

УДК 614.39

DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.18

Обзорная статья

Читать
онлайн



РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-АССОЦИИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА РАБОТНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА: ОПЫТ РОССИИ И ДРУГИХ СТРАН

**В.А. Логинова¹, Ю.Н. Каськов¹, Е.А. Жидкова^{2,3},
К.Г. Гуревич³, Ю.Л. Смертина⁴, О.А. Плетникова⁴**

¹Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по железнодорожному транспорту, Россия, 115054, г. Москва, ул. Дубининская, 17

²Центральная дирекция здравоохранения – филиал ОАО «РЖД», Россия, 123557, г. Москва, ул. Малая Грузинская, 52а

³Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Россия, 127473, г. Москва, ул. Делегатская, 20/1

⁴Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту, Россия, 105066, г. Москва, 1-й Басманный переулок, 8, стр. 2

Актуальность исследования заключается в повышении безопасности условий труда работников железнодорожного транспорта за счет уменьшения воздействия производственных факторов риска.

Осуществлен сравнительный анализ требований по охране здоровья работников железных дорог. В качестве метода был использован несистематический анализ литературы по базам данных Elibrary, Pubmed и Cochrane по заданным ключевым словам.

В результате исследования показано, что железнодорожное движение сопряжено с целым рядом производственных факторов риска, из-за чего значительное число рабочих мест машинистов и других сотрудников железных дорог относятся к третьему (вредному) классу. Среди производственных факторов основными являются: шум и вибрация, психоэмоциональные нагрузки у работников локомотивных бригад и лиц диспетчерских профессий, действие промышленных аэрозолей, электромагнитные излучения, колебание микроклиматических параметров в кабинах локомотивов. Перечисленные производственные факторы оказывают влияние не только на лиц, непосредственно работающих на железных дорогах, но и на проживающих в непосредственной близости от них. Поэтому в большинстве стран мира имеется законодательная база по охране здоровья лиц, на которых так или иначе могут воздействовать производственные факторы, связанные с железнодорожным движением. Как показал проведенный анализ литературных данных, в целом отечественное законодательство соответствует зарубежному. Основы гармонизации отечественного законодательства с зарубежным заложены Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Гармонизация международного и отечественного законодательства по уменьшению суммарного воздействия производственных факторов риска позволяет сохранять активное рабочее долголетие и предотвратить развитие производственно обусловленных заболеваний.

Ключевые слова: производственные факторы риска, железнодорожный транспорт, профилактическая медицина, локомотивная бригада, охрана здоровья, шум, вибрация, микроклимат, электромагнитное излучение.

© Логинова В.А., Каськов Ю.Н., Жидкова Е.А., Гуревич К.Г., Смертина Ю.Л., Плетникова О.А., 2020

Логинова Вера Ариевна – заместитель руководителя (e-mail: va-loginova@mail.ru; тел.: 8 (495) 633-27-19; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8852-2898>).

Каськов Юрий Никитович – руководитель (e-mail: kaskov.mps@bk.ru; тел.: 8 (499) 235-25-72; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-2345-6789>).

Жидкова Елена Анатольевна – руководитель; преподаватель (e-mail: genmedc@gmail.com; тел.: 8 (499) 262-56-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6831-9486>).

Гуревич Константин Георгиевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой (e-mail: kgurevich@mail.ru; тел.: 8 (495) 681-88-31; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7603-6064>).

Смертина Юлия Леонидовна – главный врач (e-mail: zamfbuz@mail.ru; тел.: 8 (495) 607-44-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4142-4232>).

Плетникова Оксана Александровна – заместитель заведующего отделом организации и статистического обеспечения деятельности, (e-mail: zamfbuz@mail.ru; тел.: 8 (495) 607-44-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4471-6070>).

Развитие современной экономики невозможно представить без железных дорог, которые являются одним из крупнейших перевозчиков пассажиров и грузов. Железнодорожный транспорт внес значительный вклад в процветающую экономику многих стран и является одним из наиболее выгодных видов транспорта, используемых независимо от времени года и погодных условий. Одно из самых больших преимуществ – низкая стоимость перевозки. Расходы на грузовые железнодорожные перевозки в среднем снижаются на треть по сравнению с автомобильными перевозками. Железнодорожный транспорт является относительно энергоэффективным видом транспорта [1].

В то же время железнодорожное движение сопряжено с целым рядом производственных факторов риска, из-за чего значительное число рабочих мест машинистов и других сотрудников железных дорог, условия труда которых относятся к третьему (вредному) классу – 3.1 и 3.2 [2]. Среди основных факторов выделяют шум и вибрацию, психоэмоциональные нагрузки у работников локомотивных бригад и лиц диспетчерских профессий, действие промышленных аэрозолей, в основном химического характера, электромагнитные излучения, колебание микроклиматических параметров в кабинах локомотивов и пр.¹ [3].

Перечисленные производственные факторы оказывают влияние не только на лиц, непосредственно работающих на железных дорогах, но и на проживающих в непосредственной близости от них. Поэтому в большинстве стран мира имеются программы по охране здоровья лиц, на которых так или иначе могут воздействовать производственные факторы, связанные с железнодорожным движением. Целью таких программ является снижение профессионально-ассоциированного вреда для организма работников и / или жителей близлежащих территорий. Однако при общности целей имеются страновые различия в подходах как к контролю воздействия железнодорожных производственных факторов риска, так и к профилактике их негативных воздействий.

Цель исследования – сравнительное изучение мирового опыта в регулировании профессионально-ассоциированных производственных воздействий от железных дорог для организма человека. Обзор публикаций по данной тематике представлен

последовательно для разных производственных факторов риска.

Материалы и методы. Проводился несистематический анализ литературы по базам данных *Elibrary*, *Pubmed* и *Cochrane* по заданным ключевым словам на русском или английском языках. Глубина поиска не оговаривалась. Ключевыми словами служили: железные дороги, железнодорожный; а также производственные факторы риска (звук, вибрация, электромагнитные воздействия, микроклимат). Допускалось морфологическое изменение основы слова или использование синонима. Включались только полнотекстовые статьи. Если авторами публиковалось несколько сходных исследований, то учитывалась последняя по времени публикация.

Результаты и их обсуждение. Звук. Основным международным руководящим документом, определяющим рекомендуемую степень звуковых воздействий на работающих, является стандарт ISO 1999:2013 «Acoustics – Estimation of noise-induced hearing loss»², пересмотренный в 2018 г., и потому остающийся актуальным. Он был принят взамен ISO 1999:1990 «Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment»³. Его аналогом в РФ является ГОСТ Р ИСО 1999-2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума»⁴. В стандарте приводятся статистические связи между воздействием шума и «постоянным смещением порога слышимости, вызванного шумом». Стандарт включает в себя процедуры оценки потери слуха для разных категорий лиц с учетом возраста, в том числе для профессионально обусловленной потери слуха. В литературе обсуждаются вопросы применимости стандарта для объективизации оценки шумовых воздействий в кабине машиниста [4].

При этом следует отметить, что профессионально обусловленная потеря слуха (Occupational noise-induced hearing loss) описана примерно у 37 % работающего взрослого населения в мире. 97 % лиц с данным заболеванием – мужчины. Как правило, заболевание длительно протекает бессимптомно или малосимптомно. Несмотря на имеющиеся исследования, профессиональные ассоциации за рубежом, как правило, мало внимания уделяют защите органа слуха работающих [5]. Например, в США до 10 % возрастных проблем со слухом связывают с шумовым воздействием [6]. Считается, что нейросенсор-

¹ О санитарно-эпидемиологической обстановке на железнодорожном транспорте в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Теруправление Роспотребнадзора по железнодорожному транспорту, 2019. – 56 с.

² ISO 1999:2013. Acoustics – Estimation of noise-induced hearing loss [Электронный ресурс] // ISO: International Organization for Standardization. – URL: <https://www.iso.org/home.html> (дата обращения: 09.08.2020).

³ ISO 1999:1990. Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment [Электронный ресурс] // ISO: International Organization for Standardization. – URL: <https://www.iso.org/standard/6759.html> (дата обращения: 09.08.2020).

⁴ ГОСТ Р ИСО 1999-2017. Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157242> (дата обращения: 09.08.2020).

ная тугоухость – наиболее распространенное профессионально-ассоциированное заболевание работников железнодорожного транспорта, в первую очередь – машинистов и их помощников [7–9]. Доказано, что излишние звуковые воздействия не только приводят к развитию проблем со слухом в дальнейшем, но и существенно повышают вероятность совершения ошибки на рабочем месте. Причем подобные ошибки могут даже приводить к возникновению предаварийных или аварийных ситуаций [10].

В основном шум, вызванный поездами и движением, связан с общим чувством неудовольствия, дискомфорта и раздражения, которые проявляются как у работников железных дорог, так и у проживающих в непосредственной близости от них [11]. Помимо нарушений органа слуха, шумовые воздействия повышают риск сердечно-сосудистых, неврологических заболеваний и заболеваний органов пищеварительного тракта [12, 13]. Под воздействием громкого шума человек не может сосредоточиться, быстро устает и потребляет больше калорий с пищей [14, 15].

Следует отметить, что большое число западных исследований о воздействии шума на здоровье касаются музыкантов, строителей, работников сельского хозяйства [16]. При этом в РФ на долю работающих в системе ОАО «РЖД» приходится порядка 1,0 %, в строительстве – 7,3 %, сельском хозяйстве – 5,8 % занятого населения (на основании данных сайтов rzd.ru и gsk.ru от 09.08.2020 г.).

Компетенция оценки воздействия производственных факторов риска в РФ отнесена к Роспотребнадзору [17]. Существующими нормативными документами в качестве предельно допустимого уровня шума (ПДУ) установлена величина 80 дБА.

Между тем даже в развитых странах шумовые воздействия в кабине машиниста могут достигать 92 дБ, что громче выстрела из ружья (87–89 дБ). Авторы цитируемого исследования рекомендуют использование средств защиты органа слуха для машинистов [18]. В последние годы в развитых странах имеется тенденция к решению проблемы шума в кабине машиниста за счет модернизации локомотивного парка. Используются современные системы подвески, звукоизоляции и т.д. В Западной Европе особое внимание уделяется оценке технического состояния транспортного средства, в том числе его шуму [19]. Поэтому внимание уделяется изучению процессов генерации шума, источникам обнаружения шума, подавлению и изоляции шума и т.д. [20]. Проведенное в 2013 г. в Норвегии исследование первоначально не выявило более высокой частоты развития потери слуха у машинистов современных поездов по сравнению с лицами других профессий [21]. Однако в дальнейшем авторы пока-

зали, что у работников локомотивных бригад старше 45 лет происходит значимое по сравнению с представителями других видов профессий снижение слуха для частот 3–5 кГц интенсивностью 3–5 дБ [22].

В исследовании, проводившемся в США, отмечено, что уровень шума в кабине машиниста зависит от года выпуска локомотива, его технического состояния, а также типа подвижного состава (электровоз, тепловоз и т.д.) [23]. В Канаде проводились измерения уровня шума в кабине машиниста на разных маршрутах. Показано, что в летнее время средний уровень шума выше (88 дБ) по сравнению с зимним (84 дБ). В 56 % обследованных кабин уровень шума превышал 85 дБ, а в 13 % – 90 дБ [24]. Следует отметить, что в последние годы обсуждается влияние на состояние здоровья работников локомотивных бригад не только звуков высокой интенсивности, но и инфразвуков, роль которых изучать крайне сложно [25]. Кроме того, на развитие заболеваний, ассоциированных с железнодорожным шумом, влияет ландшафт железной дороги. Так, наличие туннелей повышает вероятность ухудшения слуха. Обсуждается возможность влияния шумовых экранов на состояние здоровья машинистов [26].

Нельзя не отметить, что модернизация локомотивного парка проводится и в РФ. Число кабин с неудовлетворительными условиями труда по уровню шума постоянно снижается, однако проблема модернизации парка локомотивов до конца не решена⁵. Кроме того, ОАО «РЖД» эксплуатирует ретро-поезда, локомотивы которых модернизации не подлежат.

Зарубежные авторы склонны рассматривать звуковые воздействия как основной фактор развития заболеваний не только у работников железнодорожного транспорта, но и тех людей, которые живут или работают в непосредственной близости от железнодорожных магистралей [27–31]. Например, в Норвегии выявлено снижение слуха у лиц, занятых непосредственным обслуживанием железнодорожного полотна [32]. Ретроспективное изучение аудиограмм железнодорожных рабочих в США и Европе показало, что 63 % работников регулярно подвергаются звуковым воздействиям 75–90 дБ. У 31 % лиц, подвергающихся подобным шумовым влияниям, в дальнейшем развиваются нарушения слуха в диапазоне 4 кГц. Причем у мужчин такие изменения отмечены чаще, чем у женщин [33].

По нашему мнению, нормативное регулирование звуковых воздействий на работников железнодорожного транспорта нуждается в дальнейшем совершенствовании. В первую очередь, необходимо учитывать длительность воздействия во время работы и периода отдыха. Кроме того, в настоящее время исследования звуковых воздействий проводятся

⁵ Пронников Ю.В. Совершенствование методов виброакустических расчетов и проектирования кабин локомотивов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ростов-на-Дону, 2012. – 18 с.

в стандартизированных условиях. Между тем состояние дорожного полотна, тоннели, сооружения в непосредственной близости от железнодорожных путей и другие факторы могут изменять показатели звуковых воздействий. Поэтому необходима разработка методов оценки звуковых воздействий при маневровом и магистральном движении.

Вибрация. На международном уровне воздействие вибрации на организм человека определяется в соответствии с ISO 2631-1: 1997⁶, аналогом которого служит ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) «Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека»⁷. Однако современные исследования показывают, что данный стандарт не позволяет в полной мере учитывать общее воздействие вибрации на организм человека, особенно, если вибрация связана с передвижением в пространстве [34].

Нормативно ПДУ вибрации – 112 (Z₀) – 115 (X₀Y₀) дБ. До 12 % кабин локомотивов по сети железных дорог в РФ не соответствуют гигиеническим требованиям по параметрам вибрации. При этом превышения ПДУ в два раза составляют до 87 % случаев, в 2–3 раза – до 30 % случаев [35]. Исходя из уровня шума и вибрации, условия труда на большинстве рабочих мест машинистов соответствуют подклассам 3.1 и 3.2 [36].

Между тем практически отсутствуют современные исследования уровня вибрации в кабине машиниста в развитых странах. Считается, что степень вибрационного воздействия машиниста можно уменьшить за счет конструкции кресла со специально разработанной эргономикой и вибропоглощающими элементами [37]. Однако небольшое сравнительное исследование не выявило значимого влияния технической модернизации на субъективное восприятие вибрационных воздействий на организм работника [38]. В то же время показано, что неоптимальная эргономика рабочего места не только увеличивает риск развития вибрационной болезни, но и приводит к повышению частоты жалоб машинистов на боли в области шеи, поясницы и т.д. [39]. Чрезмерная вибрация также может приводить к ухудшению состояния здоровья в целом [40].

Однако уровень вибрации в кабине машиниста зависит не только от ее конструкции, но и от состояния железнодорожного полотна и скорости движения локомотивов (измерения в одном и том же локомотиве при разных режимах движения могут привести к разным результатам). Доказано, что при скорости более 70 км/ч большинство технических средств поглощения вибрации не полностью справ-

ляются со своей задачей [41]. Кроме того, вибрация в кабине машиниста может зависеть от длины подвижного состава, его массы и других внешних факторов [42, 43]. Вибрационное воздействие также изменяется в зависимости от позы работника локомотивной бригады (сидячая, стоячая) [44].

Имеются сообщения о том, что длительное воздействие вибрации на организм машиниста, даже в пределах ПДУ, может приводить к развитию профессионально-ассоциированного дефицита витамина D, тестостерона [45, 46]. Подобные гормональные нарушения могут быть дополнительным фактором риска развития или более быстрого прогрессирования сердечно-сосудистых заболеваний у работников локомотивных бригад [47]. В последние годы стали появляться сообщения о влиянии вибрации на сократительную способность миокарда вне зависимости от наличия или отсутствия других факторов риска. Эти эффекты могут быть опосредованы через автономную нервную систему [47]. В лабораторных условиях моделирование вибрации в кабине машиниста сопровождалось активацией симпатической нервной системы, при которой появлялось чувство сонливости [48].

Выявлен повышенный риск развития болей в пояснице, шее и колене у лиц, осуществляющих обслуживание железнодорожных путей. Причем данный риск связан со степенью вибрации, создаваемой передвигающимися составами [49]. Обсуждается возможность влияния вибрации на состояние здоровья пассажиров [50].

Кроме того, вибрация, создаваемая движением поездов, может влиять на точность работы сейсмологической станции, устойчивость прилегающих капитальных строений [51, 52].

Необходимо отметить, что нормативное регулирование вибрационных воздействий на организм машиниста как в нашей стране, так и за рубежом предполагает использование стандартизированных условий. Как следует из приведенных выше данных, в реальных условиях эксплуатации локомотивов могут быть получены иные результаты. Кроме того, большое значение имеет длительность воздействия вибрации, даже если ее значения не выходят за пределы ПДУ. Этот факт также следует учитывать в дальнейших исследованиях и при разработке последующих нормативов.

Электромагнитные воздействия. Нормирование безопасных электромагнитных воздействий для организма человека существенным образом различается между странами. В РФ электромагнитное излучение от железных дорог регламентируется требованиями СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-

⁶ ISO 2631-1:1997. Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements [Электронный ресурс] // ISO: International Organization for Standardization. — URL: <https://www.iso.org/ru/standard/7612.html> (дата обращения: 09.08.2020).

⁷ ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997). Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200060904> (дата обращения: 09.08.2020).

эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»⁸, СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»⁹, СНиП 2971-84 «Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты»¹⁰ и ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»¹¹. Кроме того, необходимо учитывать страновую разницу в характеристиках тока, используемого для электрификации железных дорог. Так, на территории РФ применяется постоянный ток 3000 В и переменный ток 25 кВ 50 Гц и 25кВ·2 50 Гц, в Европе – постоянный ток 1500 В, переменный ток 15 кВ 16²/₃ Гц, в США – переменный ток 11 кВ 25 Гц. На отдельных участках (например в карьерах) характеристики тока могут отличаться. Специальная система электроснабжения существует внутри депо. Все это затрудняет сравнительные исследования влияния электромагнитного излучения на организм машиниста. Кроме того, следует полагать, что степень воздействия зависит от типа локомотива.

В РФ на всех обследованных рабочих местах машинистов напряженность электромагнитного поля по электрической и магнитной составляющим была ниже ПДУ. Однако старые локомотивы (выпуска до 2008 г.) характеризуются большей напряженностью электромагнитного поля, чем современные модели. Следует отметить, что на электрифицированных участках железных дорог выявлены более высокие значения напряженности электромагнитного поля [53]. Модернизация локомотивов в РФ позволяет снизить уровень электромагнитного поля в кабине машиниста [54]. Подобные технические решения применяются и за рубежом [55]. Однако существующие ПДУ по электромагнитным излучениям не учитывают факта его кумулятивного воздействия. Поэтому вопрос о степени влияния длительного воздействия электромагнитного поля на состояние здоровья, даже если его параметры

оказываются в пределах существующих нормативов, остается открытым [56].

В литературе мы нашли только одно сообщение, в котором авторы утверждают, что электромагнитные воздействия повышают риск развития нарушений сердечного ритма и внезапной сердечной смерти [57]. Однако данное исследование не является многоцентровым, поэтому его результаты вызывают сомнения. Кроме того, по нашим собственным данным, тип локомотива (электровоз или тепловоз) не влияет на риск внезапной сердечной смерти машиниста или помощника машиниста [58]. Также есть публикации о негативном влиянии переменного тока на иммунную систему машинистов [59].

Обсуждается вопрос влияния электромагнитных полей на пассажиров поездов, работников железнодорожного пути, жителей близлежащих домов [60, 61]. Проведенное в Швеции 31-летнее исследование показало, что электромагнитные воздействия, создаваемые железными дорогами, могут обладать кумулятивным эффектом, повышая вероятность развития болезни Альцгеймера, миелоидного лейкоза и Ходжкинской лимфомы как у машинистов, так у рабочих железнодорожного пути [62, 63]. Выявлено, что система электрификации железных дорог может оказывать влияние на работу электрических приборов, находящихся вблизи, в частности, на электрокардиографы [64].

По нашему мнению, вопросы безопасности электромагнитных воздействий на организм машинистов изучены недостаточно. Из-за разницы характеристик токов, используемых для электрификации железных дорог в РФ и за рубежом, непонятно, в какой степени зарубежный опыт регулирования может быть использован в нашей стране. Открытым остается вопрос кумулятивного воздействия электромагнитного поля. Вероятно, нормы суммарного воздействия предстоит разработать в будущем.

Микроклимат кабины. Химические факторы. На международном уровне микроклимат кабины машиниста описывается ISO 19659-1:2017¹² и ISO 19659-2:2020 «Heating, ventilation and air condi-

⁸ СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420362948> (дата обращения: 09.08.2020).

⁹ СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901853847> (дата обращения: 09.08.2020).

¹⁰ СНиП 2971-84. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200214> (дата обращения: 09.08.2020).

¹¹ ГОСТ 12.1.045-84. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051575> (дата обращения: 09.08.2020).

¹² ISO 19659-1:2017. Railway applications – Heating, ventilation and air conditioning systems for rolling stock – Part 1: Terms and definitions [Электронный ресурс] // ISO: International Organization for Standardization. – URL: <https://www.iso.org/standard/65762.html> (дата обращения: 09.08.2020).

tioning systems for rolling stock»¹³ («Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для подвижного состава»). Частично эти нормативы нашли свое отражение в ГОСТ 33463.1-2015 «Системы жизнеобеспечения на железнодорожном подвижном составе»¹⁴. Современная конструкция кабин машинистов максимально рассчитана на профилактику воздействия температурного фактора [65]. Проведенные исследования микроклимата кабин локомотивов в РФ не выявили отклонений от существующих стандартов. Однако при этом большинство опрошенных работников локомотивных бригад жалуются на некомфортные по температуре условия в кабине машиниста [66]. Как нам кажется, эти жалобы в большей мере несут субъективный характер. При этом следует иметь в виду, что воздействие чрезмерно низких или чрезмерно высоких температур окружающего воздуха может приводить к уменьшению работоспособности, повышению вероятности совершения ошибки, ухудшению состояния здоровья работников локомотивных бригад с их последующей медицинской реабилитацией [67].

Плохо поддающимся учету фактором микроклимата является зрительная нагрузка: мелькание шпал и объектов инфраструктуры железнодорожной линии, свет от семафоров, фонарей и т.д., смена времени суток в пути, движение по туннелям и др. Например, доказано, что яркий солнечный свет, въезд / выезд из туннелей создает дополнительную зрительную нагрузку [68]. Была выявлена повышенная функциональная утомляемость органа зрения у работников локомотивных бригад, мало зависящая от вида осуществляемого движения [69]. Поэтому предлагается использовать методики профилактики заболевания органа зрения у лиц, непосредственно связанных с движением поездов [70].

Современные локомотивы оборудованы системами очистки воздуха. Поэтому, согласно проведенным лабораторным исследованиям за 2012–2016 гг., на рабочих местах машинистов отмечено снижение числа проб с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК). Однако полноценно очистить воздух удается не от всех веществ, поступающих из внешней среды. Наиболее значимыми загрязнителями воздуха остаются: оксиды азота, соединения серы, оксиды углерода, углеводороды, а также сажа [71, 72]. Наиболее остро проблема загрязнения воздуха касается замкнутых в пространстве перегонов, например туннелей [73]. Однако суммарные изме-

рения основных загрязнителей показали малую вероятность их влияния на здоровье пассажиров, работников железнодорожного транспорта и машинистов. Это связано с невысокими концентрациями поллютантов, даже в туннелях [74].

Следует отметить, что отечественными нормативными документами в большей степени, чем за рубежом, регламентируются параметры микроклимата кабины машиниста и в меньшей степени – микроклимата вагонов. Исследований по влиянию микроклимата на здоровье работников вагонных бригад найти не удалось. Возможно, дальнейшие работы в этой сфере позволят разработать новые подходы к нормированию параметров микроклимата.

Заключение. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»¹⁵ внес существенные изменения в законодательную базу, регламентирующую санитарно-эпидемиологические аспекты безопасности железнодорожного движения [75]. В большинстве своем отечественные нормативно-правовые акты приведены в соответствие с международной практикой. В целом следует отметить гораздо большее внимание отечественных авторов к изучению производственных факторов риска и их влиянию на организм человека, тогда как за рубежом преобладают попытки решить проблему за счет различных технических инноваций.

Остается целый ряд нерешенных вопросов, которые необходимо изучать для дальнейшего развития системы регулирования:

1. Измерение большинства производственных факторов риска проводится в стандартизированных условиях. Необходимы методики их измерения с учетом повседневных особенностей эксплуатации поездов.

2. Воздействие производственных факторов риска ограничивается абсолютными величинами. При этом не учитывается возможное накопление суммарного воздействия производственного фактора. При наличии суммарного воздействия фактора не учитывается и не нормируется межсменный период, то есть то время, когда воздействие отсутствует.

3. Не учитывается возможное влияние на состояние здоровья подпороговых значений производственных факторов риска. Вероятнее всего, оно связано с суммарным накоплением воздействия.

4. Нужна дальнейшая стандартизация воздействия производственных факторов риска, для кото-

¹³ ISO 19659-2:2020. Railway applications – Heating, ventilation and air conditioning systems for rolling stock – Part 2: Thermal comfort [Электронный ресурс] // ISO: International Organization for Standardization. – URL: <https://www.iso.org/ru/standard/70232.html> (дата обращения: 09.08.2020).

¹⁴ ГОСТ 33463.1-2015. Системы жизнеобеспечения на железнодорожном подвижном составе [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133110> (дата обращения: 09.08.2020).

¹⁵ О техническом регулировании: Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901836556> (дата обращения: 09.08.2020).

рых эти методы не разработаны (например зрительная нагрузка).

Мы надеемся, что дальнейшее развитие законодательной базы в сфере регулирования воздействия производственных факторов риска на работников железнодорожного транспорта позволит улучшить их показатели здоровья и будет способствовать продлению их

активного трудового долголетия за счет профилактики производственно обусловленных заболеваний.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Plakhotnik V.N., Lakhnova J.V. Interaction of railway objects with the environment // *Environmental Economics*. – 2002. – № 4. – P. 163–169.
2. Ключкова Е.А. Охрана труда на железнодорожном транспорте. – М.: Маршрут, 2004. – 412 с.
3. Самарская Н.А. Анализ особенностей труда и разработка мероприятий по обеспечению безопасности работников метрополитена // *Экономика труда*. – 2019. – Т. 6, № 3. – С. 1271–1284.
4. Титова Т.С., Копытенькова О.И., Курепин Д.Е. Об объективной оценке акустического воздействия // *Железнодорожный транспорт*. – 2017. – № 5. – С. 75–77.
5. Kurmis A.P., Apps S.A. Occupationally-acquired noise-induced hearing loss: a senseless workplace hazard // *Int J. Occup. Med. Environ. Health*. – 2007. – Vol. 20, № 2. – P. 127–136. DOI: 10.2478/v10001-007-0016-2
6. 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
7. Марушкина Г.И., Миронова Е.А., Плохов В.Н. Оценка клинической и фармакоэкономической эффективности препаратов нейромедиаторных аминокислот и ингибиторов холинэстеразы в лечении хронической сенсоневральной тугоухости у работников железнодорожного транспорта // *Вестник оториноларингологии: материалы XI Российского конгресса оториноларингологов*. – 2012. – № 5. – С. 100–102.
8. Панкова В.Б., Капцов В.А., Каськов Ю.Н. Гигиеническое обоснование риска развития профессиональной тугоухости у работников локомотивных бригад // *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. – 2006. – № 3. – С. 38–41.
9. 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.
10. Multiple work-related accidents: tracing the role of hearing status and noise exposure / S.A. Girard, M. Picard, A.C. Davis, M. Simard, R. Larocque, T. Leroux, F. Turcotte // *Occup. Environ. Med.* – 2009. – Vol. 66, № 5. – P. 319–324. DOI: 10.1136/oem.2007.037713
11. Nunes P.A.L.D., Travisi C.M. Rail noise-abatement programmes: a stated choice experiment to evaluate the impacts on welfare // *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*. – 2007. – Vol. 27, № 5. – P. 589–604. DOI: 10.1080/01441640701322693
12. Arezes P.A., Miguel A.S. Hearing protection use in industry: the role of risk perception // *Safety Science*. – 2005. – Vol. 43, № 4. – P. 253–267. DOI: 10.1093/annhyg/mef067
13. Virokannas H., Anttonen H., Niskanen J. Health risk assessment of noise, hand-arm vibration and cold in railway track maintenance // *International Journal of Industrial Ergonomics*. – 1994. – Vol. 13, № 3. – P. 247–252. DOI: 10.1016/0169-8141(94)90071-X
14. Ustinaviciene R., Piesine L. Morbidity of textile industry workers in Kaunas // *Medicina*. – 2007. – Vol. 43, № 6. – P. 495–500.
15. Ustinaviciene R., Obelenis V., Ereminas D. Occupational health problems in modern work environment // *Medicina*. – 2004. – Vol. 40, № 9. – P. 897–904.
16. Sliwinska-Kowalska M., Davis A. Noise-induced hearing loss // *Noise Health*. – 2012. – Vol. 14, № 61. – P. 274–280. DOI: 10.4103/1463-1741.104893
17. Каськов Ю.Н. Деятельность управления Роспотребнадзора по железнодорожному транспорту // *Железнодорожный транспорт*. – 2019. – № 4. – С. 43–47.
18. Kryter K.D. Hearing loss from gun and railroad noise--relations with ISO standard // *J. Acoust. Soc. Am.* – 1991. – Vol. 6, № 90. – P. 3180–3195. DOI: 10.1121/1.401427.1999
19. Joynt J., Kang J. The influence of preconceptions on perceived sound reduction by environmental noise barriers // *Science of the Total Environment*. – 2010. – Vol. 408, № 20. – P. 4368–4375. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2010.04.020
20. Nekrasiene R., Kucinskiene J. Formation of green areas of the Klaipėda city // *Urban green formation. Scienc eJobs*. – 2011. – Vol. 1, № 8. – P. 147–154.
21. Hearing status among Norwegian train drivers and train conductors / A. Lie, M. Skogstad, T.S. Johnsen, B. Engdahl, K. Tambs // *Occup. Med. (Lond)*. – 2013. – Vol. 63, № 8. – P. 544–548. DOI: 10.1093/occmed/kqt114
22. A cross-sectional study of hearing thresholds among 4627 Norwegian train and track maintenance workers / A. Lie, M. Skogstad, T.S. Johnsen, B. Engdahl, K. Tambs // *BMJ Open*. – 2014. – Vol. 16, № 4 (10). – P. e005529. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-005529
23. Rotter T. The noise factor in railway locomotives // *Applied Ergonomics*. – 1982. – Vol. 13, № 3. – P. 213–215. DOI: 10.1016/0003-6870(82)90014-x
24. Seshagiri B. Exposure to noise on board locomotives // *AIHA J. (Fairfax, Va)*. – 2003. – Vol. 5, № 64. – P. 699–707. DOI: 10.1202/532.1.1
25. The Study on Vibroacoustic Characteristics of Shunting Locomotive Cabin / A.A. Igolkin, A.N. Kryuchkov, G.V. Lazutkin, K.M. Afanasev // *Procedia Engineering*. – 2017. – № 176. – P. 724–731. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.02.320

26. Tunnel driving occupational environment and hearing loss in train drivers in China / Y. Peng, C. Fan, L. Hu, S. Peng, P. Xie, F. Wu, S. Yi // *Occup. Environ. Med.* – 2019. – Vol. 2, № 76. – P. 97–104. DOI: 10.1136/oemed-2018-105269
27. Annoyance to different noise sources is associated with atrial fibrillation in the Gutenberg Health Study / O. Hahad, M. Beutel, T. Gori, A. Schulz, M. Blettner, N. Pfeiffer, T. Rostock [et al.] // *Int J. Cardiol.* – 2018. – Vol. 1, № 264. – P. 79–84. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.03.126
28. Development of the WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: An Introduction / D. Jarosińska, M.È. Héroux, P. Wilkhu, J. Creswick, J. Verbeek, J. Wothge, E. Paunović // *Int J. Environ. Res. Public. Health.* – 2018. – Vol. 20, № 15 (4). – P. E813. DOI: 10.3390/ijerph15040813
29. Clark C., Paunovic K. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cognition // *Int J. Environ. Res. Public. Health.* – 2018. – Vol. 7, № 15 (2). – P. E285. DOI: 10.3390/ijerph15020285
30. Guski R., Schreckenberger D., Schuemer R. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance // *Int J. Environ. Res. Public. Health.* – 2017. – Vol. 8, № 14 (12). – P. E1539. DOI: 10.3390/ijerph14121539
31. Effects of urban rail noise level in a residential area / R. Grubliauskas, B. Strukcinskiene, J. Raistenskis, V. Strukcinskaitė, R. Buckus, T. Janusevicius // *Journal of Vibroengineering.* – 2014. – Vol. 16, № 2. – P. 987–996.
32. Noise-induced hearing loss in a longitudinal study of Norwegian railway workers / A. Lie, M. Skogstad, T.S. Johnsen, B. Engdahl, K. Tambs // *BMJ Open.* – 2016. – Vol. 2, № 6 (9). – P. e011923. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-011923
33. The prevalence of notched audiograms in a cross-sectional study of 12,055 railway workers / A. Lie, M. Skogstad, T.S. Johnsen, B. Engdahl, K. Tambs // *Ear. Hear.* – 2015. – Vol. 36, № 3. – P. e86–e92. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000129
34. Riesco E., Munoz-Guijosa J.M. An enhanced whole-body vibration emission index for railway vehicles // *Ergonomics.* – 2020. – № 11. – P. 1–11. DOI: 10.1080/00140139.2020.1776899
35. Самарская Н.А., Ильин С.М. Обеспечение безопасных условий и защита здоровья работников железнодорожного транспорта // *Экономика труда.* – 2018. – Т. 5, № 4. – С. 1329–1345.
36. Ищенко В.И. Улучшение условий и охраны труда на железнодорожном транспорте // *Путь и путевое хозяйство.* – 2005. – № 5. – С. 31–34.
37. Modelling and simulation of locomotive driver's seat vertical suspension vibration isolation system / G.J. Steina, P. Múčka, T.P. Gunstonb, S. Badurac // *International Journal of Industrial Ergonomics.* – 2008. – Vol. 38, № 5–6. – P. 384–395. DOI: 10.1016/j.ergon.2007.08.007
38. Tiemessen I.J.H., Hulshof C.T.J., Frings-Dresen M.H.W. Effectiveness of an occupational health intervention program to reduce whole body vibration exposure: an evaluation study with a controlled pretest-post-test design // *Am. J. Ind. Med.* – 2009. – Vol. 52, № 12. – P. 943–952. DOI: 10.1002/ajim.20769
39. Whole-body vibration and ergonomic study of US railroad locomotives / E. Johannning, P. Landsbergis, S. Fischer, E. Christ, B. Göres, R. Lührman // *Journal of Sound and Vibration.* – 2006. – Vol. 298, № 3. – P. 594–600. DOI: 10.1016/j.jsv.2006.06.030
40. Cooperrider N.K., Gordon J.J. Shock and impact levels on North American locomotives // *Journal of Sound and Vibration.* – 2008. – Vol. 318, № 4–5. – P. 809–819. DOI: 10.1016/j.jsv.2008.04.042
41. Колесников И.В., Пронников Ю.В. Экспериментальные исследования шума и вибрации в кабинах локомотивов // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения.* – 2011. – № 3 (43). – С. 153–156.
42. Occupational health hazards resulting from elevated work rate situations / H. Ohara, S. Nakagiri, T. Itani, K. Wake, H. Aoyama // *J. Hum. Ergol. (Tokyo).* – 1976. – Vol. 5, № 2. – P. 173–182.
43. Орлова Н.В., Старокожева А.Я. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний среди машинистов локомотивов железнодорожного транспорта // *Медицинский алфавит.* – 2020. – № 2. – С. 37–40. DOI: 10.33667/2078-5631-2020-2-37-40
44. Birlik G. Occupational exposure to whole body vibration-train drivers. // *Ind Health.* – 2009. – Vol. 47, № 1. – P. 5–10. DOI: 10.2486/indhealth.47.5
45. Изучение дефицита витамина D у машинистов железнодорожного транспорта / Н.В. Орлова, В.И. Подзолков, А.Я. Старокожева, Н.М. Долдо, Е.В. Миронова // *Клиническая лабораторная диагностика.* – 2020. – Т. 65, № 3. – С. 163–168.
46. Зависимость уровня тестостерона от профессиональных факторов (на примере машинистов локомотива) / Е.А. Финагина, О.В. Теодорович, А.З. Цфасман, М.Н. Шатохин, С.Ю. Шеховцов // *Вестник новых медицинских технологий.* – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 151–155.
47. Autonomic Nervous System Responses to Whole-Body / H. Jalilian, Z. Zamanian, O. Gorjizadeh, Z. Riaei, M.R. Monazzam, M. Abdoli-Eramaki // *Int J. Occup. Environ. Med.* – 2019. – Vol. 10, № 4. – P. 174–184. DOI: 10.15171/ijom.2019.1688
48. The effects of physical vibration on heart rate variability as a measure of drowsiness / N. Zhang, M. Fard, M.H.U. Bhuiyan, D. Verhagen, M.F. Azari, S.R. Robinson // *Ergonomics.* – 2018. – Vol. 61, № 9. – P. 1259–1272. DOI: 10.1080/00140139.2018.1482373
49. Occupational risk factors for musculoskeletal disorders among railroad maintenance-of-way workers / P. Landsbergis, E. Johannning, M. Stillo, R. Jain, M. Davis // *Am. J. Ind. Med.* – 2020. – Vol. 63, № 5. – P. 402–416. DOI: 10.1002/ajim.23099
50. Exposure-response relationships for annoyance due to freight and passenger railway vibration exposure in residential environments / C. Sharp, J. Woodcock, G. Sica, E. Peris, A.T. Moorhouse, D.C. Waddington // *J. Acoust. Soc. Am.* – 2014. – Vol. 135, № 1. – P. 205–212. DOI: 10.1121/1.4836115
51. Effects of Railway Elevation, Operation of a New Station, and Earthquakes on Railway Noise Annoyance in Kumamoto, Japan / Y. Murakami, T. Yano, M. Morinaga, S. Yokoshima // *Int J. Environ. Res. Public. Health.* – 2018. – Vol. 5, № 15 (7). – P. 1417. DOI: 10.3390/ijerph15071417
52. Railway noise annoyance and the importance of number of trains, ground vibration, and building situational factors / A. Gidlöf-Gunnarsson, M. Ögren, T. Jerson, E. Öhrström // *Noise Health.* – 2012. – Vol. 4, № 59. – P. 190–201. DOI: 10.4103/1463-1741.99895

53. Анализ результатов аттестации рабочих мест АО «Локомотив» по условиям труда / М.Д. Зальцман, С.Г. Цыганков, А.Д. Товасаров, Р.Т. Конырбаев, А.Б. Акберлиев // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2015. – Т. 92, № 1. – С. 10–17.
54. Кабанцев А.А. Некоторые изменения в конструкции электровозов 2ЭС5К «ЕРМАК» // Локомотив. – 2017. – Т. 721, № 1. – С. 30–31.
55. Compliance boundaries for train protection systems / S. Aerts, L. Verloock, L. Martens, W. Joseph // RadiatProt Dosimetry. – 2014. – Vol. 158, № 1. – P. 68–72. DOI: 10.1093/rpd/nct183
56. Климченко Л.Н., Черкасова Т.С., Чубарь Е.П. Прогнозирование неблагоприятного электромагнитного влияния на объектах железнодорожного транспорта // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2001. – Т. 5, № 1. – С. 126–129.
57. Magnetic field exposure and arrhythmic risk: evaluation in railway drivers / L. Santangelo, M. Di Grazia, F. Liotti, E. De Maria, R. Calabró, N. Sannolo // Int Arch. Occup. Environ. Health. – 2005. – Vol. 78, № 4. – P. 337–341. DOI: 10.1007/s00420-004-0541-2
58. Результаты анализа причин внезапной смерти среди работников локомотивных бригад / Е.А. Жидкова, Н.Б. Найговзина, М.Р. Калинин, Е.М. Гутор, К.Г. Гуревич // Кардиология. – 2019. – № 6. – С. 42–47.
59. Influence of electric traction extremely low frequency electromagnetic field on immune function of train drivers / Y.M. Liu, H.L. Sun, Y. Luo, Z.L. Dong, W.S.Z. Ye // Bing Za Zhi. – 2008. – Vol. 26, № 11. – P. 659–660.
60. Impact of a small cell on the RF-EMF exposure in a train / S. Aerts, D. Plets, A. Thielens, L. Martens, W. Joseph // Int J. Environ. Res. Public. Health. – 2015. – Vol. 27, № 12 (3). – P. 2639–2652. DOI: 10.3390/ijerph120302639
61. Exposure to electromagnetic fields aboard high-speed electric multiple unit trains / D. Niu, F. Zhu, R. Qiu, Q. Niu // J. Biol. Regul. Homeost. Agents. – 2016. – Vol. 30, № 3. – P. 727–731.
62. Mortality from neurodegenerative disease and exposure to extremely low-frequency magnetic fields: 31 years of observations on Swiss railway employees / M. Rössli, M. Lörtscher, M. Egger, D. Pfluger, N. Schreier, E. Lörtscher, P. Locher, A. Spoerri, C. Minder // Neuroepidemiology. – 2007. – Vol. 28, № 4. – P. 197–206. DOI: 10.1159/000108111
63. Leukaemia, brain tumours and exposure to extremely low frequency magnetic fields: cohort study of Swiss railway employees / M. Rössli, M. Lörtscher, M. Egger, D. Pfluger, N. Schreier, E. Lörtscher, P. Locher, A. Spoerri, C. Minder // Occup Environ Med. – 2007. – Vol. 64, № 8. – P. 553–559. DOI: 10.1136/oem.2006.030270
64. Interference of 16.7-Hz electromagnetic fields on measured electrocardiogram / C.J. Schlimp, M. Breiteneder, J. Seifert, W. Lederer // Bioelectromagnetics. – 2007. – Vol. 28, № 5. – P. 402–405. DOI: 10.1002/bem.20319
65. Худоногов А.М., Волосатов С.Н. К концепции проектирования систем микроклимата в кабине управления локомотивом // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2013. – № 2. – С. 352–357.
66. Социально-психологические и организационные факторы, влияющие на профессиональную деятельность работников локомотивных бригад / В.В. Сериков, Е.А. Жидкова, В.Я. Колягин, А.А. Закревская, В.Е. Богданова // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 7. – С. 17–21.
67. Дубилей Г.С., Заикина Н.В. Профессиональная реабилитация работников локомотивных бригад // CardioComa. – 2013. – № S1. – С. 29.
68. Современные тенденции офтальмологической заболеваемости и состояния зрительного здоровья работников железнодорожного транспорта, обеспечивающих безопасность движения поездов / И.Н. Бянкина, И.Е. Панова, Е.С. Леонова, О.А. Павленко // Пермский медицинский журнал. – 2009. – Т. 26, № 6. – С. 127–131.
69. Результаты углубленного клинико-физиологического обследования органа зрения машинистов локомотивов / Е.С. Леонова, И.Н. Бянкина, Е.В. Щёкотов, Е.А. Карауловская // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 1. – С. 38–42.
70. Леонова Е.С. Медико-социальная и экономическая эффективность профилактики нарушений зрения у машинистов локомотивов // Здоровье и образование в XXI веке: сборник научных тезисов и статей. – 2011. – Т. 13, № 3. – С. 318–319.
71. Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности пассажирских грузовых перевозок железнодорожным транспортом России / Г.А. Фархатдинов, Ю.Н. Каськов, Ю.И. Подкорытов, О.А. Свитенко // Дезинфекция. Антисептика. – 2014. – Т. 5, № 2. – С. 28–32.
72. Каськов Ю.Н., Подкорытов Ю.И. К современному состоянию химического загрязнения окружающей среды на объектах железнодорожного транспорта России // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 4. – С. 91–97.
73. Factors affecting the exposure of passengers, service staff and train drivers inside trains to airborne particles / Y. Cha, M. Tu, M. Elmgren, S. Silvergren, U. Olofsson // Environ Res. – 2018. – № 166. – P. 16–24. DOI: 10.1016/j.envres.2018.05.026
74. The London Underground: dust and hazards to health / A. Seaton, J. Cherrie, M. Dennekamp, K. Donaldson, J.F. Hurley, C.L. Tran // Occup. Environ. Med. – 2005. – Vol. 62, № 6. – P. 355–362. DOI: 10.1136/oem.2004.014332
75. Лексин А.Г. Санитарно-эпидемиологическая безопасность и техническое регулирование на железнодорожном транспорте // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 7. – С. 17–21.

Регулирование профессионально-ассоциированных производственных воздействий на работников железнодорожного транспорта: опыт России и других стран / В.А. Логинова, Ю.Н. Каськов, Е.А. Жидкова, К.Г. Гуревич, Ю.Л. Смертина, О.А. Плетникова // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 1. – С. 173–185. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.18



Review

REGULATION OF WORK-RELATED AND OCCUPATIONAL IMPACTS ON WORKERS EMPLOYED AT RAILROADS: EXPERIENCE GAINED IN RUSSIA AND OTHER COUNTRIES

V.A. Loginova¹, Yu.N. Kas'kov¹, E.A. Zhidkova^{2,3}, K.G. Gurevich³,
Yu.L. Smertina⁴, O.A. Pletnikova⁴

¹Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Railway transport office, 17 Dubininskaya Str., Moscow, 115054, Russian Federation

²The Central Healthcare Office, a branch of «Russian Railways» JSC, 52a Malaya Gruzinskaya Str., Moscow, 123557, Russian Federation

³A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, 20/1 Delegatskaya Str., Moscow, 127473, Russian Federation

⁴Center for Hygiene and Epidemiology at railway transport, 2 the 1st Basmanniy lane, Moscow, 105066, Russian Federation

The present research is vital as it will allow increasing safety of working conditions for workers employed at railway transport due to reducing impacts exerted by occupational risk factors.

Our research goal was to perform comparative analysis of requirements to labor protection provided for railway workers.

Our research was performed via non-systemic analysis of literature that involved searching through Elibrary, Pubmed and Cochrane databases as per certain key words.

As a result, we showed that railway traffic involved exposure to numerous occupational risk factors; due to it, a significant number of workplaces, including those of enginemen and other railway workers, belonged to the 3rd (adverse) hazard category. Basic occupational risk factors included noise and vibration; psychoemotional loads borne by engine team workers and traffic controllers; exposure to industrial aerosols; electromagnetic irradiation; fluctuations in microclimatic parameters in engines' cabs. All these occupational factors influence not only workers who are directly employed at railways but also people who live in close proximity to them. Therefore, in most countries there is legislative basis on health protection for people who may be exposed to occupational factors related to railway traffic. Our analysis revealed that in general the existing legislation in Russia corresponded to foreign one. Bases for harmonization of the domestic legislation with foreign one are fixed by the Federal Law issued on December 27, 2002 No. 184-FZ "On technical regulation".

Harmonization of domestic and foreign legislation on reducing total exposure to occupational risk factors allows preserving long-term working ability and preventing work-related diseases.

Key words: occupational risk factors, railway transport, preventive medicine, engine team, health protection, noise, vibration, microclimate, electromagnetic irradiation.

References

1. Plakhotnik V.N., Lakhnova J.V. Interaction of railway objects with the environment. *Environmental Economics*, 2002, no. 4, pp. 163–169.
2. Klochkova E.A. Okhrana truda na zheleznodorozhnom transporte [Labor protection provided for railway workers]. Moscow, Marshrut Publ., 2004, 412 p. (in Russian).

© Loginova V.A., Kas'kov Yu.N., Zhidkova E.A., Gurevich K.G., Smertina Yu.L., Pletnikova O.A., 2021

Vera A. Loginova – Deputy supervisor (e-mail: va-loginova@mail.ru; tel.: +7 (495) 633-27-19; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8852-2898>).

Yurii N. Kas'kov – Supervisor (e-mail: kaskov.mps@bk.ru; tel.: +7 (499) 235-25-72; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-2345-6789>).

Elena A. Zhidkova – Supervisor, lecturer (e-mail: genmedc@gmail.com; tel.: +7 (499) 262-56-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6831-9486>).

Konstantin G. Gurevich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department (e-mail: kgurevich@mail.ru; tel.: +7 (495) 681-88-31; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7603-6064>).

Yuliya L. Smertina – Chief physician (e-mail: zamfbuz@mail.ru; tel.: +7 (495) 607-44-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4142-4232>).

Oksana A. Pletnikova – Deputy to the Head of the Department for Operational Organization and Statistic Provision (e-mail: zamfbuz@mail.ru; tel.: +7 (495) 607-44-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4471-6070>).

3. Samarskaya N.A. Analysis of the working conditions peculiarities and development of measures to ensure the metro workers safety. *Ekonomika truda*, 2019, vol. 6, no. 3, pp. 1271–1284 (in Russian).
4. Titova T.S., Kopytenkova O.I., Kurepin D.E. Acoustic impact assessment. *Zheleznodorozhnyi transport*, 2017, no. 5, pp. 75–77 (in Russian).
5. Kurmis A.P., Apps S.A. Occupationally-acquired noise-induced hearing loss: a senseless workplace hazard. *Int J. Occup. Med. Environ. Health*, 2007, vol. 20, no. 2, pp. 127–136. DOI: 10.2478/v10001-007-0016-2
6. 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
7. Marushkina G.I., Mironova E.A., Plokhov V.N. Otsenka klinicheskoi i farmakoekonomicheskoi effektivnosti preparatov neiromediatornykh aminokislot i inhibitorov kholinesterazy v lechenii khronicheskoi sensonevral'noi tugoukhosti u rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta [Assessing clinical and pharmaceutical-economic efficiency of neuromediator amino acids mediators and choline esterase inhibitors in treating chronic sensorineural hearing loss among railway workers. *Vestnik otorinolaringologii: materialy XI Rossiiskogo kongressa otorinolaringologov*, 2012, no. 5, pp. 100–102 (in Russian).
8. Pankova V.B., Kaptsov V.A., Kas'kov Yu.N. Hygienic substantiation of risk of development of professional relative deafness at workers locomotive brigades. *Byulleten' VSN Ts SO RAMN*, 2006, no. 3, pp. 38–41 (in Russian).
9. 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).
10. Girard S.A., Picard M., Davis A.C., Simard M., Larocque R., Leroux T., Turcotte F. Multiple work-related accidents: tracing the role of hearing status and noise exposure. *Occup. Environ. Med.*, 2009, vol. 66, no. 5, pp. 319–324. DOI: 10.1136/oem.2007.037713
11. Nunes P.A.L.D., Trivisi C.M. Rail noise-abatement programmes: a stated choice experiment to evaluate the impacts on welfare. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 2007, vol. 27, no. 5, pp. 589–604. DOI: 10.1080/01441640701322693
12. Arezes P.A., Miguel A.S. Hearing protection use in industry: the role of risk perception. *Safety Science*, 2005, vol. 43, no. 4, pp. 253–267. DOI: 10.1093/annhyg/mef067
13. Viokannas H., Anttonen H., Niskanen J. Health risk assessment of noise, hand-arm vibration and cold in railway track maintenance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1994, vol. 13, no. 3, pp. 247–252. DOI: 10.1016/0169-8141(94)90071-X
14. Ustinaviciene R., Piesine L. Morbidity of textile industry workers in Kaunas. *Medicina*, 2007, vol. 43, no. 6, pp. 495–500.
15. Ustinaviciene R., Obelenis V., Ereminas D. Occupational health problems in modern work environment. *Medicina*, 2004, vol. 40, no. 9, pp. 897–904.
16. Sliwinska-Kowalska M., Davis A. Noise-induced hearing loss. *Noise Health*, 2012, vol. 14, no. 61, pp. 274–280. DOI: 10.4103/1463-1741.104893
17. Kas'kov Yu.N. Deyatel'nost' upravleniya Rospotrebnadzora po zheleznodorozhnomu transportu [Activities performed by Rospotrebnadzor Railway Transport Office]. *Zheleznodorozhnyi transport*, 2019, no. 4, pp. 43–47 (in Russian).
18. Kryter K.D. Hearing loss from gun and railroad noise—relations with ISO standard. *J. Acoust. Soc. Am.*, 1991, vol. 6, no. 90, pp. 3180–3195. DOI: 10.1121/1.401427.1999
19. Joynt J., Kang J. The influence of preconceptions on perceived sound reduction by environmental noise barriers. *Science of the Total Environment*, 2010, vol. 408, no. 20, pp. 4368–4375. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2010.04.020
20. Nekrasiene R., Kucinskiene J. Formation of green areas of the Klaipeda city. *Urban green formation. Science Jobs*, 2011, vol. 1, no. 8, pp. 147–154 (in Russian).
21. Lie A., Skogstad M., Johnsen T.S., Engdahl B., Tambs K. Hearing status among Norwegian train drivers and train conductors. *Occup. Med. (Lond)*, 2013, vol. 63, no. 8, pp. 544–548. DOI: 10.1093/occmed/kqt114
22. Lie A., Skogstad M., Johnsen T.S., Engdahl B., Tambs K. A cross-sectional study of hearing thresholds among 4627 Norwegian train and track maintenance workers. *BMJ Open*, 2014, vol. 16, no. 4 (10), pp. e005529. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-005529
23. Rotter T. The noise factor in railway locomotives. *Applied Ergonomics*, 1982, vol. 13, no. 3, pp. 213–215. DOI: 10.1016/0003-6870(82)90014-x
24. Seshagiri B. Exposure to noise on board locomotives. *AIHA J. (Fairfax, Va)*, 2003, vol. 5, no. 64, pp. 699–707. DOI: 10.1202/532.1.1
25. Igolkin A.A., Kryuchkov A.N., Lazutkin G.V., Afanasev K.M. The Study on Vibroacoustic Characteristics of Shunting Locomotive Cabin. *Procedia Engineering*, 2017, no. 176, pp. 724–731. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.02.320
26. Peng Y., Fan C., Hu L., Peng S., Xie P., Wu F., Yi S. Tunnel driving occupational environment and hearing loss in train drivers in China. *Occup. Environ. Med.*, 2019, vol. 2, no. 76, pp. 97–104. DOI: 10.1136/oemed-2018-105269
27. Hahad O., Beutel M., Gori T., Schulz A., Blettner M., Pfeiffer N., Rostock T. [et al.]. Annoyance to different noise sources is associated with atrial fibrillation in the Gutenberg Health Study. *Int. J. Cardiol.*, 2018, vol. 1, no. 264, pp. 79–84. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.03.126
28. Jarosińska D., Héroux M.È., Wilkhu P., Creswick J., Verbeek J., Wothge J., Paunović E. Development of the WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: An Introduction. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.*, 2018, vol. 20, no. 15 (4), pp. E813. DOI: 10.3390/ijerph15040813
29. Clark C., Paunovic K. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cognition. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.*, 2018, vol. 7, no. 15 (2), pp. E285. DOI: 10.3390/ijerph15020285
30. Guski R., Schreckenberg D., Schuemer R. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.*, 2017, vol. 8, no. 14 (12), pp. E1539. DOI: 10.3390/ijerph14121539
31. Grubliauskas R., Struckinskiene B., Raistenskis J., Struckinskaite V., Buckus R., Janusevicius T. Effects of urban rail noise level in a residential area. *Journal of Vibroengineering*, 2014, vol. 16, no. 2, pp. 987–996.
32. Lie A., Skogstad M., Johnsen T.S., Engdahl B., Tambs K. Noise-induced hearing loss in a longitudinal study of Norwegian railway workers. *BMJ Open*, 2016, vol. 2, no. 6 (9), pp. e011923. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-011923

33. Lie A., Skogstad M., Johnsen T.S., Engdahl B., Tambs K. The prevalence of notched audiograms in a cross-sectional study of 12,055 railway workers. *Ear. Hear.*, 2015, vol. 36, no. 3, pp. e86–e92. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000129
34. Riesco E., Munoz-Guijosa J.M. An enhanced whole-body vibration emission index for railway vehicles. *Ergonomics*, 2020, no. 11, pp. 1–11. DOI: 10.1080/00140139.2020.1776899
35. Samarskaya N.A., Il'in S.M. Ensuring safe working conditions and health protection of railway workers. *Ekonomika truda*, 2018, vol. 5, no. 4, pp. 1329–1345 (in Russian).
36. Ishchenko V.I. Uluchshenie uslovii i okhrany truda na zheleznodorozhnom transporte [Improvement of labor protection for workers employed at railways. *Put' i putevye khozyaistvo*, 2005, no. 5, pp. 31–34 (in Russian).
37. Steina G.J., Múčka P., Gunstonb T.P., Badurac S. Modelling and simulation of locomotive driver's seat vertical suspension vibration isolation system. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2008, vol. 38, no. 5–6, pp. 384–395. DOI: 10.1016/j.ergon.2007.08.007
38. Tiemessen I.J.H., Hulshof C.T.J., Frings-Dresen M.H.W. Effectiveness of an occupational health intervention program to reduce whole body vibration exposure: an evaluation study with a controlled pretest-post-test design. *Am. J. Ind. Med.*, 2009, vol. 52, no. 12, pp. 943–952. DOI: 10.1002/ajim.20769
39. Johanning E., Landsbergis P., Fischer S., Christ E., Göres B., Luhrman R. Whole-body vibration and ergonomic study of US railroad locomotives. *Journal of Sound and Vibration*, 2006, vol. 298, no. 3, pp. 594–600. DOI: 10.1016/j.jsv.2006.06.030
40. Cooperridera N.K., Gordonb J.J. Shock and impact levels on North American locomotives. *Journal of Sound and Vibration*, 2008, vol. 318, no. 4–5, pp. 809–819. DOI: 10.1016/j.jsv.2008.04.042
41. Kolesnikov I.V., Pronnikov Yu.V. Experimental research of noise and vibration in cabins of locomotives. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya*, 2011, vol. 43, no. 3, pp. 153–156 (in Russian).
42. Ohara H., Nakagiri S., Itani T., Wake K., Aoyama H. Occupational health hazards resulting from elevated work rate situations. *J. Hum. Ergol. (Tokyo)*, 1976, vol. 5, no. 2, pp. 173–182.
43. Orlova N.V., Starokozheva A.Ya. Risk factors for cardiovascular disease among railway locomotive drivers. *Meditsinskii al'favit*, 2020, no. 2, pp. 37–40 (in Russian). DOI: 10.33667/2078-5631-2020-2-37-40
44. Birlik G. Occupational exposure to whole body vibration-train drivers. *Ind. Health.*, 2009, vol. 47, no. 1, pp. 5–10. DOI: 10.2486/indhealth.47.5
45. Orlova N.V., Podzolkov V.I., Starokozheva A.Ya., Doldo N.M., Mironova E.V. Vitamin D deficiency study in railway drivers. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2020, vol. 65, no. 3, pp. 163–168 (in Russian).
46. Finagina E.A., Teodorovich O.V., Tsfasman A.Z., Shatokhin M.N., Shekhovtsov S.Yu. Testosterone level dependence on professional factors (on the example of locomotive drivers). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*, 2017, vol. 24, no. 3, pp. 151–155 (in Russian).
47. Jalilian H., Zamanian Z., Gorjizadeh O., Riaei Z., Monazzam M.R., Abdoli-Eramaki M. Autonomic Nervous System Responses to Whole-Body. *Int. J. Occup. Environ. Med.*, 2019, vol. 10, no. 4, pp. 174–184. DOI: 10.15171/ijoem.2019.1688
48. Zhang N., Fard M., Bhuiyan M.H.U., Verhagen D., Azari M.F., Robinson S.R. The effects of physical vibration on heart rate variability as a measure of drowsiness. *Ergonomics*, 2018, vol. 61, no. 9, pp. 1259–1272. DOI: 10.1080/00140139.2018.1482373
49. Landsbergis P., Johanning E., Stillo M., Jain R., Davis M. Occupational risk factors for musculoskeletal disorders among railroad maintenance-of-way workers. *Am. J. Ind. Med.*, 2020, vol. 63, no. 5, pp. 402–416. DOI: 10.1002/ajim.23099
50. Sharp C., Woodcock J., Sica G., Peris E., Moorhouse A.T., Waddington D.C. Exposure-response relationships for annoyance due to freight and passenger railway vibration exposure in residential environments. *J. Acoust. Soc. Am.*, 2014, vol. 135, no. 1, pp. 205–212. DOI: 10.1121/1.4836115
51. Murakami Y., Yano T., Morinaga M., Yokoshima S. Effects of Railway Elevation, Operation of a New Station, and Earthquakes on Railway Noise Annoyance in Kumamoto, Japan. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.*, 2018, vol. 5, no. 15 (7), pp. 1417. DOI: 10.3390/ijerph15071417
52. Gidlöf-Gunnarsson A., Ögren M., Jerson T., Öhrström E. Railway noise annoyance and the importance of number of trains, ground vibration, and building situational factors. *Noise Health*, 2012, vol. 4, no. 59, pp. 190–201. DOI: 10.4103/1463-1741.99895
53. Zal'tsman M.D., Tsygankov S.G., Tovasarov A.D., Konyrbaev R.T., Akberliev A.B. Analiz rezul'tatov attestatsii rabochikh mest AO «LOKOMOTIV» po usloviyam truda [Analysis of results obtained via assessing workplaces at «Lokomotiv» JSC as per working conditions]. *Vestnik Kazakhskoi akademii transporta i kommunikatsii im. M. Tynyshpaeva*, 2015, vol. 92, no. 1, pp. 10–17 (in Russian).
54. Kabantsev A.A. Nekotorye izmeneniya v konstruktsii elektrovozov 2ES5K «ERMAK» [Certain changes in construction of 2EC5K «ERMAK» electric locomotives]. *Lokomotiv*, 2017, vol. 721, no. 1, pp. 30–31 (in Russian).
55. Aerts S., Verloock L., Martens L., Joseph W. Compliance boundaries for train protection systems. *Radiat Prot. Dosimetry.*, 2014, vol. 158, no. 1, pp. 68–72. DOI: 10.1093/rpd/nct183
56. Klimchenko L.N., Cherkasova T.S., Chubar' E.P. Prognozirovaniye neblagopriyatnogo elektromagnitnogo vliyaniya na ob"ektakh zheleznodorozhnogo transporta [Predicting adverse electromagnetic impacts at railway transport objects]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya*, 2001, vol. 5, no. 1, pp. 126–129 (in Russian).
57. Santangelo L., Di Grazia M., Liotti F., De Maria E., Calabró R., Sannolo N. Magnetic field exposure and arrhythmic risk: evaluation in railway drivers. *Int Arch Occup Environ Health*, 2005, vol. 78, no. 4, pp. 337–341. DOI: 10.1007/s00420-004-0541-2
58. Zhidkova E.A., Naigovzina N.B., Kalinin M.R., Gutor E.M., Gurevich K.G. The Analysis of the Causes of Sudden Deaths among Workers of Locomotive Crews. *Kardiologiya*, 2019, no. 6, pp. 42–47 (in Russian).
59. Liu Y.M., Sun H.L., Luo Y., Dong Z.L., Ye W.S.Z. Influence of electric traction extremely low frequency electromagnetic field on immune function of train drivers. *Bing. Za. Zhi.*, 2008, vol. 26, no. 11, pp. 659–660.
60. Aerts S., Plets D., Thielens A., Martens L., Joseph W. Impact of a small cell on the RF-EMF exposure in a train. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.*, 2015, vol. 27, no. 12 (3), pp. 2639–2652. DOI: 10.3390/ijerph120302639

61. Niu D., Zhu F., Qiu R., Niu Q. Exposure to electromagnetic fields aboard high-speed electric multiple unit trains. *J. Biol. Regul. Homeost. Agents*, 2016, vol. 30, no. 3, pp. 727–731.
62. Rössli M., Lörtscher M., Egger M., Pfluger D., Schreier N., Lörtscher E., Locher P., Spoerri A., Minder C. Mortality from neurodegenerative disease and exposure to extremely low-frequency magnetic fields: 31 years of observations on Swiss railway employees. *Neuroepidemiology*, 2007, vol. 28, no. 4, pp. 197–206. DOI: 10.1159/000108111
63. Rössli M., Lörtscher M., Egger M., Pfluger D., Schreier N., Lörtscher E., Locher P., Spoerri A., Minder C. Leukemia, brain tumours and exposure to extremely low frequency magnetic fields: cohort study of Swiss railway employees. *Occup. Environ. Med.*, 2007, vol. 64, no. 8, pp. 553–559. DOI: 10.1136/oem.2006.030270
64. Schlimp C.J., Breiteneder M., Seifert J., Lederer W. Interference of 16.7-Hz electromagnetic fields on measured electrocardiogram. *Bioelectromagnetics*, 2007, vol. 28, no. 5, pp. 402–405. DOI: 10.1002/bem.20319
65. Khudonogov A.M., Volosatov S.N. K kontseptsii proektirovaniya sistem mikroklimata v kabine upravleniya lokomotivom [On a concept for designing microclimate systems in a locomotive cab]. *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona*, 2013, no. 2, pp. 352–357 (in Russian).
66. Serikov V.V., Zhidkova E.A., Kolyagin V.Ya., Zakrevskaya A.A., Bogdanova V.E. Social and psychologic, organizational factors influencing occupational activity of locomotive crew workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 7, pp. 17–21 (in Russian).
67. Dubilei G.S., Zaikina N.V. Professional'naya reabilitatsiya rabotnikov lokomotivnykh brigad [Occupational rehabilitation for engine team workers]. *Cardio Somatika*, 2013, no. S1, pp. 29 (in Russian).
68. Byankina I.N., Panova I.E., Leonova E.S., Pavlenko O.A. Modern trends of ophthalmologic morbidity and visual health state in railway workers responsible for train control system. *Permskii meditsinskii zhurnal*, 2009, vol. 26, no. 6, pp. 127–131 (in Russian).
69. Leonova E.S., Byankina I.N., Shchekotov E.V., Karaulovskaya E.A. Results of deep clinical and physiologic study of eye in locomotive operators. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2011, no. 1, pp. 38–42 (in Russian).
70. Leonova E.S. Mediko-sotsial'naya i ekonomicheskaya effektivnost' profilaktiki narushenii zreniya u mashinistov lokomotivov [Medical-social and economic efficiency of eye sight disorders prevention for enginemen]. *Sbornik nauchnykh tezisev i statei «Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke»*, 2011, vol. 13, no. 3, pp. 318–319 (in Russian).
71. Farkhatdinov G.A., Kas'kov Yu.N., Podkorytov Yu.I., Svitenko O.A. Aktual'nye voprosy obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskoi bezopasnosti passazhirskikh i gruzovykh perevozok zheleznodorozhnym transportom Rossii [The actual problems of supply of sanitarium and epidemiological safety of passenger and goods transportation by Russian railways]. *Dezinfektsiya. Antiseptika*, 2014, vol. 5, no. 2, pp. 28–32 (in Russian).
72. Kas'kov Yu.N., Podkorytov Yu.I. The actual problems of supply of sanitarium and epidemiological safety of passenger and goods transportation by Russian railways. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*, 2016, no. 4, pp. 91–97 (in Russian).
73. Cha Y., Tu M., Elmgren M., Silvergren S., Olofsson U. Factors affecting the exposure of passengers, service staff and train drivers inside trains to airborne particles. *Environ. Res.*, 2018, no. 166, pp. 16–24. DOI: 10.1016/j.envres.2018.05.026
74. Seaton A., Cherrie J., Dennekamp M., Donaldson K., Hurley J.F., Tran C.L. The London Underground: dust and hazards to health. *Occup. Environ. Med.*, 2005, vol. 62, no. 6, pp. 355–362. DOI: 10.1136/oem.2004.014332
75. Leksin A.G. Sanitary epidemiologic safety and technical regulations on railway transport. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2009, no. 7, pp. 17–21 (in Russian).

Loginova V.A., Kas'kov Yu.N., Zhidkova E.A., Gurevich K.G., Smertina Yu.L., Pletnikova O.A. Regulation of work-related and occupational impacts on workers employed at railroads: experience gained in Russia and other countries. *Health Risk Analysis*, 2021, no. 1, pp. 173–185. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.18.eng

Получена: 08.02.2021

Принята: 02.03.2021

Опубликована: 30.03.2021