis of Observational Studies / X. Li, X. Rong, Z. Wang, A. Lin // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2020. – Vol. 17, № 4. – P. 1201. DOI: 10.3390/ijerph17041201
3. Kim K.S. Occupational Hearing Loss in Korea // *J. Korean Med. Sci.* 2010. – Vol. 25. – P. 62–69. DOI: 10.3346/jkms.2010/25.S62
4. Условия труда как фактор риска повышения смертности в трудоспособном возрасте / И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Г.И. Тихонова, А.Н. Чуранова, Т.Ю. Горчакова, М.С. Брылева, А.А. Крутко // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 8. – С. 43–49.
5. Санитарно-эпидемиологические детерминанты и ассоциированный с ним потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко, С.В. Клейн, М.В. Глухих, М.Р. Камалтдинов // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 4–15. DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.01
6. Валеева Э.Т., Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р. О причинах низкой выявляемости профзаболеваний в Республике Башкортостан // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 578–579.
7. Панова И.В., Лашина Е.Л., Паксеева В.С. Итоги проведения периодических медицинских осмотров в Центральном федеральном округе 2016–2018 гг. // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 716.
8. Панова И.В., Чернов О.Э., Пфафф В.Ф. Обязательные медицинские осмотры как способ профилактики // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 717.
9. Панкова В.Б., Вильк М.Ф., Дайхес Н.А. Потеря слуха от воздействия шума – актуальная проблема профпатологии // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 713–714.
10. Атаманчук А.А., Кабанова Т.Г. Трудности выявления профессиональной заболеваемости // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 11–12.
11. Берхеева З.М. Проблемы оказания профпатологической помощи работникам агропромышленного комплекса // Медицина труда и экология человека. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 567–568.
12. Газизов О.М., Аманбекова А.У. Профессиональная нейросенсорная тугоухость у горнорабочих угольных шахт // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 594–595.
13. Тихонова И.В. Роль проведения предварительных периодических углубленных медицинских осмотров в профилактике развития профессиональных нарушений слуха // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – Т. 40, № 2. – С. 92–94.
14. Принципы диагностики потери слуха, вызванной шумом, в современной России (систематический обзор литературы) / Е.Е. Аденинская, Н.И. Симонова, Н.Н. Мазитова, И.В. Низяева // Вестник современной клинической медицины. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 48–55.
15. Чеботарев А.Г., Булгакова Н.В., Хакимова О.О. Гигиеническая оценка шума и патологии органа слуха у рабочих горно-металлургических предприятий // Горная промышленность. – 2017. – Т. 132, № 2. – С. 64–66.
16. Профессиональные заболевания / под ред. Н.Ф. Измерова [и др.]. – М., 1996. – Т. 1. – 336 с.
17. Гарипова Р.В., Сафина К.Р., Нигматулина Г.Р. Структура профессиональной заболеваемости крупного машиностроительного предприятия // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 596–597.
18. Федина И.Н., Преображенская Е.А. Особенности снижения слуха, вызванного шумом в современных условиях // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 200–201.
19. Трофимова К.И., Гибадулина И.Ю., Булгакова М.В. Фармакотерапия при сочетанной сердечно-сосудистой патологии и профессиональной нейросенсорной тугоухости у лиц, работающих в условиях воздействия шума // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 194–195.

20. Безрукова Г.А., Новикова Т.А., Шалашова М.А. Роль виброакустического фактора в формировании профессиональной заболеваемости работников сельского хозяйства // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 22–23.
21. Вильк М.Ф., Панкова В.Б., Капцов В.А. Транспортный шум как фактор риска профессиональной тугоухости (на примере авиационного и железнодорожного транспорта) // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 36–37.
22. Тюрин А.В., Вяльцина Н.Е., Кулбаисов А.М. Профессиональная заболеваемость в Оренбургской области // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 780–781.
23. Ромейко В.Л., Ивлева Г.П. Гигиеническая оценка акустической нагрузки на членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 161.
24. Зависимость повышения порогов слышимости у членов летных экипажей от производственных факторов риска / Е.Е. Аденинская, Н.И. Симонова, А.А. Савельев, С.С. Мухарамова // Вестник современной клинической медицины. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 17–22.
25. Панкова В.Б., Федина И.Н., Волгарева А.Д. Профессиональная нейросенсорная тугоухость: диагностика, профилактика, экспертиза трудоспособности / под ред. И.А. Дойхеса. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2017. – 330 с.
26. Актуальные проблемы ранней диагностики нейросенсорной тугоухости у работников нефтехимических производств / А.Д. Волгарева, Л.К. Каримов, А.Б. Бакиров, Э.Р. Шайхлисламова, Г.Г. Гимранова, Н.А. Мулдашева, Г.М. Чудковец, Н.Р. Газизова, Г.Н. Файзуллина // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 1. – С. 5–10.
27. Современные принципы реабилитации нарушений слуха у работников «шумовых предприятий» / В.Б. Панкова, И.Н. Федина, Н.Г. Бомштейн, Л.Л. Волохов, П.В. Серебряков // Здравоохранение Российской Федерации. – 2018. – Т. 62, № 3. – С. 147–151.
28. Ерениев С.И., Плотникова О.В. Адаптационный потенциал системы кровообращения больных вибрационной болезнью и сенсорной тугоухостью // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 623–624.
29. Комплексная оценка состояния здоровья населения, проживающего в условиях сочетанного воздействия шума и химических факторов риска, обусловленных деятельностью крупного авиационного узла / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, С.В. Клейн, Д.Н. Кошуриков, С.А. Вековщина, В.М. Чигвинцев // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 10. – С. 12–16.
30. Попова О.А., Гончарова И.Г., Картышева С.И. Проблемы слухового утомления и слуховой адаптации у детей и подростков // Материалы V Всероссийской конференции «Новой школе – здоровые дети». – 2018. – С. 130–132.
31. Hearing in middle age: a population snapshot of 40–69 year old in the UK / P. Dawes, H. Fortnum, D.R. Moore, R. Emsley, P. Norman, K. Cruickshanks, A. Devis [et al.] // Ear. Hear. – 2014. – Vol. 35, № 3. – P. e44–e51. DOI: 10.1097/AUD.000000000000010
32. Чуркин Д.В., Ластков Д.О., Антропова О.С. Оценка выраженности нарушений слуха у участников локального военного конфликта с предшествующим стажем работы в условиях производственного шума // Медицина в Кузбассе. – 2018. – Т. 17, № 2. – С. 9–14.
33. Васильева И.Н., Беспалов В.Г., Зинкин В.Н. Низкочастотный шум как вредный фактор, повышающий частоту хромосомных aberrаций и усиливающий клеточную гибель // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 3. – С. 22–26.
34. Прокопенко Л.В., Кравченко О.К., Курьеров Н.Н. Проблемы регламентации воздействия шумовибрационных факторов на водителей автотранспортных средств и меры профилактики // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 158–159.
35. Concha-Barrientos M., Camobell-Lendrum D., Steenlend H. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels // WHO Environmental Burden of Diseases Series. – Geneva: World Health Organization, 2004. – № 9. – P. 41.
36. Васюткина Д.И. Производственный шум и его влияние на организм человека // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 1. – С. 125–128.
37. Денисов Э.И., Чесалин П.В. Неспецифические эффекты воздействия шума // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 54–57.
38. Оценка профессионального риска, связанного с воздействием шума, у работников модернизируемых участков металлургического предприятия / Е.Л. Базарова, А.А. Федорук, Н.А. Рослая, И.С. Ошеров, А.Г. Бабенко // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 3. – С. 142–148.
39. Ерениев С.И., Плотников О.В. Биологический возраст и темпы постарения больных вибрационной болезнью и двусторонней нейросенсорной тугоухостью // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 624–625.
40. Климова М.Г., Христофорова Н.К. Физическое воздействие шума на здоровье водителей // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 1. – С. 38–46.
41. Анализ вариабельности сердечного ритма при нарушении сердечной деятельности у работников нефтеперерабатывающего предприятия / А.Е. Носов, А.С. Байдина, Е.М. Власов, В.Б. Алексеев // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 41–45.
42. Мелентьев А.В., Серебряков П.В., Щеглова А.В. Влияние шума и вибрации на нервную регуляцию сердца // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 9. – С. 19–23.
43. Попов М.Н. Влияние сосудистого фактора на развитие профессиональной нейросенсорной тугоухости // Российская оториноларингология. – 2014. – Т. 68, № 1. – С. 182–183.

44. Мелентьев А.В., Серебряков П.В. Роль физических факторов рабочей среды в формировании артериальной гипертензии // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 692–693.
45. Особенности системы гемостаза и роста эндотелия сосудов при артериальной гипертензии в условиях высоко-го профессионального риска / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, М.А. Ермакова, А.А. Шпагина // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 3. – С. 1–6.
46. Преображенская Е.А., Сухова А.В., Измайлова О.А. Клинико-функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у рабочих // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 158.
47. Влияние производственного шума на развитие артериальной гипертензии у работников металлургических производств / М.И. Тиунова, Е.М. Власова, А.Е. Носов, О.Ю. Устинова // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60, № 4. – С. 264–267.
48. Атаманчук А.А., Дмитрук Л.И., Горенков Р.В. Роль неблагоприятных производственных факторов в формировании гипертонической болезни // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 546–547.
49. Оценка риска артериальной гипертензии в условиях воздействия шумового и химического факторов производства / И.Н. Федина, П.В. Серебряков, И.В. Смолякова, А.В. Мелентьев // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 2. – С. 21–26.
50. Биомаркеры производственно обусловленной эндотелиальной дисфункции у работников рудообогатительных производств в условиях длительной экспозиции шума / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, Д.М. Шляпников, Т.М. Лебедева // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 56–62.
51. The Influence of Occupational Noise Exposure on Cardiovascular and Hearing Conditions among Industrial Workers / X. Li, Q. Dong, B. Wang, H. Songan, B. Zhu // Sci. Rep. – 2019. – Vol. 9. – P. 11524. DOI: 10.1038/541598-019-47901-2
52. Еселевич С.А., Балунев В.Д., Колесникова В.А. Принципы формирования групп риска среди работников на предприятиях Ленинградской области // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 625–626.
53. Профессиональная тугоухость у работников локомотивных бригад и ее ассоциация с факторами риска / В.Ф. Пфаф, С.Г. Горохова, К.Э. Лузина, Е.С. Янушкина, Т.С. Пригоровская, Е.В., Мурасеева С.П. Драгин, А.Ю. Атьков // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 2. – С. 33–37.
54. Hearing Loss Characteristics of Workers with Hypertension Exposed to Occupational Noise: A Cross-Sectional Study of 270,033 Participants / B. Wang, L. Han, S. Dai, X. Li, W. Cai, D. Yang, L. Chen, N. Wang, B. Zhu, J. Zhang // Hindawi BioMed Research International. – 2018. – Vol. 2018. – P. 7. DOI: 10.1155/2018/8541638
55. Ciuman R.R. Stria vascularis and vestibular dark cells: characterisation of main structures responsible for homeostasis, and their pathophysiological relations // The Journal of Laryngology & Otology. – 2009. – Vol. 123, № 2. – P. 151–162. DOI: 10.1017/S0022215108002624
56. Воздействие комплекса физических факторов на нейрогормональную регуляцию у работающих горнодобывающей промышленности и машиностроении / И.В. Лапко, В.А. Кирьяков, Н.А. Павловская, А.В. Жеглова, О.А. Ошкoderов // Санитарный врач. – 2015. – № 2. – С. 9–15.
57. Dobie R.A. The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States // Ear Hear. – 2008. – Vol. 29, № 4. – P. 565–577. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31817349ec
58. Kim T.S., Chung J.W. Associations of Dietary Riboflavin, Niacin, and Retinol with Age-related Hearing Loss; An Analysis of Korean National Health and Nutrition Examination Survey Data // Nutrients. – 2019. – Vol. 11, № 4. – P. 896. DOI: 10.3390/nu11040896
59. Spankovich C., Li Prell C.G. Healthy diets, healthy hearing: National health and nutrition examination survey, 1999–2002 // Int. J. Audiol. – 2013. – Vol. 52, № 6. – P. 369–376. DOI: 10.3109/14992027.2013.780133

Спирин В.Ф., Старшов А.М. К некоторым проблемам хронического воздействия производственного шума на организм работающих (обзор литературы) // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 1. – С. 186–196. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.19

Review

ON CERTAIN ISSUES RELATED TO CHRONIC EXPOSURE TO OCCUPATIONAL NOISE AND IMPACTS EXERTED BY IT ON WORKERS' BODIES (LITERATURE REVIEW)

V.F. Spirin, A.M. Starshov

Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 1a Zarechnaya Str., Saratov, 410022, Russian Federation

Chronic exposure to noise becomes especially significant when it occurs at workplaces since it results not only in deteriorated life quality of workers but also in disorders in their occupational activities. Occupational sensorineural hearing loss (SHL) holds the 1st rank place among occupational diseases caused by exposure to industrial physical factors. As any other work-related disease, sensorineural hearing loss makes it more difficult to preserve labor resources in the country and leads to significant economic losses. Given that, it is extremely vital to develop procedures for early diagnostics, to determine all possible risks that cause hearing loss directly or indirectly, and to create efficient prevention activities aimed at preserving health of workers exposed to noise at their workplaces.

We reviewed literature data published over the last 5–7 years and analyzed more than 100 scientific works on the matter. Our review covers data from 61 sources that are the most relevant regarding tasks we aimed to solve in this research.

Literature analysis allowed us to conclude that hearing loss caused by chronic exposure to noise at a workplace was a rather significant problem outlined by occupational medicine experts all over the world. It was shown that noise factor, apart from its direct impacts on the acoustic apparatus, produced apparent negative effects on many organs and systems causing various functional disorders in them which could directly or indirectly exacerbate hearing loss in workers.

Key words: *in-plant noise, vibration, sensorineural hearing loss, prevalence, occupational hygiene, risk factors, primary hypertension, life quality, smoking, alimentary factor.*

References

1. Zheglova A.V. Personalized occupational risk and longevity. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9 – C. 627–628 (in Russian).
2. Li X., Rong X., Wang Z., Lin A. Association between Smoking and noise-induced Hearing Loss: Meta-Analysis of Observational Studies. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020, vol. 17, no. 4, pp. 1201. DOI: 10.3390/ijerph17041201
3. Kim K.S. Occupational Hearing Loss in Korea. *J. Korean Med Sci*, 2010, vol. 25, pp. 62–69. DOI: 10.3346/jkms.2010/25.S62
4. Bukhtiyarov I.V., Izmerov N.F., Tikhonova G.I., Churanova A.N., Gorchakova T.Yu., Bryleva M.S., Krutko A.A. Work conditions as a risk factor mortality increase in able-bodied population. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 8, pp. 43–49 (in Russian).
5. Popova A.Yu., Zaitseva N.V., Onishchenko G.G., Kleyn S.V., Glukhikh M.V., Kamaltdinov M.R. Social and economic determinants and potential for growth in life expectancy of the population in the Russian Federation taking into account regional differentiation. *Health Risk Analysis*, 2020, no. 1, pp. 4–17 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.01.eng
6. Valeeva E.T., Bakirov A.B., Shaikhislamova E.R. About the reasons of low detection of occupational diseases in the republic of Bashkortostan. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 578–579 (in Russian).
7. Panova I.V., Lashina E.L., Pakseeva V.S. The results of periodic medical examinations in the central Federal district 2016–2018. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 716 (in Russian).
8. Panova I.V., Chernov O.E., Pfaff V.F. Mandatory medical examinations as a method of prevention. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 717 (in Russian).
9. Pankova V.B., Vil'k M.F., Daikhes N.A. Hearing loss from noise exposure is an urgent problem of occupational medicine. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 713–714 (in Russian).
10. Atamanchuk A.A., Kabanova T.G. Difficulties in diagnosis of occupational diseases in Russia. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 9, pp. 11–12 (in Russian).

© Spirin V.F., Starshov A.M., 2021

Vladimir F. Spirin – Doctor of Medical Sciences, Professor, Leading researcher, Head of the Occupational Hygiene Department (e-mail: vlad.spirin2011@yandex.ru; tel.: +7 (8452) 92-30-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2987-0099>).

Andrey M. Starshov – Researcher (e-mail: labergphys@gmail.com; tel.: +7 (8452) 92-30-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6499-0459>).

11. Berkheeva Z.M. Problems of providing occupational health care to employees of agro-industrial complex. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 567–568 (in Russian).
12. Gazizov O.M., Amanbekova A.U. Professional sensorineural hearing loss in coal miners. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 594–595 (in Russian).
13. Tikhonova I.V. The role of performing and periodical profound medical examinations in the development prevention of occupational hearing disorders. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*, 2005, vol. 40, no. 2, pp. 92–94 (in Russian).
14. Adeninskaya E.E., Simonova N.I., Mazitova N.N., Nizyaeva I.V. The principles of noise induced hearing loss diagnostics in modern Russia (systematic review). *Vestnik sovremennoi klinicheskoi meditsiny*, 2017, vol. 10, no. 3, pp. 48–55 (in Russian).
15. Chebotarev A.G., Bulgakova N.V., Khakimova O.O. Gigienicheskaya otsenka shuma i patologii organa slukha u rabochikh gorno-metallurgicheskikh predpriyatiy [Hygienic assessment of noise and acoustic apparatus pathologies among workers employed at mining and metallurgical enterprises]. *Gornaya promyshlennost'*, 2017, vol. 132, no. 2, pp. 64–66 (in Russian).
16. Professional'nye zabolevaniya [Occupational diseases]. In: N.F. Izmerov [et al.] eds. Moscow, 1996, vol. 1, 336 p. (in Russian).
17. Garipova R.V., Safina K.R., Nigmatullina G.R. Structure of occupational morbidity of employees of a large machine-building enterprise. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 596–597 (in Russian).
18. Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A. Features of noise-induced hearing loss in modern conditions. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 9, pp. 200–201 (in Russian).
19. Trofimova K.I., Gibadulina I.Yu., Bulgakova M.V. Pharmacotherapy for combined cardiovascular pathology and occupational neurosensory deafness in workers exposed to noise. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 9, pp. 194–195 (in Russian).
20. Bezrukova G.A., Novikova T.A., Shalashova M.A. The role of vibro-acoustic factor in formation of occupational morbidity of agricultural workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 9, pp. 22–23 (in Russian).
21. Vil'k M.F., Pankova V.B., Kaptsov V.A. Traffic noise as a risk factor for occupational deafness (exemplified by air and railway transport). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 9, pp. 36–37 (in Russian).
22. Tyurin A.V., Vyal'tsina N.E., Kulbaisov A.M. Occupational morbidity in the Orenburg region. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 780–781 (in Russian).
23. Romeiko V.L., Ivleva G.P. Hygienic assessment of acoustic load on flight crew members of civil aircrafts. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 9, pp. 161 (in Russian).
24. Adeninskaya E.E., Simonova N.I., Savel'ev A.A., Mukharamova S.S. Auditory threshold raising dependence on production risk factors in air crew members. *Vestnik sovremennoi klinicheskoi meditsiny*, 2018, vol. 11, no. 1, pp. 17–22 (in Russian).
25. Pankova V.B., Fedina I.N., Volgareva A.D. Professional'naya neirosensornaya tugoukhost': diagnostika, profilaktika, ekspertiza trudospobnosti [Occupational sensorineural hearing loss: diagnostics, prevention, and working capacity examination]. In: I.A. Doikhed ed. Moscow, Izdatel'sko-torgovaya korporatsiya «Dashkov i Ko» Publ., 2017, 330 p. (in Russian).
26. Volgareva A.D., Karimov L.K., Bakirov A.B., Shaikhislamova E.R., Gimranova G.G., Muldasheva N.A., Chudkovets G.M., Gazizova N.R., Faizullina G.N. Relevant problems of early diagnosis of neuro-sensor hearing loss in petrochemical workers. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*, 2019, no. 1, pp. 5–10 (in Russian).
27. Pankova V.B., Fedina I.N., Bomshtein N.G., Volokhov L.L., Serebryakov P.V. The modern principles of rehabilitation of hearing disorders in workers of noise occupations. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii*, 2018, vol. 62, no. 3, pp. 147–151 (in Russian).
28. Ereniev S.I., Plotnikova O.V. Adaptive potential of the circulatory system in patients with vibration disease and sensorineural hearing loss. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 623–624 (in Russian).
29. Luzhetskii K.P., Ustinova O.Yu., S.V. Kleyn, Koshurnikov D.N., Vekovshina S.A., Chigvintsev V.M. Peculiarities of production-related diseases in miners employed at deep mining of chromic ores. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2018, no. 10, pp. 12–16 (in Russian).
30. Popova O.A., Goncharova I.G., Kartysheva S.I. Problems auditory fatigue and auditory adaptation in children and adolescents. *Materialy V Vserossiiskoi konferentsii «Novoi shkole – zdorovyie deti»*, 2018, pp. 130–132 (in Russian).
31. Dawes P., Fortnum H., Moore D.R., Emsley R., Norman P., Cruickshanks K., Devis A. [et al.]. Hearing in middle age: a population snapshot of 40–69 year old in the UK. *Ear Hear*, 2014, vol. 35, no. 3, pp. e44–e51. DOI: 10.1097/AUD.000000000000010
32. Churkin D.V., Lastkov D.O., Antropova O.S. Evaluation of the expression of hearing disorders in participants of a local military conflict with preceding work experience in conditions of production noise. *Meditsina v Kuzbasse*, 2018, vol. 17, no. 2, pp. 9–14 (in Russian).
33. Vasil'eva I.N., Bepalov V.G., Zinkin V.N. Low-frequency noise as a hazard increasing occurrence of chromosomal aberrations and promoting cell death. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 3, pp. 22–26 (in Russian).
34. Prokopenko L.V., Kravchenko O.K., Kur'ev N.N. Problems of regulation for noise and vibration influence on automobile drivers and prevention measures. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 9, pp. 158–159 (in Russian).
35. Concha-Barrientos M., Camobell-Lendrum D., Steenlend H. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. WHO Environmental Burden of Diseases Series. Geneva, World Health Organization Publ., 2004, no. 9, pp. 41 (in Russian).
36. Vasyutkina D.I. Proizvodstvennyi shum i ego vliyanie na organism cheloveka [In-plant noise and its impacts on a human body]. *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova*, 2013, no. 1, pp. 125–128 (in Russian).
37. Denisov E.I., Chesalin P.V. Nonspecific effects of noise expo-sure. *Gigiena i sanitariya*, 2007, no. 6, pp. 54–57 (in Russian).
38. Bazarova E.L., Fedoruk A.A., Roslaya N.A., Oshero I.S., Babenko A.G. Assessment of occupational risk caused by noise exposure in workers at metallurgical plant subunits under modernization. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 3, pp. 142–148 (in Russian).

39. Ereniev S.I., Plotnikov O.V. Biological age and rates of aging of patients with vibration disease and bilateral sensorineural hearing loss. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 624–625 (in Russian).
40. Klimova M.G., Khristoforova N.K. Physical influence of noise on drivers health. *Vestnik RUDN. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2012, no. 1, pp. 38–46 (in Russian).
41. Nosov A.E., Baidina A.S., Vlasov E.M., Alekseev V.B. Analysis of the heart rate variability in cardiac abnormalities in workers employed in oil production. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 1, pp. 41–45 (in Russian).
42. Melent'ev A.V., Serebryakov P.V., Shcheglova A.V. Influence of noise and vibration on nervous regulation of heart. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2018, no. 9, pp. 19–23 (in Russian).
43. Popov M.N. Vascular factor in development of professional neurotouch relative deafness. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*, 2014, vol. 68, no. 1, pp. 182–183 (in Russian).
44. Melent'ev A.V., Serebryakov P.V. The role of physical factors of the working environment in the formation of arterial hypertension. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 692–693 (in Russian).
45. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Ermakova M.A., Shpagina A.A. Features of hemostasis system and vascular epithelium growth factor in arterial hypertension with high occupational risk. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 3, pp. 1–6 (in Russian).
46. Preobrazhenskaya E.A., Sukhova A.V., Izmailova O.A. Clinical and functional state of cardiovascular system in workers exposed to noise and vibration. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 9, pp. 158 (in Russian).
47. Tiunova M.I., Vlasova E.M., Nosov A.E., Ustinova O.Yu. Influence of industrial noise on the development of arterial hypertension in workers of metallurgical manufactures. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2020, vol. 60, no. 4, pp. 264–267 (in Russian).
48. Atamanchuk A.A., Dmitruk L.I., Gorenkov R.V. The role of adverse occupational factors in the formation of hypertension in workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 546–547 (in Russian).
49. Fedina I.N., Serebryakov P.V., Smolyakova I.V., Melent'ev A.V. Evaluation of arterial hypertension risk under exposure to noise and chemical occupational hazards. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 2, pp. 21–26 (in Russian).
50. Zemlyanova M.A., Zaitseva N.V., Kir'yakov D.A., Shlyapnikov D.M., Lebedeva T.M. Biomarkers of work-related endothelial dysfunction in employees of ore-dressing production occupied in conditions of long-term noise exposure. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 1, pp. 56–62 (in Russian).
51. Li X., Dong Q., Wang B., Songan H., Zhu B. The Influence of Occupational Noise Exposure on Cardiovascular and Hearing Conditions among Industrial Workers. *Sci. Rep.*, 2019, vol. 9, pp. 11524. DOI: 10.1038/541598-019-47901-2
52. Eseevich S.A., Balunov V.D., Kolesnikova V.A. Principles of formation of risk groups among employees at the enterprise in the Leningrad region. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 625–626 (in Russian).
53. Pfaf V.F., Gorokhova S.G., Luzina K.E., Yanushkina E.S., Prigorovskaya T.S., Muraseeva E.V., Dragin S.P., At'kov A.Yu. Occupational deafness in workers of locomotive crew and its association with risk factors. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2016, no. 2, pp. 33–37 (in Russian).
54. Wang B., Han L., Dai S., Li X., Cai W., Yang D., Chen L., Wang N., Zhu B., Zhang J. Hearing Loss Characteristics of Workers with Hypertension Exposed to Occupational Noise: A Cross-Sectional Study of 270,033 Participants. *Hindawi BioMed Research International*, 2018, vol. 2018, pp. 7. DOI: 10.1155/2018/8541638
55. Ciuman R.R. Stria vascularis and vestibular dark cells: characterization of main structures responsible for homeostasis, and their pathophysiological relations. *The Journal of Laryngology & Otology*, 2009, vol. 123, no. 2, pp. 151–162. DOI: 10.1017/S0022215108002624
56. Lapko I.V., Kir'yakov V.A., Pavlovskaya N.A., Zheglova A.V., Oshkoderov O.A. The impact of physical factors on the complex neurohormonal regulation of workers in mining and engineering. *Sanitarnyi vrach*, 2015, no. 2, pp. 9–15 (in Russian).
57. Dobie R.A. The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States. *Ear Hear*, 2008, vol. 29, no. 4, pp. 565–577. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31817349ec
58. Kim T.S., Chung J.W. Associations of Dietary Riboflavin, Niacin, and Retinol with Age-related Hearing Loss; An Analysis of Korean National Health and Nutrition Examination Survey Data. *Nutrients*, 2019, vol. 11, no. 4, pp. 896. DOI: 10.3390/nu11040896
59. Spankovich C., Li Prell C.G. Healthy diets, healthy hearing: National health and nutrition examination survey, 1999–2002. *Int. J. Audiol.*, 2013, vol. 52, no. 6, pp. 369–376. DOI: 10.3109/14992027.2013.780133

Spirin V.F., Starshov A.M. On certain issues related to chronic exposure to occupational noise and impacts exerted by it on workers' bodies (literature review). Health Risk Analysis, 2021, no. 1, pp. 186–196. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.19.eng

Получена: 06.11.2020

Принята: 03.03.2021

Опубликована: 30.03.2021