

Риски нарушения здоровья машинистов горных машин от шумо-вибрационного воздействия

Н.Н. Курьеров, А.Г. Чеботарёв✉

Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова, г. Москва, Российская Федерация
✉a.g.cheba@yandex.ru

Резюме: Применение высокопроизводительного горного оборудования может менять характер труда работников, выраженность действующих производственных факторов рабочей среды и трудового процесса. Гигиенические исследования по оценке влияния виброакустических факторов на модифицированных ЭКГ-8, ЭКГ-10, автосамосвалах БЕЛАЗ показали, что действующие уровни шума и вибрации в кабинах этих машин существенно ниже, чем на выпускаемых ранее тех же типов машин. На основании полученных спектральных характеристик шума и вибрации обследованных экскаваторов, бульдозеров, карьерных автосамосвалов рассчитаны по существующим методикам вероятность жалоб работников на боли нижней части спины, риск развития начальных и умеренно выраженных проявлений вибрационной болезни, а также ранние сроки признаков потери слуха и риск его снижения у работников, обслуживающих модернизированные горные машины. Расчёты показали, что вероятность риска развития вибрационной болезни 1-й степени при стаже работы 10 лет у машинистов экскаваторов снизилась при виброускорении $0,19 \text{ мс}^{-2}$ с 5,04 до 1,82, а при стаже работы 25 лет с 8,68 до 4,41%. Риск потери слуха у лиц, работающих на модернизированных машинах, значительно ниже и ранние признаки наступают при стаже работы 25 и более лет.

Ключевые слова: условия труда, производственный фактор, шум, вибрация, профессиональный риск, вибрационная болезнь, профессиональная тугоухость

Для цитирования: Курьеров Н.Н., Чеботарёв А.Г. Риски нарушения здоровья машинистов горных машин от шумо-вибрационного воздействия. *Горная промышленность*. 2022;(1):138–143. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-1-138-143>

Health risks for mining machine operators caused by exposure to noise and vibration

N.N. Courierov, A.G. Chebotarev✉

Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russian Federation
✉a.g.cheba@yandex.ru

Abstract: Application of heavy-duty mining equipment can change the labor conditions for the employees, the intensity of the existing factors of the working environment and the labor process. Hygienic studies to assess the impact of vibration and acoustic factors on the modified EKG-8 and EKG-10 mechanical shovels and the BELAZ dump trucks showed that the actual noise and vibration levels in the operator cabins are significantly lower than those of the previously produced same types of machines. The probability of workers' complaints of the lower back pain, the risk of developing initial and moderate manifestations of the vibration disease, as well as the early signs of hearing loss and risks of its deterioration among the workers who service upgraded mining machines were calculated using the existing methods based on the obtained spectral characteristics of noise and vibration of the investigated mechanical shovels, dozers, dump trucks. The calculations show that the probability of developing the vibration disease of the 1st degree for operators of mechanical shovels within 10 years of employment decreased from 5.04% to 1.82% at vibration acceleration of 0.19 ms^{-2} , and from 8.68% to 4.41% within 25 years of service. The risk of hearing loss among the personnel operating the upgraded machines is significantly lower and the early signs are observed after 25 or more years of work experience.

Keywords: working conditions, industrial factor, noise, vibration, occupational risk, vibration disease, occupational deafness

For citation: Courierov N.N., Chebotarev A.G. Health risks for mining machine operators caused by exposure to noise and vibration. *Russian Mining Industry*. 2022;(1):138–143. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-1-138-143>

Введение

Использование современного высокопроизводительного горного оборудования может менять традиционный характер труда рабочих ведущих профессий, выраженность действующих неблагоприятных факторов рабочей среды и трудового процесса. Повышение темпов добычи полезных ископаемых обусловило не только выделение в рудничную атмосферу пыли, продуктов выхлопа самоходных

дизельных машин, но и повышение генерации шума и вибрации [1; 2]. При этом может увеличиваться общее число лиц, подвергающихся воздействию шума, вибрации и иного фактора, длительное воздействие которых оказывает неблагоприятное влияние на сенсорную, вегетативную и сосудистую системы. Результатами исследований показано, что спектры вибрации на рабочих местах водителей автосамосвалов и погрузочно-доставочных машин имеют

преимущественно низкочастотный характер с максимумом на частотах 2, 4, 8 Гц [3]. При определении профессионального риска следует учитывать, что ряд профессий (бурильщик, проходчик и др.) подвергается, как правило, локальной вибрации, а машинисты бульдозеров, экскаваторов и др. – комплексному воздействию общей и локальной вибрации.

Вибрация рабочих мест на большинстве машин – поступательная, её вектор постоянно меняет направления. В экскаваторах, помимо поступательной вибрации, имеют место угловые ускорения, возникающие при перемещении рабочего места по радиусу окружности, которые оказывают дополнительное неблагоприятное воздействие на организм работающих.

Общепризнанным для действия общей вибрации является развитие функциональных изменений периферической нервной системы по типу вегетативно-сенсорной полиневропатии [3]. У машинистов горной техники (экскаваторщики, бульдозеристы, водители карьерных автосамосвалов) ведущими были жалобы на непостоянные боли в руках, в суставах конечностей, а также в поясничных отделах позвоночника. При этом частота этих жалоб возрастала от стажа работы. Так, у бульдозеристов нарастание частоты жалоб на боли в пояснице наблюдалось после четырёх лет работы. У машинистов у большего числа лиц имели место периферические вегетативно-сосудистые нарушения. Около трети водителей (30,4%) указывали на наличие в анамнезе хронической пояснично-крестцовой радикулопатии, которая возникала уже с первых лет работы. У машинистов экскаваторов (50%) наблюдались периферические вегетативно-сосудистые нарушения в виде мраморности и гипергидроза кистей и стоп.

В связи с вышеизложенным важно было рассчитать по приведенным методикам вероятность жалоб на боли нижней части спины и синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии в зависимости от стажа работы у горнорабочих, обслуживающих старые и модифицированные машины.

Многолетние исследования на горнодобывающих предприятиях показали, что шумо-вибрационный фактор был и остаётся ведущим [4–6]. Исследования, выполненные в последние годы на карьере «Лебединский» по оценке виброакустических факторов на модифицированных экскаваторах ЭКГ-8 и ЭКГ-10, самосвалах БЕЛАЗ, показали, что действующие уровни шума и вибрации в кабинах существенно ниже, чем на выпускаемых 20–25 лет назад [7]. Результаты измерений виброакустических факторов были обобщены и представлены в материалах журнала «Горная Промышленность» №1/2020 г.

Полученные сниженные шумо-вибрационные характеристики на модернизированных обследованных машинах, воздействующие на работников, требуют уточнения и оценки рисков возникновения профессиональных заболеваний, обоснования соответствующих требований к организации труда на этих машинах и механизмах. При этом следует подчеркнуть, что использование мощного оборудования привело к увеличению производительности труда, снижению тяжести труда, но создаёт условия для физических стрессовых перегрузок работающих (сердечно-сосудистая и нервно-психическая системы, опорно-двигательный аппарат и др.) по управлению машинами и механизмами в специфических условиях горных выработок. При постоянном нервно-эмоциональном состоянии возможен риск для собственной жизни.

Цель исследования:

Оценить риски нарушения здоровья у машинистов экскаваторов, бульдозеров, водителей карьерных автосамосвалов при действии виброакустических факторов.

Методы исследований:

Вероятность (риск) развития синдромов вибрационной болезни (ВБ) от уровня общей вибрации (ОВ) и стажа работы производится по двум математическим моделям, в основу которых положена доза-эффективная зависимость возникновения вибрационных нарушений от уровня фактора и продолжительности воздействия.

Математическое выражение первой модели представлено в формулах (1.1) и (1.2) [8]:

$$C_{(A)} = \frac{T}{4} a^2; \quad (1.1) \quad C_{(B)} = \frac{\sqrt{T}}{2} a^2, \quad (1.2)$$

где

C – вероятность проявлений А или Б, %;

A – эквивалентное скорректированное ускорение, м/с²;

T – стаж работы, лет.

Другая модель прогнозирования выраженности вибрационных нарушений от уровня ОВ и стажа работы отражает зависимость степени ВБ от ОВ¹. Риск развития начальных и умеренно выраженных проявлений вибрационной болезни определялся в виде логарифмической функции (2):

$$C = b \cdot \ln(0,2T) + c, \quad (2)$$

где T – стаж работы, лет;

b и c – расчётные коэффициенты, зависящие от величины виброускорения.

Избыточный риск потери слуха при действии шума (ER_{HL}) для этих же работников рассчитывался по модели стандарта ISO 1999:2013 в зависимости от пола, возраста, стажа и стажевой экспозиции шума с использованием технологии расчёта избыточного риска [9] для следующих показателей [10] (табл. 1).

Таблица 1
Показатели и критерии определения риска развития ранних признаков действия шума и риска потерь слуха от шума, используемые в расчётах

Table 1
Indicators and criteria to determine the risk of developing early signs of noise impact and the risk of hearing loss due to noise that were used in the calculations

Средний бинауральный порог слуха для аудиометрических частот	Критерий	Основание
4,0 + 6,0 кГц	20 дБ	Предложение для определения риска развития ранних признаков действия шума [10]
0,5+1,0+2,0+3,0 кГц	30 дБ	ACIGN 1997*, MOT 2013**, Предложение для определения ER_{HL} [10]
0,5+1,0+2,0+4,0 кГц	41 дБ	Россия, ФКР-2015 [11], КР-2018***

* American academy of otology & head and neck surgery foundation, Inc. Otologic referral criteria for occupational hearing conservation programs. Alexandria, VA, 1997.

** ILO. Guidelines on the medical examination of seafarers (ILO/IMO/JMS/2011/12). Geneva: ILO, 2013. 70 p.

*** Клинические рекомендации. Потеря слуха, вызванная шумом. МЗ РФ, 2018. https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/609_1

¹ Классификация вибрационной болезни от воздействия общей вибрации (утверждена Минздравом СССР 01.09.1982 № 10-11/60).

Таблица 2

Вероятность (риск) жалоб на боли в нижней части спины и синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии с первичным корешковым синдромом в зависимости от стажа работы, рассчитанная по модели

Table 2

Probability (risks) of complaints of the low back pain and the vegetovascular polyneuropathy complicated with essential radicular syndrome depending on length of service, as calculated using the model

Виброускорение, мс ⁻²	Стаж работы, лет,		5	10	15	20	25	30	35	40	45	
	Рабочее место	Год	Вероятность жалоб на боли в нижней части спины, %									
0,66	Машинист экскаватора ЭКГ-10	1998	0,55	1,11	1,66	2,21	2,76	3,32	3,87	4,42	4,97	
0,28		2018	0,10	0,20	0,29	0,39	0,49	0,59	0,69	0,78	0,88	
0,19		2018	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	
				Вероятность синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии, %								
0,66		1998	0,49	0,70	0,86	0,99	1,11	1,21	1,31	1,40	1,48	
0,28		2018	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,26	
0,19		2018	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	
				Вероятность жалоб на боли в нижней части спины, %								
1,41		Машинист экскаватора ЭКГ-8	1998	2,49	4,98	7,48	9,97	12,46	14,95	17,44	19,93	22,43
0,31	2018		0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	
0,30	2018		0,11	0,23	0,34	0,45	0,56	0,68	0,79	0,90	1,01	
				Вероятность синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии, %								
1,41	1998		2,23	3,15	3,86	4,46	4,98	5,46	5,90	6,30	6,69	
0,31	2018		0,11	0,15	0,19	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	
0,30	2018		0,10	0,14	0,17	0,20	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	
				Вероятность жалоб на боли в нижней части спины, %								
2,42	Машинист бульдозера		1998	7,30	14,60	21,90	29,21	36,51	43,81	51,11	58,41	65,71
0,89		2018	0,99	1,99	2,98	3,97	4,96	5,96	6,95	7,94	8,94	
				Вероятность синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии, %								
2,42		1998	6,53	9,24	11,31	13,06	14,60	16,00	17,28	18,47	19,59	
0,89		2018	0,89	1,26	1,54	1,78	1,99	2,18	2,35	2,51	2,66	
				Вероятность жалоб на боли в нижней части спины, %								
2,13		Водитель карьерного автомобиля	1998	5,68	11,36	17,04	22,72	28,40	34,08	39,76	45,45	51,13
2,02			1998	5,08	10,16	15,24	20,32	25,41	30,49	35,57	40,65	45,73
0,37			2018	0,17	0,35	0,52	0,69	0,86	1,04	1,21	1,38	1,55
				Вероятность синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии, %								
2,13	1998		5,08	7,19	8,80	10,16	11,36	12,45	13,44	14,37	15,24	
2,02	1998		4,54	6,43	7,87	9,09	10,16	11,13	12,02	12,85	13,63	
0,37	2018		0,15	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,46	
				Вероятность жалоб на боли в нижней части спины, %								

Источник: [8]

Результаты исследований

В табл. 2 представлены результаты расчётов вероятности жалоб на боли в нижней части спины и развития синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии. Эти величины увеличиваются со стажем работы, но они существенно ниже у машинистов, работающих на модернизированных экскаваторах ЭКГ-8 и ЭКГ-10.

Как видно из материалов табл. 2, процент вероятности жалоб на боли в нижней части спины, синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии увеличивается со стажем работы, но он существенно ниже у машинистов, работающих на модернизированных экскаваторах ЭКГ-8 и ЭКГ-10. Так, если у машинистов ЭКГ-10 (1998 г.) вероятность жалоб на боли в спине при стаже работы 10 лет может быть 1,11%, при стаже 25 лет – 2,76, то у экскаваторщика ЭКГ-10 (2018 г.) их возможность значительно ниже и при виброускорении 0,28 мс⁻² может составлять соответственно 0,2 и 0,49%, а при виброускорении 0,19–0,09 и 0,23%. Вероятность синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии работающих на старых и модернизированных экскаваторах наблюдается также с увеличением стажа работы в профессии. Аналогичное увеличение жалоб и вегетативно-сенсорной поли-

невропатии имеет место при управлении бульдозером и карьерным автосамосвалом.

Как видно из материалов табл. 3, вероятность и сроки развития ВБ 1-й и ВБ 2-й ст. при работе на экскаваторах ЭКГ-10 и ЭКГ-8 (старых образцов) и модернизированных этих же моделей отличаются. Вероятность развития ВБ 1-й степени при виброускорении 0,2 мс⁻² при стаже работы 10 лет снижается почти в 2 раза (с 5,04 до 2,65%), а при ускорении 0,19 мс⁻² с 5,04 до 1,82%, при стаже работы 25 лет – с 8,68 до 4,41%.

По результатам исследований шума на рабочих местах при обслуживании старых и модернизированных типов горных машин (табл. 4) нами рассчитаны риски нарушения (снижения) слуха в процентах для машинистов экскаваторов ЭКГ-4, ЭКГ-8, ЭКГ-10, бульдозеров ДЭГ-250 (1998 г.) и Т-35, водителей карьерного автосамосвала БЕЛАЗ.

Как видно из материалов табл. 4, риск потери слуха у работников, работающих на модернизированных машинах, значительно ниже и ранние признаки наступают при стаже работы 25 и более лет. У карьерного самосвала БЕЛАЗ-180 выпуска 2018 г., где имеет место уровень звука 76 дБА, признаки и риск снижения слуха отсутствуют.

Таблица 3
Вероятность риска развития начальных и умеренно выраженных проявлений вибрационной болезни

Table 3
Probability of the risks to develop initial and moderate manifestations of the vibration disease

Виброускорение, мс ⁻²	Стаж работы, лет,		5	10	15	20	25	30	35	40	45	
	Рабочее место	Год	Вероятность ВБ 1ст., %									
0,66	Машинист экскаватора ЭКГ-10	1998	2,28	5,04	6,65	7,79	8,68	9,41	10,02	10,55	11,02	
0,28		2018	0,45	2,65	3,94	4,85	5,56	6,14	6,63	7,06	7,43	
0,19		2018	-	1,82	2,97	3,78	4,41	4,93	5,37	5,75	6,08	
0,66		Вероятность ВБ 2ст., %										
0,28		1998	0,09	2,06	3,21	4,02	4,66	5,17	5,61	5,99	6,32	
0,19		2018	0,05	1,30	2,04	2,56	2,96	3,30	3,57	3,82	4,03	
			Вероятность ВБ 1ст., %									
1,41	Машинист экскаватора ЭКГ-8	1998	3,67	6,43	8,04	9,19	10,08	10,80	11,41	11,95	12,41	
0,31		2018	0,63	2,90	4,23	5,17	5,91	6,50	7,01	7,45	7,83	
0,30		2018	0,57	2,82	4,14	5,07	5,79	6,38	6,89	7,32	7,70	
1,41		Вероятность ВБ 2ст., %										
0,31		1998	0,36	3,31	5,03	6,26	7,21	7,98	8,64	9,21	9,71	
0,30		2018	0,05	1,37	2,14	2,68	3,11	3,46	3,75	4,00	4,23	
			Вероятность ВБ 1ст., %									
2,42	Машинист бульдозера	1998	4,78	9,37	12,06	13,97	15,44	16,65	17,67	18,56	19,34	
0,89		2018	2,93	5,76	7,42	8,59	9,50	10,24	10,87	11,42	11,90	
2,42		Вероятность ВБ 2ст., %										
0,89		1998	1,10	4,90	7,12	8,69	9,91	10,91	11,76	12,49	13,13	
			Вероятность ВБ 1ст., %									
2,13	Водитель карьерного автомобиля	1998	4,26	7,79	9,85	11,32	12,46	13,39	14,17	14,85	15,45	
2,02		1998	4,12	7,37	9,28	10,63	11,68	12,53	13,26	13,88	14,44	
0,37		2018	0,98	3,38	4,78	5,78	6,55	7,18	7,71	8,18	8,58	
2,13		Вероятность ВБ 2ст., %										
2,02		1998	0,84	4,43	6,52	8,01	9,17	10,11	10,91	11,60	12,21	
0,37		1998	0,75	4,24	6,29	7,74	8,86	9,78	10,56	11,24	11,83	
			2018	0,05	0,92	1,43	1,79	2,06	2,29	2,49	2,65	2,80

Таблица 4
Риск нарушения слуха (%) у машинистов различных горных машин, рассчитанный по показателям порогов слуха из табл. 1

Table 4
Risks of hearing impairment (%) among operators of various mining machines, calculated based on the hearing thresholds values provided in Table 1

Рабочее место машиниста	Возраст, лет	25	30	35	40	45	50	55	60	65
	Стаж работы, лет	5	10	15	20	25	30	35	40	45
ЭКГ-10										
83 дБА (1998 г.)	Показатель 1	3	5	7	7	7	6	4	2	2
	Показатель 2						1	1	1	2
	Показатель 3									1
77дБА (2018 г.)	Показатель 1									1
	Показатель 2									
	Показатель 3									
ЭКГ-8										
85 дБА (1998 г.)	Показатель 1	6	8	11	12	11	9	7	4	4
	Показатель 2						1	1	2	3
	Показатель 3								1	2
80 дБА (2018 г.)	Показатель 1	1	1	2	2	2	2	2	1	1
	Показатель 2						1			1
	Показатель 3									1

Рабочее место машиниста	Возраст, лет	25	30	35	40	45	50	55	60	65
	Стаж работы, лет	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Бульдозер ДЭТ-250										
90 дБА (1998 г.)	Показатель 1	23	25	29	28	24	19	14	9	7
	Показатель 2					2	4	6	8	10
	Показатель 3							2	3	6
Бульдозер Т35										
87,5 дБА (2018 г.)	Показатель 1	13	15	19	19	17	14	10	7	5
	Показатель 2					1	3	3	5	6
	Показатель 3							1	2	4
БЕЛАЗ-75										
84 дБА (1998 г.)	Показатель 1	4	6	9	9	9	8	6	3	3
	Показатель 2						1	1	2	3
	Показатель 3									2
БЕЛАЗ-180										
76 дБА (2018)	Показатель 1									
	Показатель 2	Отсутствует								
	Показатель 3									

Разработка профилактических мероприятий по снижению сенсорной тугоухости у рабочих разных производств должна учитывать данные математических моделей и расчёты для прогнозирования изменения порогов слуха в зависимости от возраста и времени действия (стажа работы) на орган слуха. Особенно острая необходимость в количественных методах определения риска здоровья у работников при действии шума выше 80 дБА.

Таким образом, использование модернизированного оборудования при открытой добыче руд обуславливает снижение шумо-вибрационных нагрузок, ведёт к уменьшению профессионального риска развития вибрационной патологии и снижения слуха у работающих.

Заключение

Полученные спектрограммы вибрации на модернизированных экскаваторах позволили рассчитать по существующим методикам вероятность жалоб на боли нижней части спины и синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии в зависимости от стажа работы у горнорабочих. Вероятность жалоб на боли в спине при стаже работы 10 лет у машинистов ЭКГ-10 (старого образца) составляла 1,10%, при стаже 25 лет – 2,76. У экскаваторщика ЭКГ-10 (2018 г.) – значительно ниже и при виброускорении 0,28 мс² может составлять 0,2 и 0,49%, а при ускорении 0,19 соответственно 0,09 и 0,23%. Различия в сроках развития синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии имеют место также при увеличении стажа работы. Увеличение жалоб

и синдрома вегето-сенсорной полиневропатии со стажем получено также при управлении бульдозером и карьерным автосамосвалом.

Рассчитана вероятность риска развития начальных и умеренно выраженных проявлений вибрационной болезни у машинистов экскаваторов, которая при развитии ВБ 1-й степени при стаже работы 10 лет снизилась при виброускорении 0,19 мс⁻² с 5,04 до 1,82, при стаже работы 25 лет с 8,68 до 4,41%.

По результатам исследования шума на рабочих местах ранние признаки потери слуха и риск его снижения у работников, работающих на модернизированных машинах, значительно ниже, и наступают при стаже работы 25 и более лет, а при управлении самосвалами БЕЛАЗ-180 при стаже работы 40 лет признаки снижения слуха отсутствуют.

Модernизированное оборудование ведёт наряду со снижением шума и вибрации к увеличению производительности труда, уменьшению тяжести труда, но одновременно создаёт условия для физических стрессовых перегрузок (сердечно-сосудистая и нервно-психические системы, опорно-двигательный аппарат) при управлении машинами в специфических условиях горного производства. Новые условия труда требуют совершенствования и разработки критериев психофизиологического обследования машинистов горных машин и профотбора к вновь привлекаемым на работу, а также мер по сохранению работоспособности и профилактике перенапряжения систем организма.

Список литературы

- Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н., Сокур О.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019;(7):424–429. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429>
- Чеботарёв А.Г. Прогнозирование условий труда и профессиональной заболеваемости у работников горнорудных предприятий. *Горная промышленность*. 2016;(3):54–57. Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/prombez/10666-prognozirovanie-uslovij-truda-i-professionalnoj-zabolevaemosti-u-rabotnikov-gornorudnykh-predpriyatij> (дата обращения: 20.01.2022).
- Суворов Г.А., Старожук И.А., Тарасова Л.А. *Общая вибрация и вибрационная болезнь (гигиенические, медикобиологические и патофизиологические механизмы)*. М.: АВТОВАЗ; 2000. 182 с.
- Измеров Н.Ф. (ред.). *Профессиональная патология. Национальное руководство*. М.: ГЕОТАР-Медиа; 2011. 784 с.
- Прокопенко Л.В., Чеботарёв А.Г., Лагутина Г.Н. Гигиеническая оценка вибрации и профилактика вибрационной патологии рабочих горной промышленности. *Горная промышленность*. 2014;(2):86–92. Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/>

anonsy/6442-gigienicheskaya-otsenka-vibratsii-i-profilaktika-vibratsionnoj-patologii-rabochikh-gornoj-promyshlennosti (дата обращения: 20.01.2022).

6. Бухтияров И.В., Головкова Н.П., Чеботарёв А.Г., Сальников А.А., Николаев С.П. Условия труда, профессиональная заболеваемость на предприятиях открытой добычи руд. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017;(5):44–49. Режим доступа: <https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/1139/1129> (дата обращения: 20.01.2022).

7. Чеботарёв А.Г., Курьеров Н.Н. Гигиеническая оценка шума и вибрации, воздействующих на работников горных предприятий. *Горная промышленность*. 2020;(1):148–153. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-1-148-153>

8. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И. (ред.). *Профессиональный риск для здоровья работников*. М.: Тривант; 2003. 16 с.

9. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В., Почтарёва Е.С. Определение и оценка группового избыточного (атрибутивного) риска потерь слуха от шума. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019;(4):212–219. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-212-218>

10. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В. Избыточный риск потерь слуха от шума: проблема выбора показателей и критериев. *Вестник оториноларингологии*. 2020;85(6):27–33. <https://doi.org/10.17116/otorino20208506127>

11. Аденинская Е.Е., Бухтияров И.В., Бушманов А.Ю., Дайхес Н.А., Денисов Э.И., Измеров Н.Ф., Мазитова Н.Н., Панкова В.Б., Преображенская Е.А., Прокопенко Л.В., Симонова Н.И., Таварткиладзе Г.А., Федина И.Н. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016;(3):37–48. Режим доступа: <https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/443/433> (дата обращения: 20.01.2022).

References

1. Bukhtiyarov I.V., Chebotarev A.G., Courierov N.N., Sokur O.V. Topical issues of improving working conditions and preserving the health of employees of mining enterprises. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019;(7):424–429. (In Russ.) <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429>

2. Chebotarev A.F. Mine personnel work environment and occupational morbidity forecasting. *Russian Mining Industry*. 2016;(3):54–57. (In Russ.) Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/prombez/10666-prognozirovanie-uslovij-truda-i-professionalnoj-zabolevaemosti-u-rabotnikov-gornorudnykh-predpriyatij> (accessed: 20.01.2022)

3. Suvorov G.A., Starozhuk I.A., Tarasova L.A. *Vibration in general and the vibration disease (hygienic, medical, biological and pathophysiological mechanisms)*. Moscow: AVTOVAZ; 2000. 182 p. (In Russ.)

4. Izmerov N.F. (ed.). *Occupational pathology. National Guide*. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. 784 p. (In Russ.)

5. Prokopenko L.V., Chebotarev A.G., Lagutina G.A. Health and safety risk estimates of vibration and prevention of vibration-related pathologies. *Russian Mining Industry*. 2014;(2):86–92. (In Russ.) Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/anonsy/6442-gigienicheskaya-otsenka-vibratsii-i-profilaktika-vibratsionnoj-patologii-rabochikh-gornoj-promyshlennosti> (accessed: 20.01.2022).

6. Bukhtiyarov I.V., Golovkova N.P., Chebotarev A.G., Salnikov A.A., . Work conditions, occupational morbidity on open-cast ores extraction enterprises. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2017;(5):44–49. (In Russ.) Available at: <https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/1139/1129> (accessed: 20.01.2022).

7. Chebotarev A.G., Courierov N.N. Hygienic Assessment of Noise and Vibration Affecting Workers at Mining Operations. *Russian Mining Industry*. 2020;(1):148–153. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-1-148-153>

8. Izmerov N.F., Denisov E.I. (eds). *Occupational health risks for workers*. Moscow: Trovant; 2003. 16 p. (In Russ.)

9. Prokopenko L.V., Courierov N.N., Lagutina A.V., Pochtariova E.S. Calculation and assessment noise induced hearing loss excess risk in group of population. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019;(4):212–218. (In Russ.) <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-212-218>

10. Prokopenko LV, Courierov NN, Lagutina AV. Noise-induced hearing loss excess risk: indicators and criteria the problem of choosing. *Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2020;85(6):27–33. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/otorino20208506127>

11. Adeninskaya E.E., Bukhtiyarov I.V., Bushmanov A.Yu., Dayhes N.A., Denisov E.I., Izmerov N.F., Mazitova N.N., Pankova V.B., Preobrazhenskaya E.A., Prokopenko L.V., Simonova N.I., Tavartkiladze G.A., Fedina I.N. Federal clinical recommendations in diagnosis, treatment and prevention of hearing loss due to noise. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2016;(3):37–48. (In Russ.) Available at: <https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/443/433> (accessed: 20.01.2022).

Информация об авторах

Курьеров Николай Николаевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: courierov@mail.ru

Чеботарёв Александр Григорьевич – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: a.g.cheba@yandex.ru

Information about the authors

Nikolay N. Courierov – Cand. Sci. (Biol.), Leading Research Scientist, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russian Federation; e-mail: courierov@mail.ru

Aleksandr G. Chebotarev – Dr. Sci. (Med.), Leading Research Scientist, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russian Federation; e-mail: a.g.cheba@yandex.ru

Article info

Received: 10.01.2022

Revised: 27.01.2022

Accepted: 28.01.2022

Информация о статье

Поступила в редакцию: 10.01.2022

Поступила после рецензирования: 27.01.2022

Принята к публикации: 28.01.2022