

ДИСКУССИИ

EDN: <https://elibrary.ru/rnpfqp>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-9-610-620>

УДК 613.644:613.62

© Коллектив авторов, 2024

Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В.

Состояние и перспективы совершенствования гигиенического нормирования производственной общей вибрации

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, 105275

Гигиеническое нормирование является составной частью общегосударственных мер в области охраны труда и здоровья работников. Действующие в настоящее время нормы общей производственной вибрации, как известно, не являются безопасными. Это обуславливает актуальность совершенствования системы гигиенического нормирования общей вибрации, которая, несмотря на достижения в области науки и техники, появление нового контролируемого параметра вибрации — полного виброускорения, внедрение риск-ориентированного подхода к нормированию, сохраняется практически в неизменном виде на протяжении почти четырёх последних десятилетий.

Цель исследования — анализ отечественных и международных подходов к оценке и нормированию общей производственной вибрации для обоснования перехода на риск-ориентированный одночисловой регламент полного виброускорения.

Выполнено экспертно-аналитическое исследование, проанализированы и сопоставлены материалы отечественных и зарубежных нормативных актов, методических документов, литературных источников по различным аспектам проблемы нормирования общей производственной вибрации.

Предложена новая система нормирования неблагоприятного фактора производственной среды — общей вибрации, устанавливающая интегральный норматив полного виброускорения, вместо дифференцированного нормирования по источникам вибрации (транспортной, транспортно-технологической, технологической) и направлениям действия вибрации по осям базисцентрической системы координат (Z, X, Y). Новый норматив полного виброускорения гармонизирован со стандартом ИСО 2631, Директивой 2002/44/ЕС, нормами, принятыми в зарубежных странах, и ориентировочно может составлять по данным проведённых расчётов порядка 0,56 м/с² или 115 дБ, для его апробации требуется проведение пилотных исследований.

Новая риск-ориентированная система нормирования общей производственной вибрации позволит объективизировать оценку условий труда работников и как следствие — упорядочить и актуализировать экспертизу связи заболевания с профессией.

Ключевые слова: общая вибрация; вибрационная болезнь; профессиональный риск; гигиеническое нормирование; полное виброускорение

Для цитирования: Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В. Состояние и перспективы совершенствования гигиенического нормирования производственной общей вибрации. *Мед. труда и пром. экол.* 2024; 64(9): 610–620. <https://elibrary.ru/rnpfqp> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-9-610-620>

Для корреспонденции: Лагутина Алла Владимировна, e-mail: alagutina@inbox.ru

Участие авторов:

Прокопенко Л.В. — концепция и дизайн исследования, анализ нормативных актов и литературных источников, написание и редактирование текста;

Курьеров Н.Н. — дизайн исследования, анализ нормативных актов и литературных источников, написание текста;

Лагутина А.В. — дизайн исследования, анализ нормативных актов и литературных источников, написание текста, редактирование.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 12.09.2024 / Дата принятия к печати: 20.09.2024 / Дата публикации: 10.10.2024

Lyudmila V. Prokopenko, Nikolay N. Courierov, Alla V. Lagutina

The state and prospects of improving the hygienic regulation of industrial general vibration

Izmerov Research Institute of Occupation Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, 105275

Hygienic rationing is an integral part of national measures in the field of occupational safety and health of workers. The current norms of general industrial vibration, as is known, are not safe. This determines the urgency of improving the system of hygienic rationing of general vibration, which, despite the achievements of science and technology, the emergence of a new controlled vibration parameter — full vibration acceleration, the introduction of a risk-based approach to rationing, has remained virtually unchanged for almost four decades.

The study aims to analyze domestic and international approaches to the assessment and normalization of general industrial vibration to justify the transition to a risk-oriented single-digit regulation of full vibration acceleration.

The authors carried out an expert and analytical study, analyzed and compared the materials of domestic and foreign regulations, methodological documents and literary sources on various aspects of the problem of rationing general industrial vibration.

Scientists have developed a new system for rationing the unfavorable factor of the production environment — general vibration, which establishes an integral standard for complete vibration acceleration, instead of differentiated rationing by vibration sources (transport, transport-technological, man-made) and directions of vibration action along the axes of the

basocentric coordinate system (Z, X, Y). The new standard for full vibration acceleration is harmonized with ISO 2631 standard, Directive 2002/44/EC, standards adopted in foreign countries, and, according to calculations, can be approximately 0.56 m/s^2 or 115 dB, which requires experimental studies to verify.

The new risk-oriented system of rationing of the industrial general vibration will make it possible to objectify the assessment of workers' working conditions and, as a result, streamline and update the examination of the connection of the disease with the profession.

Keywords: *general vibration; vibration sickness; occupational risk; hygienic rationing; complete vibration acceleration*

For citation: Prokopenko L.V., Courierov N.N., Lagutina A.V. The state and prospects of improving the hygienic regulation of industrial general vibration. *Med. truda i prom. ekol.* 2024; 64(9): 610–620. <https://elibrary.ru/rnpfqp> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-9-610-620> (in Russian)

For correspondence: Alla V. Lagutina, e-mail: alagutina@inbox.ru

Contribution:

Prokopenko L.V. — concept and design of research, analysis of normative acts and literary sources, writing and editing of text;

Kuryerov N.N. — research design, analysis of normative acts and literary sources, writing the text;

Lagutina A.V. — research design, analysis of normative acts and literary sources, writing, editing.

Funding. The study had no funding.

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

Received: 12.09.2024 / Accepted: 20.09.2024 / Published: 10.10.2024

Вибрация является одним из наиболее неблагоприятных факторов рабочей среды, воздействию которого подвергается около 5,0% от общей численности работников (Росстат, 2023).

По данным Роспотребнадзора (2023), в структуре профессиональной заболеваемости вибрационная патология продолжает занимать второе ранговое место с удельным весом 21,82% (17,21% — 2013 г.), в структуре заболеваний, обусловленных физическими факторами, её доля возросла с 36,92% до 45,34% за десятилетний период (с 2013 по 2023 гг.) [1].

Наибольший риск развития профессиональных заболеваний от воздействия вибрации наблюдается среди мужчин проходчиков, водителей автомобилей, горнорабочих очистного забоя и машинистов экскаваторов; среди женщин — у машинистов кранов.

В основе профилактики неблагоприятного влияния вредных и опасных факторов производственной среды лежат гигиенические нормативы, научное обоснование и совершенствование которых является одной из приоритетных задач гигиены труда — гигиенического нормирования, в последние годы получившего риск-ориентированную направленность [2, 3].

Отечественным гигиенистам принадлежит приоритет в разработке принципов, критериев и методов гигиенического нормирования общей вибрации [4–6].

Справка. В таблице 1 представлена ретроспектива основных нормативных документов по ограничению общей вибрации — от первых в нашей стране временных СНиП № 280-59, принятых в 1959 г., до СанПиН 2.2.4.3359-16, с указанием: нормируемых параметров (от амплитуды колебаний и вибросмещения, мм, до виброскорости, м/с, и виброускорения, м/с²), нормируемых диапазонов частот, Гц, (в настоящее время спектральные характеристики вибрации не являются нормируемыми параметрами и рассматриваются как справочный материал для прогнозирования характера нарушений здоровья, выбора мер профилактики), предельно допустимых уровней (м/с, м/с², дБ).

Принцип дифференцированного нормирования общей вибрации по источникам вибрации, заменивший отраслевой подход, был закреплён изначально в ГОСТ 12.1.012-78, затем в СН 3044-84.

Необходимо подчеркнуть, что в цифровом выражении нормы общей вибрации не изменялись с 1978 г. (ГОСТ 12.1.012-78) до 2016 г., когда впервые в СанПиН 2.2.4.3359-16 были установлены дифференцированные ПДУ для транспортно-технологической и технологической ви-

брации по направлениям осей базисцентрической системы координат (БСК) вместо ранее действовавшего единого норматива для осей Z, X, Y; что касается нормируемых показателей, то они периодически уточнялись.

Современное нормирование общей вибрации разработано с учётом основополагающих гигиенических принципов (опережающего нормирования, приоритета медицинских показаний перед технической достижимостью, пороговости действия фактора при соответствующих критериях вредности и др.). Были использованы результаты проведенных по единой программе комплексных гигиенических, медико-биологических (клинических, физиологических, психофизиологических) исследований и социально-гигиенического анализа заболеваемости (профессиональной, ЗВУТ), а также многочисленных экспериментальных исследований по оценке влияния вибрационного фактора на организм человека-оператора (психоакустических, биомеханических, биохимических, морфологических и др.), выполненных в лабораторных и производственных условиях [6–8].

В результате была сформирована система гигиенических норм общей вибрации на рабочих местах с учётом видов трудовой деятельности, дифференцированных: 1) по источникам вибрации — транспортным, транспортно-технологическим, технологическим, что обусловлено многоаспектностью и сложностью технической реализации гигиенических требований к различным видам оборудования и условиям его эксплуатации; 2) по направлениям действия вдоль осей базисцентрической системы координат (Z, X, Y).

Действующие в настоящее время гигиенические нормы общей вибрации на рабочих местах содержатся в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания» и СП 2.5.3650-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры», которые разработаны в рамках «регуляторной гильотины», а также в других нормативно-методических документах (табл. 2) [9, 10].

В отличие от санитарного законодательства согласно методике проведения специальной оценки условий труда (методика СОУТ) общая вибрация оценивается и нормируется без учёта источников её возникновения (транспортная, транспортно-технологическая, технологическая [11].

При этом в качестве единого норматива общей вибрации в методике проведения СОУТ принят заимствованный

Таблица 1 / Table 1

Ретроспектива основных нормативных документов по общей вибрации с 1959 по 2016 гг.
A retrospective of the main regulatory documents on general vibration from 1959 to 2016

Временные СНиП № 280-59 ¹	СНиП № 627-66 ²	СНиП № 1102-73 ³	ГОСТ 12.1.012-78 (СТ СЭВ 1932-79 и СТ СЭВ 2602-80) ⁴ СН № 3044-84 ⁵	СН 2.2.4/2.1.8.566-96 ⁶	СанПиН 2.2.4.3359-16 ⁷
Нормируемые показатели и параметры					
1. Амплитуда (мм), 2. Скорость (см/сек) и уско- рение (см/сек ²) колеба- тельных движений на частотах:	1. Вибросмеще- ние (мм); 2. Уровни вибро- скорости в ок- тавных полосах частот:	Уровни колебательной ско- рости в октавных полосах частот до 01.01.1978 г. / после 01.01.1978	1. Средние квадратичные значения виброскорости (м/с) и виброускорения (м/с ²) или их логарифмические уровни (АБ), в 1/1 и 1/3 октавных полосах со среднегеометриче- скими частотами 0,8–80,0 Гц. 2. Корректированные и эквивалентные виброускорения значения виброскорости (м/с) и виброускорения (м/с ²) или их логарифмические уровни (АБ)		
			Катего- рии	Оси	Катего- рии
Гц	см/сек	Гц	АБ	а, м/с ²	а, м/с ²
Др 3	1,12–0,76	134/128	126/128	АБ	АБ
3–5	0,76–0,46	129/123	123/117	115	115
5–8	0,46–0,25	120/114	122/116	112	112
8–15	0,25–0,28	114/108	122/116	109	109
15–30	0,28–0,16	113/107	122/116	106	106
30–50	0,1–0,22	113/107	122/116	100	100
50–75	0,22–0,23	113/107	122/116	97	97
75–100	0,23–0,19	113/107	122/116	92	92
				84	84
				75	75
				0,028	0,028
				0,014	0,014
				0,0099	0,0099

¹ Временные санитарные правила и нормы по ограничению вибрации рабочего места, утверждены Главным госсанэпсептором СССР 17.02.1959, № 280-59.

² Санитарные нормы и правила при работе с инструментами, механизмами и оборудованием, создающими вибрации, передаваемые на руки работающих и по ограничению общей вибрации рабочих мест, утверждены заместителем Главного санитарного врача СССР П. Ляским 13.05.1966, № 627-66

³ Санитарные нормы и правила по ограничению вибрации и шума на рабочих местах тракторов, сельскохозяйственных механизмов, строительных-дорожных машин и грузового автотран-спорта, утверждены замминистра здравоохранения СССР, Главным санитарным врачом СССР П.Н.Бургаковым 18.05.1973 г. № 1102-73

⁴ ГОСТ 12.1.012-78 (СТ СЭВ 1932-79 и СТ СЭВ 2602-80) ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: издательство стандар-тов, 1983. – 27 с.

⁵ Санитарные нормы вибрации рабочих мест № 3044-84, утверждены зам. Главного Государственного санитарного врача СССР В.Е. Ковшио 15.06.1984 г. № 3044-84

⁶ Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий, утверждены Постановлением Госкомсанэпиднадзора Рос-сии от 31.10.1996 г. № 40

⁷ СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах, утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 21.06.2016 г. № 81

Таблица 2 / Table 2

Предельно допустимые уровни общей производственной вибрации по СанПиН 1.2.3685-21 [9] и СП 2.5.3650-20 [10]**Maximum permissible levels of general industrial vibration according to SanPiN 1.2.3685-21 [9] and SP 2.5.3650-20 [10]**

СанПиН 1.2.3685-21				
Рабочие места	Нормируемые показатели и параметры			
Во всех видах экономической деятельности за исключением:	Эквивалентное скорректированное значение (м/с^2) и уровень (дБ) за 8-часовую рабочую смену	Оси БСК	а, м/с^2	дБ
		Транспортная вибрация		
		Z	0,56	115
		X,Y	0,40	112
		Транспортно-технологическая вибрация		
		Z	0,28	109
		X,Y	0,2	106
		Технологическая вибрация		
		Z	0,1	100
		X,Y	0,071	97
<u>Железнодорожного транспорта:</u> рабочие места в кабине машиниста моторвагонного и специального самоходного подвижного состава, подвижного состава метрополитена	Средние квадратические значения виброускорений (м/с^2) в 1/3 октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 1 до 80 Гц в направлениях Z, X, Y / скорректированные и эквивалентные скорректированные значения и их уровни	Z	0,152	114
		X,Y	0,096	100
места размещения обслуживающего персонала на самоходном специальном подвижном составе (пол, сиденье) в бытовых помещениях		Z	0,136	102
		X,Y	0,098	100
рабочие места и места размещения обслуживающего персонала на самоходном специальном подвижном составе (пол, сиденье)	Значения виброускорений (м/с^2) в 1/3 октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 1 до 40 Гц в направлениях Z, X, Y / скорректированные и эквивалентные скорректированные значения и их уровни	в транспортном режиме		
		Z	0,30	110
		X,Y	0,156	114
		в транспортно-технологическом режиме работы		
		Z,X,Y	0,227	107
СП 2.5.3650-20				
Водный транспорт (судовые помещения с рабочими местами)	Корректированное по частоте среднеквадратичное значение (м/с^2) и уровни виброускорения (дБ) от 1 до 80 Гц в судовых помещениях	—	0,07–0,45	97–113
Железнодорожный транспорт: на местах обслуживающего персонала в салоне и служебных купе моторвагонного подвижного состава	Средние квадратические значения виброускорений (м/с^2) в 1/3 октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 1 до 80 Гц в направлениях X, Y, Z	Z	0,25	108
		X,Y	0,19	106
в служебном помещении вагона, вагона-ресторана локомотивной тяги		Z	0,136	102
		X,Y	0,098	100

Примечание: в СанПиН 1.2.3685-21 исключено деление нормативов общей технологической вибрации категории по месту действия на типы: «3б» (на рабочих местах в складах, столовых, бытовых, дежурных и других помещениях, где нет источников вибрации) и «3в» (на рабочих местах в помещениях для работников умственного труда).

Note: in SanPiN 1.2.3685-21, the division of the standards of general technological vibration of the category by place of action into types is excluded: "3б" (at workplaces in warehouses, canteens, household, duty and other premises where there are no sources of vibration) and "3в" (at workplaces in premises for knowledge workers).

из гигиенических норм предельно допустимый уровень для транспортной вибрации (Z — $0,56 \text{ м/с}^2$ или 115 дБ, X, Y — $0,40 \text{ м/с}^2$ или 112 дБ), который превышает ПДУ транспортно-технологической и технологической вибрации на 6–15 дБ соответственно, что явно неправомерно и нарушает санитарное законодательство (табл. 3).

В таблице 3 представлены классификация условий труда в зависимости от уровней общей вибрации на рабочих местах в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05, ПДУ по СанПиН 1.2.3685-21 и методике СОУТ [9, 11, 12].

Судя по таблице, очевидно, что оценка транспортно-технологической и технологической вибрации в соответствии с ПДУ, принятым в методике СОУТ, существенно занижена и не позволяет объективно оценивать фактические уровни общей вибрации на рабочих местах машинистов экскаваторов, строительных кранов, горных комбайнов, шахтных погрузочных машин, самоходных буровых установок и др.

В соответствии с базой данных условий труда по вибрации общей и локальной на рабочих местах операторов

Таблица 3 / Table 3

Классификация условий труда в зависимости от уровней общей вибрации на рабочих местах и действующих ПДУ

Classification of working conditions depending on the levels of general vibration in the workplace and operating remote controls

Категории вибрации	Пределъ- но допу- стимые уровни	Класс условий труда вредный — 3							
		3.1		3.2		3.3		3.4	
	по СОУТ								
Для всех катего- рий вибрации	Z 115/ X,Y 112	121/ 118		127/ 124		133/ 130		139/ 136	
Транспортная вибрация	по СанПиН 1.2.3685-21								
	Z 115/ X,Y 112	121/ 118		127/ 124		133/ 130		139/ 136	
	Z 109/ X,Y 106	115/ 112		121/ 118		127/ 124		133/ 130	
	Z 100/ X,Y 97	106/ 103		112/ 109		118/ 115		124/ 121	

Примечание: * — превышение ПДУ по методике СОУТ.
Note: * — exceeding the maximum permissible level (MPL) according to the SAWC method.

транспортных, транспортно-технологических средств и машин (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024622984 от 09 июля 2024 г.) были рассчитаны полные значения виброускорений общей транспортной и транспортно-технологической вибрации, воздействующей на работников в процессе трудовой деятельности. При этом установлено, что минимальные и максимальные величины уровней, превышающих ПДУ, составляют для транспортной вибрации от 0,98 м/с² (120 дБ) до 2,5 м/с² (128 дБ); для транспортно-технологической вибрации — от 0,49 м/с² (115 дБ) до 1,85 м/с² (125 дБ) соответственно (ПДУ полного виброускорения — расчётные данные по СанПиН 1.2.3685-21 — 0,97 м/с² (119,7 дБ) для транспортной вибрации, 0,49 м/с² (113,7 дБ) для транспортно-технологической вибрации).

Эти данные хорошо согласуются с данными (расчётами) по санитарно-гигиеническим характеристикам условий труда работников (форма № 362–1/у-2001) с установленным диагнозом вибрационной болезни от общей транспортной и транспортно-технологической вибрации (проанализировано 178 санитарно-гигиенических характеристик).

Согласно **таблице 3** превышение норматива по методике СОУТ для транспортно-технологической вибрации начинается с вредного класса условий труда класса 3.2 (превышение составляет по Z, X, Y — 12 дБ), для технологической вибрации — класса 3.3 (по Z, X, Y — 18 дБ) по Руководству Р 2.2.2006-05, по методике СОУТ при ПДУ для транспортной вибрации — эти превышения соответствуют классу 3.1.

В результате по материалам специальной оценки условий труда на рабочих местах, где работники, например, подвергаются воздействию транспортно-технологической вибрации, установить причинно-следственную связь заболевания с профессией практически не представляется возможным, что подтверждается обилием судебных исков и как следствие — негативно отражается на выявляемости профессиональной патологии и статистике профессиональной заболеваемости.

Следует отметить, что при обосновании нормирования общей вибрации, несмотря на принцип приоритета медицинских показаний перед технической достижимостью, немаловажное значение, по-прежнему, имеет проблема именно технической достижимости предельно допустимых уровней. В связи с этим ПДУ виброакустических факторов, в частности общей вибрации, обосновываются не только по медико-биологическим показателям, но и с учётом технических возможностей их обеспечения на современном этапе научно-технического развития.

Действующие ПДУ общей производственной вибрации (так же, как локальной вибрации и шума) не являются безопасными, о чём свидетельствуют данные по заболеваемости вибрационной болезнью, регистрируемые при уровнях, соответствующих допустимому классу условий труда (**табл. 4**).

То, что нормативные уровни общей производственной вибрации небезопасны, подтверждается и оценкой вероятности развития вибрационной болезни от общей вибрации по модели, созданной на основе результатов производственных физиолого-гигиенических исследований. Показано, что вибрационная болезнь регистрируется при воздействующей экспозиции ниже ПДУ, начиная со стажа работы 5 лет, и вероятность развития вибрационной патологии возрастает по мере увеличения стажа и экспозиции фактора (**табл. 5**) [2, 14].

Большое значение для стимулирования исследований по изучению влияния общей вибрации на человека имел стандарт ИСО 2631-74 «Вибрация, передаваемая человеку телу. Руководство по оценке воздействия на человека» [15].

В стандарте были унифицированы подходы к оценке и нормированию общей вибрации, установлены допустимые пределы воздействия вибрации в зависимости от частоты, интенсивности, времени и направления воздействия фактора в частотном диапазоне от 1 до 80 Гц в соответствии с тремя общепризнанными критериями, обеспечивающими: 1) комфорт («порог снижения комфорта»), 2) «границу снижения производительности труда от усталости», 3) «предел воздействия» (безопасность и здоровье).

Таблица 4 / Table 4

Динамика заболеваемости вибрационной болезнью с учётом классов условий труда за 2009–2018 гг.
Dynamics of the incidence of vibration disease, taking into account the classes of working conditions for 2009–2018

Год	Число случаев профзаболеваний, абс.	Число случаев вибрационной болезни, абс.	Класс условий труда						
			Допустимый — 2	Вредный — 3				Опасный — 4	Неустановленный
				3.1	3.2	3.3	3.4		
				Число случаев вибрационной болезни, %					
2009	8448	1488	0,44	7,60	16,21	9,60	3,41	0,70	0,13
2010	8039	1329	0,51	6,81	16,77	8,97	2,34	0,78	0,30
2011	8923	1441	0,39	6,00	16,13	8,54	2,43	1,29	0,14
2012	7907	1342	0,55	7,04	16,11	6,61	2,46	1,39	1,51
2013	8175	1407	0,38	8,27	17,05	7,27	2,56	0,60	0,79
2014	7891	1385	0,40	9,35	18,38	6,51	1,95	0,85	0,07
2015	7410	1454	0,22	11,30	19,22	6,02	2,61	0,78	0,02
2016	6545	1309	0,18	11,80	20,26	6,24	2,14	1,17	0,06
2017	5786	1074	0,16	11,90	18,32	5,82	2,17	0,40	0,04
2018	5161	1103	0,25	13,70	18,40	6,78	2,68	0,89	0,18

Примечание: * — по данным ФГБНУ «НИИ МТ», соотношение числа случаев вибрационной болезни от воздействия локальной и общей вибрации составляет 1:3 соответственно.

Note: * — according to the data of the Izmerov Research Institute of Occupation Health, the ratio of the number of cases of vibration disease from exposure to local and general vibration is 1:3, respectively.

Таблица 5 / Table 5

Вероятность развития вибрационной болезни от воздействия общей вибрации
The probability of developing vibration sickness from exposure to general vibration

Нозологическая форма заболевания	Экспозиция, $a_{eq,8h}$ ms^{-2}/dB	Стаж, лет					
		5	10	20	30	40	45
		Вероятность развития ВБ, %					
Вибрационная болезнь 1-й степени	0,2/106	—	1,92	3,91	5,07	5,90	6,24
	0,4/112	1,13	3,58	6,03	7,47	8,48	8,90
	0,8/118	2,70	5,52	8,33	9,98	11,2	11,6
	1,6/124	3,80	6,59	9,37	11,0	12,2	12,6
Вибрационная болезнь 2-й степени	0,2/106	0,04	1,13	2,22	2,86	3,31	3,49
	0,4/112	0,05	1,55	3,05	3,92	4,54	4,79
	0,8/118	0,12	2,30	4,48	5,75	6,66	7,03
	1,6/124	0,46	3,60	6,74	8,57	9,87	10,4

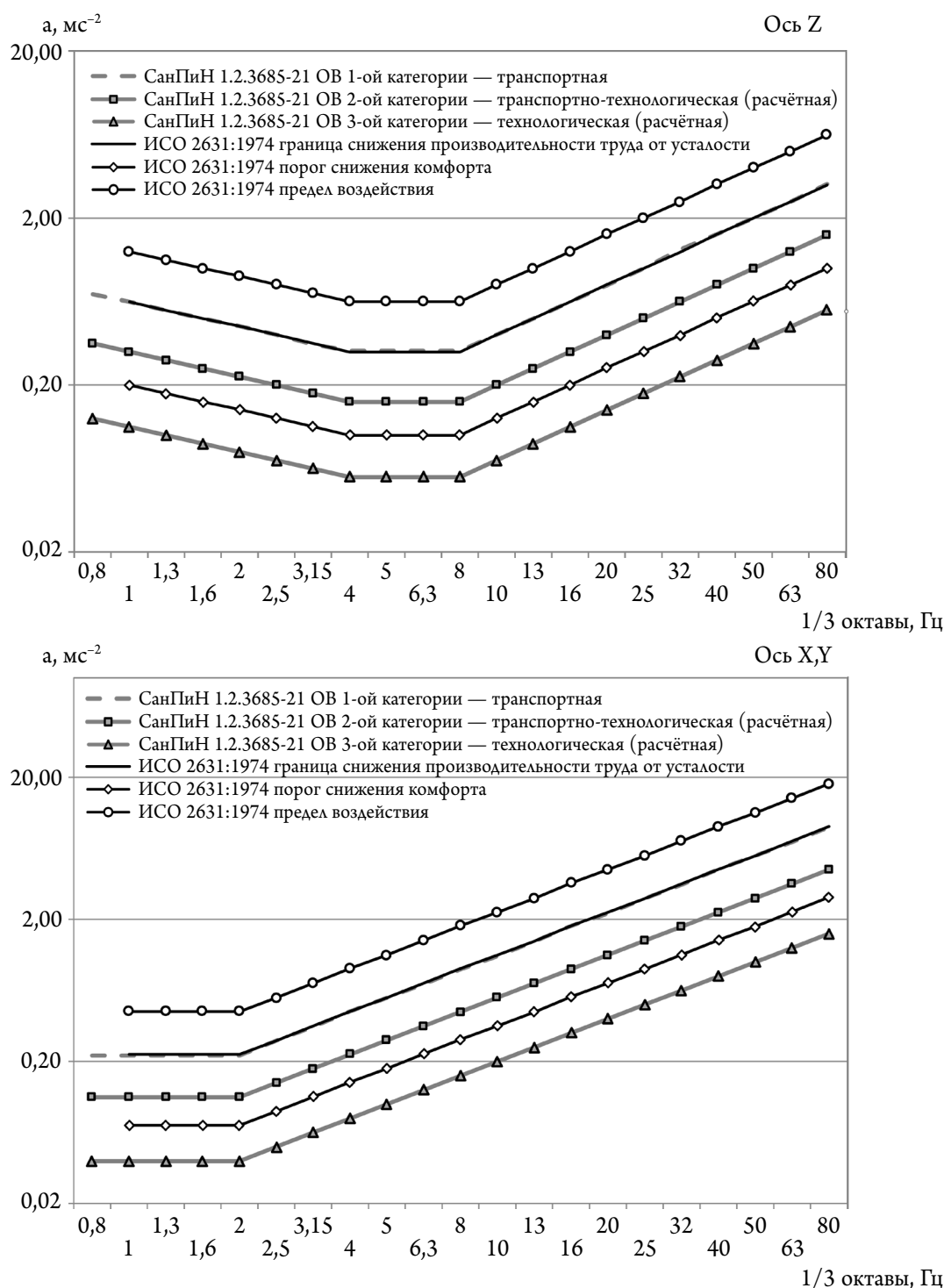
Сравнение действующих отечественных нормативов по СанПиН 1.2.3685-21 с допустимыми пределами воздействия вибрации по стандарту ИСО 2631-74 показало следующее (**рисунок**):

- Предельно допустимые уровни общей вибрации 1-й категории — транспортной по осям Z, X, Y, сопоставимы с допустимыми пределами воздействия вибрации, соответствующими критерию «граница снижения производительности труда от усталости», который обеспечивает поддержание нормативной производительности труда, но не снижающейся из-за развития усталости под воздействием вибрации.
- Нормативные уровни общей вибрации 2-й категории (транспортно-технологической) в 2 раза, а общей вибрации 3-й категории (технологической) в 5,6 раза меньше значений предела воздействия вибрации, соответствующих критерию «граница снижения производительности труда от усталости».

- Кроме того, установленные нормативы для технологической вибрации в 1,8 раза меньше значений предела воздействия вибрации, соответствующих критерию «порога снижения комфорта», который обеспечивает оператору ощущение комфортности условий труда при полном отсутствии мешающего воздействия.

В отличие от отечественных норм общей вибрации, дифференцированных по видам её источников и направлениям действия вдоль осей базицентрической системы координат (Z, X, Y), зарубежные нормативы базируются на одночисловом показателе «полной вибрации»*, расчёт которой определяется стандартом ИСО 2631-1:1997 [16] (**табл. 6**).

Примечание. * — Полная вибрация рассчитывается как суммарная величина в виде корня квадратного из суммы квадратов частотно-корректированных величин виброускорений по трём ортогональным осям с весовыми



коэффициентами для положений работника сидя или стоя:

$$a_{wv} = \sqrt{(k_x^2 \times a_{wX}^2 + k_y^2 \times a_{wY}^2 + k_z^2 \times a_{wZ}^2)},$$

где, a_{wX} , a_{wY} , a_{wZ} — среднеквадратичные значения скорректированного виброускорения общей вибрации, мс⁻², в направлениях ортогональных осей Z, X, Y, соответственно, k_x , k_y , k_z — весовые коэффициенты.

Полное виброускорение всегда будет больше, чем максимальное виброускорение по одному из отдельных направлений БСК. Это различие составляет порядка 5 дБ (1,7 раза) при равных значениях виброускорений по всем трём направлениям действия вибрации в БСК.

В странах Евросоюза при решении проблем нормирования руководствуются Директивой 2002/44/ЕС о минимальных требованиях к безопасности и охране здоровья работников от возможных рисков, связанных с воздействием физических факторов (Директива 2002/44/ЕС), в которой определены предельные величины воздействия вибрации для всего тела [17]:

1) значение воздействия в течение стандартного восьмичасового рабочего дня, при котором необходимо принять меры профилактики (порог предупреждения) — 0,5 м/с² или 114 дБ;

2) предельное значение воздействия в течение стандартного восьмичасового рабочего дня (пре-

дельная допустимая величина) — 1,15 м/с² или 121 дБ.

Примеры норм общей вибрации в ряде стран представлены в **таблице 6**.

Директива 2002/44/ЕС в странах Евросоюза, ратифицировавших её, служит также в качестве основы для разработки национальных нормативов.

В Белоруссии в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.01.2021 г. № 37 утверждён гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека», согласно которому нормирование, дифференцированное по категориям вибрации и направлениям действия вибрации вдоль координатных осей, сочетается с нормиро-

Таблица 6 / Table 6

Примеры нормативов по ограничению общей вибрации за рубежом [19]
Examples of standards for limiting general vibration abroad [19]

Страна	Показатель	Значения показателя	
		a (м/с ²)	дБ
Директива 2002/44/ЕС Бельгия Великобритания Испания Франция	Значение воздействия в течение стандартного восьмичасового рабочего дня, при котором необходимо принять меры (порог предупреждения)*	0,5	114
	Предельное значение воздействия в течение стандартного восьмичасового рабочего дня (предельно допустимая величина)*	1,15	121
Германия	Порог предупреждения*	0,5	114
	Предельно допустимая величина*	0,8	118
	Допускается не более 30 суток в год	0,8–1,5	118–121
Финляндия	Порог предупреждения*	0,5	114
	Предельно допустимая величина*	1,15	121
	Максимальное пиковое виброускорение	7,0	137
Польша Дополнительно: для беременных, для подростков 16–18 лет до 16 лет	Порог предупреждения*	0,5	114
	Предельно допустимая величина*	0,8	118
	До 30 мин действия	3,2	130
	—	Запрещено	
	Предельно допустимая величина	0,19	105
	До 30 мин действия	0,76	118
		Не допускается	
США**	8 часов	0,315	110
	4 часа	0,53	114
	1 час	1,18	121
	16 мин	2,12	126
Белоруссия	Корректированные и эквивалентные корректированные уровни и абсолютные значения общей вибрации: 1-й категории — транспортной 2-й категории — транспортно-технологической 3-й категории — технологической тип «а» тип «б» тип «в»	Z — 0,56 X, Y — 0,4 Z, X, Y — 0,28 Z, X, Y — 0,1 Z, X, Y — 0,04 Z, X, Y — 0,014	65*** 62*** 59*** 50*** 42*** 33***
	Корректированные и эквивалентные корректированные ПДУ виброускорения вдоль направлений осей Z, X, Y ортогональной системы координат при комбинированном воздействии транспортной и транспортно-технологической вибрации		60***
	Одночисловой параметр*		66***
	Предельно допустимый уровень виброускорения полной транспортной вибрации на рабочих местах*		70***

Примечания: * — величины экспозиции для полной вибрации; ** — ПДУ производственной вибрации имеют рекомендательный характер; *** — корректированные и эквивалентные корректированные уровни указаны при опорном значении виброускорения 3,10⁻⁴ м/с².

Note: * — exposure values for full vibration; ** — the maximum permissible level of industrial vibration is of a recommendatory nature; *** — adjusted and equivalent adjusted levels are indicated with a reference value of vibration acceleration 3.10⁻⁴ m/s².

Таблица 7 / Table 7

Сопоставление нормативов общей вибрации по СанПиН 1.2.3685-21 и Директиве 2002/44/ЕС
Comparison of the general vibration standards according to SanPiN 1.2.3685-21 and Directive 2002/44/EC

СанПиН 1.2.3685-21			Директива 2002/44/ЕС	
Категория общей вибрации	ПДУ-эквивалентные корректированные значения и уровни виброускорения, м/с²/дБ	ПДУ-полное виброускорение, м/с²/дБ	Полное виброускорение, м/с²/дБ	
Транспортная вибрация	Z — 0,56 / 115 X,Y — 0,4 / 112	0,97/119,7	Предельная допусти- мая величина	1,15/ 121
Транспортно-техноло- гическая вибрация	Z — 0,28 / 109 X,Y — 0,2 / 106	0,49/113,7		
Технологическая вибрация	Z — 0,1 / 100 X,Y — 0,071 / 97	0,142/103	Порог предупреждения	0,5/ 114

ванием величин экспозиций для полной вибрации, а также нормируется комбинированное воздействие транспортной и транспортно-технологической вибрации [18].

Представляет интерес сравнительная оценка, как в научном, так и прикладном аспекте, отечественных норм СанПиН 1.2.3685-21 и Директивы 2002/44/ЕС.

Показано, что в целом основные положения Директивы 2002/44/ЕС не противоречат принципам гигиенического нормирования и практике их применения, ориентированы на оценку профессионального риска и могут послужить основой для гармонизации нормативно-правовых актов санитарного законодательства за счёт перехода на общепринятый в мировой практике современный оценочный и нормируемый показатель вибрационного фактора — «полное виброускорение» [20, 21].

Аналитический обзор международных стандартов ИСО, Директивы ЕС, зарубежных нормативов и отечественных нормативно-правовых актов позволил выявить преимущества современного подхода к оценке и нормированию общей вибрации в виде интегрального показателя — «полной вибрации» или «полного виброускорения»:

- универсальность одночисловой оценки вибрации, воздействующей на человека-оператора, независимо от способа передачи (общая, локальная), от источника общей вибрации (транспортная, транспортно-технологическая, технологическая и др.), от направления осей БСК при действии вибрации;
- полный учёт воздействующей вибрации по всем направлениям осей БСК, а не только максимального «корректированного виброускорения», одного из измеренных для каждой оси БСК;
- решение проблемы нормирования при комбинированном действии транспортной и транспортно-технологической вибрации;
- адекватная оценка условий труда и профессионального априорного гигиенического риска работников виброопасных профессий, обусловленного общей вибрацией, в т. ч. индивидуального;
- объективизация санитарно-гигиенических характеристик условий труда работника при подозрении у него профессионального заболевания — вибрационной болезни от общей вибрации, повышение качества экспертизы связи заболевания с профессией и т. д.

В **таблице 7** представлена сравнительная оценка нормативов общей вибрации по СанПиН 1.2.3685-21 и предельных величин воздействия вибрации для всего тела по Директиве 2002/44/ЕС.

Согласно **таблице 7** значения предельно допустимых уровней общей вибрации по полному виброускорению для транспортной вибрации составляют 0,97 м/с² (119,7 дБ), для транспортно-технологической — 0,49 м/с² (113,7 дБ), что практически совпадает с предельными величинами воздействия вибрации для всего тела в соответствии с Директивой 2002/44/ЕС. То есть имеет место соразмерность нормативных величин общей вибрации, несмотря на различные показатели их оценки и нормирования, согласно регламентирующим документам Евросоюза и России.

Новый норматив полного виброускорения гармонизированный со стандартом ИСО 2631, Директивой 2002/44/ЕС, нормами, принятыми в зарубежных странах, ориентировочно может составлять, по данным проведённых расчётов, порядка 0,56 м/с² или 115 дБ. Для апробации предлагаемой системы оценки и нормирования общей вибрации необходимо проведение пилотных исследований.

Заключение. Полученные результаты экспертно-аналитического исследования, анализа и сопоставления отечественных и международных нормативных актов, методических документов, литературных источников по различным аспектам проблемы нормирования общей вибрации служат подтверждением и мотивацией целесообразности гармонизации отечественных подходов к оценке и регламентации общей вибрации с международными.

Новая система оценки и нормирования общей вибрации заключается в отказе от дифференцированного нормирования по источникам вибрации (транспортной, транспортно-технологической, технологической) и направлениям воздействия вибрации по осям базицентральной системы координат (Z, X, Y) и переходе на современный интегральный оценочный и нормируемый параметр — полное виброускорение.

Предлагаемый норматив полного виброускорения гармонизирован со стандартом ИСО 2631, Директивой 2002/44/ЕС, нормами, принятыми в зарубежных странах, и ориентировочно может составлять, по данным проведённых расчётов, порядка 0,56 м/с² или 115 дБ, для его апробации требуется проведение пилотных исследований.

Унифицированная система оценки и нормирования вибрационного фактора на основе полного виброускорения послужит основой для более корректной оценки условий труда и индивидуального профессионального риска нарушения здоровья работников виброопасных профессий, а также выбора наиболее эффективных мер управления риском, т. е. — профилактики профессиональной патологии — вибрационной болезни.

Список литературы

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2024.
2. Профессиональный риск для здоровья работников. (Руководство). Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. М.: Трoвант; 2003.
3. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии. Р 2.2.3989-23. М.: 2023.
4. Дрогичина Э.А., Малинская Н.Н., Метлина Н.Б., Осипова В.Г., Охнянская Л.Г., Разумов И.К. Вибрация на производстве. Вопросы физики, гигиены и физиологии труда, клиники, патофизиологии и профилактики. М.: Издательство «Медицина»; 1971.
5. Разумов И.К. Основы теории энергетического действия вибрации на человека. М.: Медицина; 1975.
6. Суворов Г.А., Шкаринов А.Н., Денисов Э.И. Гигиеническое нормирование производственных шумом и вибраций. М.: Издательство Медицина; 1984.
7. Афанасьева Р.Ф., Прокопенко Л.В., Пальцев Ю.А. Методология оценки и нормирования физических факторов. Бюллетень научного совета «Медико-экологические проблемы работающих». 2003; 1: 19–25.
8. Профессиональная патология: национальное руководство. Под ред. И.В. Бухтиярова, 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭ-ОТАР-Медиа; 2024.
9. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400174954/>
10. СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда. <https://docs.cntd.ru/document/573230583>
11. Приказ Минтруда России от 21.11.2023 № 817н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по её заполнения. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_463282/
12. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В. База данных условий труда по вибрации общей и локальной на рабочих местах операторов транспортных, транспортно-технологических средств и машин. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 20242622984; 2024.
13. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005.
14. Суворов Г.А., Старожук И.А., Тарасова Л.А. Общая вибрация и вибрационная болезнь. ДИС АО «АВТОВАЗ»; 2000.
15. ИСО 2631-74 Вибрация, передаваемая человеческому телу. Руководство по оценке воздействия вибрации. М.: Издательство стандартов; 1976.
16. ИСО 2631-1:1997 Вибрация и удар механические. Оценка воздействия вибрации всего тела на организм человека. Часть 1. Общие требования. <https://www.standards.ru/document/3612964.aspx>
17. Directive 2002/44/E CoF 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration) (sixteenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC). <https://clck.ru/3DmGgW>
18. Кравцов А.В., Сычик С.И., Соловьева И.В. Бондаренко А.М. О комбинированном действии транспортных категорий общей вибрации на организм водителей грузоподъемного транспорта. *Мед. труда и экол. человека*. 2021; 4(28): 55–67. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10404>
19. Новикова А.В., Салкуцан В.И. Исследование и анализ гигиенического нормирования производственной вибрации. *Noise Theory and Practice*. 2021; 7(2(24)): 103–110.
20. Прокопенко Л.В., Кравченко О.К., Курьеров Н.Н. Гигиеническое нормирование производственных вибраций в современных условиях: гармонизация отечественных и зарубежных подходов. *Мед. труда и пром. экол.* 2009; 9: 1–9.
21. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В. Перспективы гармонизации отечественных документов по вибрации с международными стандартами. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60 (5): 329–344. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-5-339-343>

References

1. On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2023: State report. Moscow: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; 2024.
2. Occupational risk to workers' health. (Guidelines). Ed. by N.F. Izmerov and E.I. Denisov. Moscow: Trovant; 2003.
3. Guidelines for assessing the professional risk to workers' health. Organizational and methodological foundations, principles and criteria. Р 2.2.3989-23. Moscow: 2023.
4. Drogichina E.A., Malinskaya N.N., Metlina N.B., Osipova V.G., Okhnyanskaya L.G., Razumov I.K. *Vibration in production. Issues of physics, hygiene and physiology of labor, clinics, pathophysiology and prevention*. M.: Medicine Publishing House; 1971.
5. Razumov I.K. *Fundamentals of the Theory of the Energy Effect of Vibration on Humans*. M.: Meditsina; 1975.
6. Suvorov G.A., Shkarinov L.N., Denisov E.I. *Hygienic Standardization of Industrial Noise and Vibrations*. M.: Medicine Publishing House; 1984.
7. Afanasyeva R.F., Prokopenko L.V., Pal'tsev Yu.L. Methodology for Assessing and Standardizing Physical Factors. *Byulleten' nauchnogo soveta «Mediko-ekologicheskie problemy rabotayushhikh»*. 2003; 1: 19–25.
8. *Professional Pathology: National Guide*. Ed. by I.V. Bukhtiyarov, 2nd ed., revised. and add. M.: GEOTAR-Media; 2024.
9. SanPiN 1.2.3685-21 Hygienic standards and requirements for ensuring safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400174954/>
10. SP 2.2.3670-20 Sanitary and epidemiological requirements for working conditions. <https://docs.cntd.ru/document/573230583>
11. Order of the Ministry of Labor of Russia dated November 21, 2023 No. 817n "On approval of the Methodology for conducting a special assessment of working conditions, the Classifier of harmful and (or) hazardous production factors, the form of the report on the special assessment of working conditions and instructions for filling it out. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_463282/
12. Prokopenko L.V., Kuryerov N.N., Lagutina A.V. Database of working conditions for general and local vibration at workplaces of operators of transport, transport-technological vehicles and machines. Certificate of state registration of the database No. 20242622984; 2024.
13. Guide to the hygienic assessment of factors of the working environment and the work process. Criteria and classification of working conditions. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rosпотребнадзор, 2005.
14. Suvorov G.A., Starozhuk I.A., Tarasova L.A. *General vibration and vibration disease*. DIS JSC "AVTOVAZ"; 2000.
15. ISO 2631-74 Vibration transmitted to the human body. Guidelines for assessing the effects of vibration. Moscow: Publishing House of Standards; 1976.

Дискуссии

16. ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock. Evaluation of the effects of whole-body vibration on the human body. Part 1. General requirements. <https://www.standards.ru/document/3612964.aspx>
17. Directive 2002/44/E CoF 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration) (sixteenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC). <https://clck.ru/3DmGgW>
18. Kravtsov A.V., Sychik S.I., Solovieva I.V., Bondarenko L.M. On the combined effect of transport categories of general vibration on the body of drivers of lifting vehicles. *Meditsina truda i ehkologiya cheloveka*. 2021; 4(28): 55–67. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10404>
19. Novikova A.V., Salkutsan V.I. Research and analysis of hygienic standardization of industrial vibration. *Noise Theory and Practice*. 2021; 7(2(24)): 103–110.
20. Prokopenko L.V., Kravchenko O.K., Kuryerov N.N. Hygienic standardization of industrial vibrations in modern conditions: harmonization of domestic and foreign approaches. *Med. truda i prom. ecol*. 2009; 9: 1–9.
21. Prokopenko L.V., Kuryerov N.N., Lagutina A.V. Prospects for harmonization of domestic documents on vibration with international standards. *Med. truda i prom. ecol*. 2020; 60(5): 329–344. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-5-339-343>

Сведения об авторах:

- | | |
|-------------------------------|---|
| Прокopenко Людмила Викторовна | главный научный сотрудник ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», д-р мед. наук, профессор.
E-mail: prokopenko@irioh.ru
https://orcid.org/0000-0001-7767-8483 |
| Курьеров Николай Николаевич | вед. науч. сотр. лаборатории физических факторов ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», канд. биол. наук.
E-mail: courierov@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-7064-5849 |
| Лагутина Алла Владимировна | ведущий научный сотрудник лаборатории физических факторов ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», канд. мед. наук.
E-mail: alagutina@inbox.ru
https://orcid.org/0000-0002-7177-1350 |

About the authors:

- | | |
|------------------------|---|
| Lyudmila V. Prokopenko | Chief Researcher, Dr. Sci. (Med.), Professor.
E-mail: prokopenko@irioh.ru
https://orcid.org/0000-0001-7767-8483 |
| Nikolay N. Courierov | Leading Researcher of the Laboratory of Physical Factors, Cand. Sci. (Biol.).
E-mail: courierov@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-7064-5849 |
| Alla V. Lagutina | Leading Researcher of the Laboratory of Physical Factors, Cand. Sci. (Med.).
E-mail: alagutina@inbox.ru
https://orcid.org/0000-0002-7177-1350 |