

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ И ВИБРАЦИОННАЯ ПАТОЛОГИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В АРКТИКЕ

С.А. Сюрин, С.А. Горбанев

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Санкт-Петербург

✉ s-znc@mail.ru; kola.reslab@mail.ru

Введение. Производственная вибрация относится к распространенным вредным воздействиям, занимая среди физических факторов третье место после шума и неблагоприятных параметров освещенности. Цель исследования состояла в изучении характера производственной вибрации и её влияния на формирование профессиональной патологии у работников предприятий в Арктике. Материалы и методы. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Арктической зоны России в 2007-2017 гг. Результаты исследования. Установлено, что в структуре вредных производственных факторов вибрация занимает 7,13%, а с её воздействием связано развитие 29,9% профессиональных заболеваний. Общая вибрация, по сравнению с локальной, чаще вызывает развитие вибрационной болезни (87,8% и 61,9%, $p < 0,001$) и радикулопатии (4,7% и 0,9%, $P < 0,01$), а реже – моно-полинейропатии (6,0% и 22,0%) и вегето-сенсорной полинейропатии (0,4% и 14,4%, $P < 0,001$). В 2007-2017 гг. на предприятиях Арктики отмечены рост заболеваемости (с 2,55 до 3,80 на 10000 работников) и риска развития (ОР=1,49; ДИ 1,21-1,84) вибрационной патологии, в то время как в целом по России отмечалось их снижение. В 99,3% случаев экспозиция к вибрации была следствием несовершенства технологических процессов и рабочих мест, конструктивных недостатков машин и оборудования. Выводы. Для снижения риска развития вибрационной патологии на предприятиях Арктики необходимо снижение уровня вибрации, прежде всего, за счет совершенствования технологических процессов и конструктивных улучшений виброопасного оборудования.

Ключевые слова: производственная вибрация, профессиональная вибрационная патология, Арктика.

PRODUCTION VIBRATION AND VIBRATION-RELATED PATHOLOGY AT ENTERPRISES IN THE ARTIC

S.A. Syurin, S.A. Gorbanev

Northwest Public Health Research Center, St.Petersburg, Russia

Introduction. Industries vibration belongs to the most common harmful effects, taking third place among physical factors after noise and adverse lighting conditions. The purpose of the study was to investigate the nature of industrial vibration and its influence on the formation of occupational pathology among workers at enterprises in the Arctic. Materials and methods. The data of socio-hygienic monitoring “Working conditions and occupational morbidity” of the population in the Russian Arctic zone in 2007-2017 were studied. The results of the study. It was found that in the structure of harmful production factors, vibration occupies 7.13%, and the development of 29.9% of occupational diseases is associated with its influence. Compared to hand-arm vibration, the whole-body vibration more frequently causes the development of vibration disease (87.8% and 61.9%, $p < 0.001$) and radiculopathy (4.7% and 0.9%, $P < 0.01$), and less often - mono-polyneuropathy (6.0% and 22.0%, $P < 0.001$) and vegetative-sensory polyneuropathy (0.4% and 14.4%, $P < 0.001$). In 2007-2017, an increase in the incidence rate (from 2.55 to 3.80 per 10,000 workers) and the risk of development ($RR = 1.49$; $CI 1.21-1.84$) of vibration pathology was noted at the enterprises of the Arctic, while in Russia as a whole their decline took place. In 99.3% of cases, exposure to vibration was the result of imperfection of technological processes and workplaces, design flaws of machines and equipment. Conclusion. To minimize the risk of developing vibration pathology at the enterprises of the Arctic, it is necessary to reduce the level of vibration, first of all, due to the improvement of technological processes and structural improvements of vibration-hazardous equipment.

Keywords: industrial vibration, occupational vibration-related pathology, Arctic.

Введение. В современных условиях производственная вибрация (ПВ) является одним из наиболее распространенных вредных производственных факторов (ВПФ) [1]. На промышленных предприятиях России в 2014-2017 гг. в структуре вредных физических факторов трудового процесса ПВ занимала третье место по распространенности (после шума и неблагоприятных параметров освещенности рабочих мест) и второе место по частоте формирования профессиональных заболеваний (после шума) [2, 3]. Основу гигиенического нормирования ПВ составляют критерии здоровья человека при воздействии на него вибрации. Предельно допустимый уровень вибрации — это уровень, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений [4].

При воздействии ПВ, превышающей допустимые уровни, в организме человека возникают многочисленные функциональные и морфологические изменения костно-мышечной, нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем [5, 6, 7]. В России комплекс вышеперечисленных патологических изменений у работников виброопасных профессий определяется как вибрационная болезнь — термин, который отсутствует в большинстве национальных классификаций и действующей международной классификации болезней Десятого пересмотра.

Действие ПВ усугубляется одновременным влиянием таких сопутствующих профессиональных вредностей как общее и локальное охлаждение, вынужденная рабочая поза, повышенная статико-динамическая нагрузка на мышцы и суставы, шум и некоторыми другими [8, 9]. Доказано, что производственная деятельность в экстремальном климате Арктики, прежде всего хронический холодовой стресс, формируют дополнительные угрозы здоровью работающего населения за счет усиления действия вредных факторов производства, в число которых входит и ПВ [10, 11, 12]. Также надо иметь в виду, что в Арктике расположены крупнейшие предприятия по добыче и переработке полезных ископаемых, работники которых наиболее часто и интенсивно подвергаются воздействию ПВ [13, 14, 15]. Учитывая резко ограниченные трудовые ресурсы арктического региона, улучшение условий труда и сохранение здоровья работающего населения является приоритетной и долгосрочной политической задачей государства в Арктике [16, 17].

Цель исследования состояла в изучении характера вибрации и её влияния на формирование профессиональной патологии

у работников предприятий в Арктической зоне России.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Арктической зоны России в 2007-2017 гг. (ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Москва). Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010 и программы Epi Info, v. 6.04d. Определялись t-критерий Стьюдента для независимых выборок, критерий согласия χ^2 , относительный риск (ОР) и 95% доверительный интервал (ДИ). Числовые показатели даны как среднее арифметическое и стандартная ошибка ($M \pm m$). Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимался равным 0,05.

Результаты исследования. В 2007-2017 гг. на предприятиях Арктической зоны России число работников, экспонированных к ПВ, колебалось в пределах 5,85% - 8,04% от числа лиц, имевших контакт с ВПФ. Среднее годовое значение этого показателя составило 7,13%, уступая по распространенности таким ВПФ как шум (21,5%), напряженность (8,6%) и тяжесть (8,2%) трудового процесса, неионизирующие электромагнитные поля и излучения (7,3%), химические факторы (7,2%). Как и в предыдущие годы, наибольшая степень экспозиции к ПВ наблюдалась у работников горнодобывающих и металлургических предприятий [18, 19, 20].

Принимая во внимание существенные различия нарушений здоровья, возникающих при воздействии общей и локальной вибрации [5, 21, 22], их доля в структуре ВПФ по годам и видам экономической деятельности была оценена отдельно. Установлено, что в 2007-2017 гг. в арктическом регионе доля общей вибрации в структуре всех ВПФ составляла 4,55%-6,34%. Из числа экспонированных к общей вибрации лиц мужчин было 94,3%, женщин — 5,7%. Наибольшее абсолютное число работников подвергалось воздействию общей вибрации в 2007 году, а наименьшее — в 2010 г. Относительное число работников, экспонированных к общей вибрации (с учетом числа работников, экспонированных ко всем ВПФ), было максимальным в 2017 и 2012 гг. (6,34% и 6,17%). Важно отметить, что в 2017 г. этот показатель оказался выше, чем в 2007 г. Воздействие общей вибрации чаще всего отмечалось у лиц, занятых на транспортных, горнодобывающих и металлургических предприятиях региона. Динамика числа экспонированных к общей вибрации работников в 2007-2017 гг. имела разнонаправленный характер. Так, оно значительно снизилось в добывающей промышленности, но увеличилось в металлургии, обрабатывающей промышленности и строительстве. Принимая

Число работников предприятий различных видов экономической деятельности, подвергавшихся воздействию общей вибрации

Виды экономической деятельности	Год					Средние годовые показатели
	2007	2010	2012	2014	2017	
Транспорт	7365	5404	8345	5251	6711	6615,2 (28,1%)
Добыча полезных ископаемых	8448	4734	7791	4284	4664	5984,2 (25,5%)
Металлургическое производство	3495	3220	3214	4738	4977	3928,8 (16,7%)
Обрабатывающие производства	1344	1116	1446	3118	3471	2099,0 (8,9%)
Производство и распределение электроэнергии, воды, пара	2808	1930	1240	1785	1963	1945,2 (8,3%)
Строительство	937	1551	1260	2219	2146	1622,6 (6,9%)
Здравоохранение	221	177	368	306	125	239,4 (1,0%)
Сельское хозяйство	196	174	204	164	192	186,0 (0,8%)
Прочие виды деятельности	1291	444	404	1047	504	738,0 (3,1%)
Все виды экономической деятельности (суммарно)	26878	18750	24272	22913	24753	23513,2 (100,0%)
Общая вибрация/все ВПФ, %	5,36	4,55	6,17	5,52	6,34	5,59

во внимание изменения абсолютных и относительных показателей, есть основания говорить об отсутствии значимой динамики степени воздействия общей вибрации на работников предприятий в Арктике за анализируемый одиннадцатилетний период (табл. 1).

Доля локальной вибрации в структуре всех ВПФ составляла 1,30%-1,86%, то есть была в 3-4 раза меньше, чем общей вибрации. Наиболее часто экспозиция к локальной вибрации отмечалась у лиц, осуществлявших добычу полезных ископаемых, и реже – у работников транспортных и металлургических предприятий региона. Из числа экспонированных к локальной вибрации лиц мужчин было 90,7%, женщин – 9,3%. Динамика показателей экспозиции работников к локальной и общей вибрации имела сходные черты. Так, наибольшее абсолютное число работников подвергалось воздействию локальной вибрации в 2007 г., а наименьшее – в 2010 г. Относительное число работников, испытывавших воздействие локальной вибрации, было максимальным в 2007 г. и оно превышало показатель 2017 года. Важно отметить, что в 2007-2017 гг. произошло снижение числа экспонированных к локальной вибрации работников на горнодобывающих и транспортных предприятиях. Учитывая уровни абсолютных и относительных показателей в 2007 и 2017 гг., можно говорить о снижении степени воздействия локальной вибрации на работников предприятий арктического региона за анализируемый временной период (табл. 2).

В 2007-2017 гг. у 2372 работников предприятий в Арктике были впервые диагностированы профессиональные заболевания, вызванные воздействием ПВ. В основном среди заболевших были работники предприятий Арктической

зоны Красноярского края (1196 чел. или 50,4%), Мурманской области (614 чел. или 25,9%) и Арктической зоны Республики Коми (460 чел. или 19,4%). В остальных субъектах арктического региона выявлялись только единичные случаи патологии вибрационного генеза: в Чукотском и Ямало-Ненецком округах – 42 (1,8%) и 17 (0,7%), в Арктической зоне Архангельской области – 28 (1,2%), в Арктических зонах Республик Карелия и Саха – 8 (0,3%) и 7 (0,3%) больных. В Ненецком автономном округе в 2007-2017 годах случаев профессиональных заболеваний, вызванных вибрацией, зарегистрировано не было.

Вибрационная патология в подавляющем большинстве случаев (93,8%) была диагностирована у работников добывающих (1125 человек), металлургических (677 человек) и строительных (422 человека) предприятий. Вибрационная патология от воздействия общей вибрации наиболее часто возникала у машинистов различного горного оборудования (425 человек), бурильщиков (217 человек), водителей карьерных самосвалов и других автомобилей (201 человек). Группу профессий с максимальным риском развития вибрационной патологии вследствие локальной вибрации составили проходчики (486 человек), машинисты различного горного оборудования (290 человек) и горнорабочие очистного забоя (223 человека).

В числе заболевших лиц мужчин было 2355 (99,3%), а женщин – 27 (0,7%) человек, средний возраст которых составил $51,1 \pm 0,1$ года, а трудовой стаж – $24,2 \pm 0,1$ лет. Возраст и стаж заболевших работников, подвергавшихся воздействию локальной вибрации были меньше, чем у экспонированных к общей вибрации. В стажевом диапазоне 11-20 лет вибрационная патология чаще развивалась вследствие воздействия локальной вибрации, а при стаже более 30 лет –

Таблица 2

Число работников предприятий различных видов экономической деятельности, подвергавшихся воздействию локальной вибрации

Виды экономической деятельности	Год					Средние годовые показатели
	2007	2010	2012	2014	2017	
Транспорт	1883	710	1947	855	817	1242,4(18,9%)
Добыча полезных ископаемых	4064	1272	871	801	1184	1638,4 (24,9%)
Металлургическое производство	1138	1013	882	1169	1763	1193,0 (18,1%)
Обрабатывающие производства	521	423	453	996	1134	705,4 (10,7%)
Производство и распределение электроэнергии, воды, пара	322	274	166	350	351	292,6 (4,4%)
Строительство	680	595	634	796	672	675,4 (10,3%)
Здравоохранение	485	688	565	509	441	537,6 (8,2%)
Сельское хозяйство	17	21	38	64	63	40,6 (0,6%)
Прочие виды деятельности	229	378	127	342	199	255,0 (3,9%)
Все виды экономической деятельности (суммарно)	9339	5374	5683	5882	6624	6580,4 (100,0%)
Локальная вибрация/все ВПФ, %	1,86	1,30	1,44	1,42	1,70	1,54

общей вибрации.

Вибрационная болезнь в структуре вибрационной патологии занимала 73,4%, а среди всех профессиональных заболеваний — 22,0%. Показатели распространенности вибрационной болезни в арктическом регионе существенно не отличались от показателей в Мурманской области (12,55%-28,1%), превышали их уровень в Самарской области (7,0%-18,9%), но была ниже, чем в Иркутской области (21,1%-35,9%) [23, 24, 25]. Сравнение с аналогичными показателями других стран затруднено, так как широко применяемые за рубежом термины *white finger syndrome*, *hand-arm vibration*, *low back pain* [26, 27, 28] не тождественны отечественным терминам *вибрационная болезнь* от воздействия локальной или общей вибрации. Значительно реже с воздействием вибрации было связано развитие заболеваний нервной системы (23,3%) и костно-мышечной (3,3%) систем. Не было выявлено болезней системы кровообращения, являющихся характерным проявлением вибрационных нарушений [6, 29].

Характер нарушений здоровья при воздействии общей и локальной вибрации имел существенные различия. Так, нарушения здоровья, относящиеся к классу болезней «Травмы, отравления и другие последствия воздействия внешних причин» чаще возникали при экспозиции к общей вибрации, а болезни костно-мышечной и нервной систем – при действии локальной вибрации. У лиц, экспонированных к общей вибрации, более распространенными ($p < 0,001$) были вибрационная болезнь и радикулопатия ($p < 0,001$). При экспозиции к локальной вибрации в структуре вибрационной патологии большее значение ($p < 0,001$) имели моно-полинейропатия

и вегетосенсорная полинейропатия (табл. 3). Риск развития профессиональной патологии при воздействии локальной вибрации был выше, чем общей: $OR = 3,91$; $ДИ\ 3,62-4,23$; $\chi^2 = 1369,4$; $p < 0,001$. По результатам периодических медицинских осмотров было выявлено 1348 (56,8%) пациентов с вибрационной патологией. В 1024 (43,2%) случаях диагноз был установлен при самостоятельном обращении работников за медицинской помощью в связи с ухудшением состояния здоровья.

При классах вредности условий труда 3.1-3.2 вибрационная патология чаще возникала под воздействием общей вибрации, а при классах 3.3-3.4 и при опасных условиях труда развитие профессиональной патологии было чаще связано с локальной вибрацией. Выявленные редкие случаи развития вибрационной патологии при допустимых уровнях ПВ (0,7%) предполагают наличие индивидуальной повышенной чувствительности, которая может иметь как врожденный, так и приобретенный (заболевания сосудов, последствия холодовой травмы и др.) характер [5, 6].

Почти во всех случаях (99,3%) экспозиция к недопустимым уровням ПВ на предприятиях в Арктике была следствием несовершенства технологических процессов, конструктивных недостатков машин и другого оборудования, а также несовершенства рабочих мест. Недопустимые уровни общей вибрации были чаще обусловлены несовершенством технологических процессов и рабочих мест, а локальной — конструктивными недостатками машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов. Только в одном случае развитие вибрационной патологии было связано с так называемым «человеческим фактором» (нарушение установленных режимов

Общая характеристика больных и число профессиональных заболеваний вибрационной этиологии при воздействии общей и локальной вибрации (случаи)

Показатель	Производственная вибрация		
	Общая	Локальная	Все случаи
Пол: мужчины женщины	1040 (99,0%) 10 (1,0%)	1315 (99,5%) 7 (0,5%)	2355 (99,3%) 17 (0,7%)
Возраст (лет) Стаж (лет), в том числе:	52,1±0,1 25,3±0,2	50,3±0,2* 23,3±0,2*	51,1±0,1 24,2±0,1
≤ 10 лет	8 (0,8%)	19 (1,4%)	27 (1,1%)
11 – 20 лет	242 (23,1%)	410 (31,0%)*	653 (27,5%)
21 – 30 лет	558 (53,1%)	743 (56,3%)	1301 (54,8%)
≥ 30 лет	241 (23,0%)	150 (11,3%)*	391 (16,5%)
Классы болезней:			
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	922 (87,8%)	818 (61,9%)*	1740 (73,4%)
костно-мышечной системы	58 (5,5%)	21 (1,6%)*	79 (3,3%)
нервной системы	70 (6,7%)	483 (36,5%)*	553 (23,3%)
Нозологические единицы:			
вибрационная болезнь	922 (87,8%)	818 (61,9%)*	1740 (73,4%)
моно-полинейропатия	63 (6,0%)	291 (22,0%)*	354 (14,9%)
вегетосенсорная полинейропатия	4 (0,4%)	190 (14,4%)*	194 (8,2%)
радикулопатия	49 (4,7%)	12 (0,9%)*	61 (2,6%)
артроз, периартроз, деформирующий остеоартроз	7 (0,7%)	4 (0,3%)	11 (0,5%)
полиневрит (полинейропатия) рук	3 (0,3%)	3 (0,2%)	6 (0,3%)
эпикондилит внутренний	2 (0,2%)	1 (0,07%)	3 (0,1%)
миофиброз предплечий	-	2 (0,2%)	2 (0,08%)
остеохондроз позвоночника	-	1 (0,07%)	1 (0,04%)

труда и отдыха), что подчеркивает важность технологической реновации промышленности в арктическом регионе (табл. 4).

В 2007-2017 годах на предприятиях Арктики происходил рост числа случаев и заболеваемости профессиональной патологии вибрационного генеза, в то время как в целом по России в последнее время отмечается их снижение [2, 3]. Число впервые выявленных случаев колебалось от 154 (2007 г.) до 329 (2015 г.). Доля вибрационной патологии в общей структуре профессиональных заболеваний находилась в диапазоне от 24,4% (2013 г.) до 38,0% (2015 г.), составляя в среднем 29,9% и имея при этом возрастающий тренд. С 2007 г. по 2017 г. доля вибрационной болезни в структуре вибрационной патологии увеличилась с 48,1% до 95,1% (резко возрастающий тренд).

В 2017 г., по сравнению с 2007 г., отмечалась негативная динамика за счет роста числа случаев вибрационной патологии (в 1,33 раза), увеличения уровня ее заболеваемости (с 2,55 до 3,80 на 10000 работников) и более высокого риска развития (ОР=1,49; ДИ 1,21-1,84; $\chi^2=14,2$; $p=0,00016$). Также необходимо отметить резкое увеличение распространенности вибрационной болезни – нозологической формы вибрационной патологии с наиболее неблагоприятным клиническим прогнозом. Изменение числа всех впервые выявленных нозологических форм профессиональной патологии отличалось от динамики показателей вибрационной патологии тем, что в первом случае в 2010-2013 гг. наблюдался рост уровня заболеваемости, а во втором - его стабилизация (рис.1).

Число профессиональных заболеваний вибрационной этиологии при различных классах условий труда и обстоятельствах их развития (случаи)

Показатель	Производственная вибрация		
	Общая	Локальная	Все случаи
Класс условий труда:			
класс 2	6 (0,6%)	11 (0,8%)	17 (0,7%)
класс 3.1	286 (27,2%)	160(12,1%)*	446 (18,8%)
класс 3.2	637(60,7%)	362(27,4%)*	999 (42,1%)
класс 3.3	110(10,5%)	438(33,1%)*	548 (23,1%)
класс 3.4	8 (0,8%)	254(19,2%)*	262 (11,0%)
класс 4	3 (0,3%)	97 (7,3%)*	100 (4,2%)
Обстоятельства развития профессиональной патологии			
несовершенство технологических процессов	669(63,7%)	643 (48,6%)*	1312 (55,3%)
конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов	243(23,1%)	612 (46,3%)*	855 (36,0%)
несовершенство рабочих мест	132(12,6%)	57 (4,3%)*	189 (8,0%)
неисправность машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов	3 (0,3%)	9 (0,7%)	12 (0,5%)
несовершенство санитарно-технических установок	3 (0,3%)	-	3 (0,1%)
нарушение установленных режимов труда и отдыха	1 (0,1%)	-	1 (0,04%)

Примечание. * - статистически значимые различия ($p < 0,05$) показателей при воздействии общей и локальной вибрации

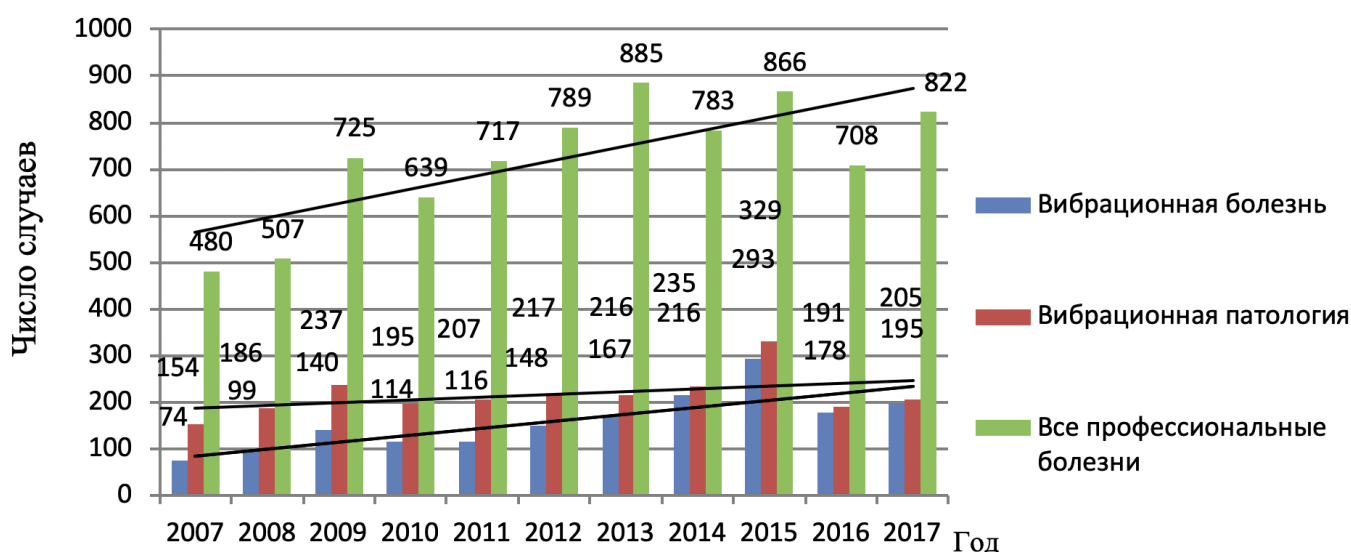


Рис. 1. Число впервые выявленных случаев вибрационной болезни, вибрационной патологии и всех профессиональных болезней в Арктике в 2007-2017 гг.

В результате проведенных исследований не были установлены причинно-следственные связи между изменениями условий труда и частотой выявления первичных случаев вибрационной патологии. Их рост и снижение происходили независимо от динамики показателей экспозиции работников к общей и локальной вибрации. Сложность выявления таких связей известна как вследствие существования временного лага между двумя явлениями, так и одновременного сочетанного действия многих других факторов, включающих лечебно-профилактические мероприятия, качество медицинских осмотров, мотивацию работников к труду, административный ресурс работодателей по контролю показателей профессиональной заболеваемости и других [30]. В настоящий момент можно, прежде всего, отметить, что одиннадцатилетний период наблюдения не является достаточным для

установления причинно-следственных связей между изменениями условий труда и уровнем профессиональной заболеваемости. Данный факт ни в коей мере не снижает важности проведения технологических мероприятий по снижению уровня производственной вибрации и совершенствования индивидуальных средств антивибрационной защиты.

Заключение. У работников предприятий в Арктике почти 30% профессиональных заболеваний обусловлены влиянием производственной вибрации. За последние одиннадцать лет их число, показатели заболеваемости и риск развития имеют тенденцию к росту. Для профилактики вибрационной патологии необходимо, прежде всего, совершенствование виброопасного оборудования и технологических процессов, а также внедрение эффективных индивидуальных средств антивибрационной защиты.

Список литературы:

1. Гигиена труда: учебник / под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 480 с.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017.- 260 с.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 268 с.
4. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» от 21 июня 2016 года № 81.
5. Вибрационная болезнь / Бабанов С.А., Азовскова Т.А., Вакурова Н.В. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА - М, 2016. - 160 с.
6. Вакурова Н.В., Азовскова Т.А., Лаврентьева Н.Е. О современных аспектах диагностики и классификации вибрационной болезни // Регулярные выпуски «РМЖ»; 16 от 22.07.2014. URL: <https://www.rmj.ru/articles/nevrologiya> (дата обращения: 08.06.2019).
7. Вибрационная болезнь и меры по ее предупреждению: Учебное пособие / Э.Р. Шайхлисламова, А.Б. Бакиров, Г.Г. Гимранова и др. - Уфа: Изд-во, 2016. - 99 с.
8. Профилактика профессиональных заболеваний, вызванных сочетанным воздействием вибрации, шума и охлаждающего микроклимата на предприятиях горнодобывающей промышленности: Методические рекомендации. - Москва, 1991.- 23 с.
9. Burström L., Nilsson T., Walström J. Combined exposure to vibration and cold. Barents Newsletters on Occupational Health and Safety. 2015. Vol. 18. № 1. P. 17-18.
10. Мышинская Ж.М. Влияние климатических и экологических факторов на здоровье человека в условиях Крайнего Севера // Ямальский вестник. 2016. Т. 2. № 7. С. 79-80.
11. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 4-11.
12. Горбанев С.А., Никанов Н.А., Чащин В.П. Актуальные проблемы медицины труда в Арктической зоне Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 9. С. 50-51.
13. Бухтияров И.В., Головкова Н.П., Чеботарев А.Г., Сальников А.А., Николаев С.П. Условия труда, профессиональная заболеваемость на предприятиях открытой добычи руд // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 5. С. 44-49.
14. Преображенская Е.А., Сухова А.В., Зорькина Л.А., Бондарева М.В. Гигиеническая оценка условий труда и состояние здоровья работников горно-обогатительных комбинатов // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 11. С. 1065-1070. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-11-1065-1070>
15. Сюрин С.А., Шилов В.В. Особенности вибрационной болезни горняков при современных технологиях добычи рудного сырья в Кольском Заполярье // Здоровоохранение Российской Федерации. 2016. № 6. С. 312-316.
16. Руденко Д.Ю. Анализ демографических процессов в Российской Арктике // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2015. Т. 6. № 4. С. 51-57.
17. «Об основах государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу». Российская газета. № 4877 от 18 сентября 2008 года. (дата обращения: 06.06.2019).
18. Скрипаль Б.А. Профессиональная заболеваемость, ее особенности на предприятиях горно-химического комплекса Кольского Заполярья // Экология человека. 2008. № 10. С. 26-30.
19. Скрипаль Б.А. Состояние здоровья и заболеваемость рабочих подземных рудников горно-химического комплекса Арктической зоны Российской Федерации. Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 6. P. 23-26.
20. Сюрин С.А., Горбанев С.А. Особенности формирования нарушений здоровья у горняков подземных рудников Кольского заполярья // Профилактическая и клиническая медицина. 2017. № 4. С. 12-18.
21. Shen S., House R.A. Hand-arm vibration syndrome. What family physicians should know // Canadian Family Physician. 2017. Vol. 63. № 3. P. 206-210.
22. Burström L., Hyvärinen V., Johnsen M., Pettersson H. Exposure to whole-body vibration in open-cast mines in the Barents region. International Journal of Circumpolar Health. 2016. Vol. 75. № 10. 3402/ijch.v75.29373. doi: 10.3402/ijch.v75.29373. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4749864/>
23. Рочева И. И., Желепова О. В., Лештаева Н. Р., Михайлов С. С. Вибрационная болезнь у горнорабочих Мурманской области // Медицина труда и промышленная экология. 2004. № 2. С. 44-47.
24. Попов М.Н., Т.А. Азовскова Т.А., Васюкова Г.Ф. Выявление и профилактика наиболее распространенных профессиональных заболеваний в Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 2. С. 362-366.
25. Кулешова М.В., Панков В.А., Дьякович М.П. и др. Вибрационная болезнь у работников авиастроительного предприятия: факторы формирования, клинические проявления, социально-психологические особенности // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 10. С. 915-920. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-915-920>.
26. Kurtul S., Türk M. Vibration related white finger disease: a case report. The European Research Journal. 2019. Vol. 5. № 1. P. 226-229. DOI: 10.18621/eurj.379091. Available at: <https://dergipark.org.tr/download/article-file/480116> (дата обращения: 06.06.2019).
27. Campbell R. A., Matthew B.A., Janko R., Hacker R.I. Hand-arm vibration syndrome: A rarely seen diagnosis. Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques. 2017. Vol. 3. № 2. P. 60-62. doi: 10.1016/j.jvscit.2017.01.002. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5757815/> (дата обращения: 06.06.2019).
28. Bovenzi M., Schust M., Mauro M. An overview of low back pain and occupational exposures to whole-body vibration and mechanical shocks. La Medicina del lavoro. 2017. Vol. 108. № 6. P. 419-433. DOI: 10.23749/mdl.v108i6.6639. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/321833438> (дата обращения: 06.06.2019).
29. Poole C.J., Cleveland T.J. Vascular hand-arm vibration syndrome - magnetic resonance angiography. Occupational Medicine (London). 2016. Vol. 66. № 1. P. 75-8. doi: 10.1093/occmed/kqv151. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26470947> (дата обращения: 06.06.2019).
30. Бабанов С.А., Будащ Д.С., Байкова А.Г., Бараева Р.А. Периодические медицинские осмотры и профессиональный отбор в промышленной медицине // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 5. С. 48-53.

References:

1. Gigiena truda: uchebnik / pod red. N. F. Izmerova, V. F. Kirillova [Occupational health: a textbook / ed. N.F. Izmerov, V.F. Kirillov]. M.: GEOTAR-Media, 2016. (In Russian).
2. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossijskoj Federacii v 2016 godu: Gosudarstvennyj doklad. Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelej i blagopoluchiya cheloveka [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2016: State report. Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare]. M.: 2017. (In Russian).
3. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossijskoj Federacii v 2017 godu: Gosudarstvennyj doklad. Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelej i blagopoluchiya cheloveka [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017: State report. Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare]. M.: 2018. (In Russian).
4. Sanitarnye normy i pravila 2.2.4.3359-16 «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k fizicheskim faktoram narabochih mestah» ot 21 iyunya 2016 goda № 81 [Sanitary

- norms and rules 2.2.4.3359-16 "Sanitary-epidemiological requirements for physical factors at workplaces" of June 21, 2016, No. 81]. (In Russian).
5. Vibracionnaya bolezni' / Babanov S.A., Azovskova T.A., Vakurova N.V. Vuzovskij uchebnik [Vibration disease / Babanov SA, Azovskova T.A., Vakurova N.V. University textbook]. M.: NIC INFRA, 2016. (In Russian).
 6. Vakurova N.V., Azovskova T.A., Lavrent'eva N.E. O sovremennyh aspektah diagnostiki i klassifikacii vibracionnoj bolezni [On the modern aspects of diagnosis and classification of vibration disease]. *Regulyarnyevypuski «RMZh»*. 2014. № 16. Available at: <https://www.rmj.ru/articles/nevrologiya> (датаобращения: 08.06.2019). (In Russian).
 7. Vibracionnaya bolezni' i mery po ee preduprezhdeniyu: Uchebnoe posobie [Vibration disease and measures to prevent it: Tutorial] / E.R. Shajhislamova, A.B. Bakirov, G.G. Gimranova i dr. - Ufa: Izd-vo, 2016. (In Russian).
 8. Profilaktika professional'nyh zabolevanij, vyzvannyh sochetannym vozdejstviem vibracii, shuma i ohlazhdayushchego mikroklimata na predpriyatiyah gornodobyvayushchej promyshlennosti: Metodicheskie rekomendacii [Prevention of occupational diseases caused by the combined effect of vibration, noise and a cooling microclimate at mining enterprises: Guidelines]. M, 1991. (In Russian).
 9. Burström L., Nilsson T., Walström J. Combined exposure to vibration and cold. *Barents Newsletters on Occupational Health and Safety*. 2015. Vol. 18. № 1. P. 17-18.
 10. Myshinskaya Zh.M. Vliyaniye klimaticheskikh i ekologicheskikh faktorov na zdorov'e cheloveka v usloviyah Krajnego Severa [The influence of climatic and environmental factors on human health in the Far North]. *Yamal'skij vestnik*. 2016. Vol. 2. № 7. P. 79-80. (In Russian).
 11. Hasnulin V. I., Hasnulin P. V. Sovremennye predstavleniya o mekhanizmah formirovaniya severnogo stressa u cheloveka v vysokih shirotah [Modern ideas about the mechanisms of formation of northern stress in humans in high latitudes]. *Ekologiya cheloveka*. 2012. № 1. P.4-11. (In Russian).
 12. Gorbanev S.A., Nikanov N.A., Chashchin V.P. Aktual'nye problem meditsiny truda v Arkticheskoy zone Rossijskoj Federacii [Actual problems of occupational medicine in the Arctic zone of the Russian Federation]. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017. № 9. P. 50-51. (In Russian).
 13. Buhtiyarov I.V., Golovkova N.P., Chebotarev A.G., Sal'nikov A.A., Nikolaev S.P. Usloviya truda, professional'naya zabolevaemost' na predpriyatiyah otkrytoj dobychi rud [Working conditions, occupational morbidity in open-pit mining enterprises]. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017. № 5. P.44-49. (In Russian).
 14. Preobrazhenskaya E.A., Suhova A.V., Zor'kina L.A., Bondareva M.V. Gigienicheskaya ocenka uslovij truda i sostoyanie zdorov'ya rabotnikov gorno-obogatitel'nyh kombinatov [Hygienic assessment of working conditions and health status of workers of mining and processing plants]. *Gigiena i sanitariya*. 2016. Vol. 95. № 11. P. 1065-1070. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-11-1065-1070>. (In Russian).
 15. Syurin S.A., Shilov V.V. Osobennosti vibracionnoj bolezni gornjakov pri sovremennyh tekhnologiyah dobychi rudnogo syr'ya v Kol'skom Zapolyar'e [Features of the vibration disease of the miners with the modern technologies of mining of ore raw materials in the Kola Polar Region]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*. 2016. № 6. P. 312-316. (In Russian).
 16. Rudenko D.YU. Analiz demograficheskikh processov v Rossijskoj Arktike [Analysis of demographic processes in the Russian Arctic]. *MIR (Modernizacii. Innovacii. Razvitie)*. 2015. Vol. 6. № 4. P. 51-57. (In Russian).
 17. «Ob osnovah gosudarstvennoj politiki RF v Arktike na period do 2020 goda i dal'nejshuyu perspektivu» [“On the fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the Arctic for the period up to 2020 and beyond”]. *Rossiyskaya gazeta*. № 4877 (Oct.,18, 2080). (In Russian).
 18. Skripal' B.A. Professional'naya zabolevaemost', ee osobennosti na predpriyatiyah gorno-himicheskogo kompleksa Kol'skogo Zapolyar'ya [Occupational morbidity, its features in the enterprises of the mining and chemical complex of the Kola Arctic]. *Ekologiya cheloveka*. 2008. № 10. P. 26-30. (In Russian).
 19. Skripal' B.A. Sostoyanie zdorov'ya i zabolevaemost' rabochih podzemnyh rudnikov gorno-himicheskogo kompleksa Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii [The health status and morbidity of workers in underground mines of the mining and chemical complex of the Arctic zone of the Russian Federation]. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016. № 6. P. 23-26. (In Russian).
 20. Syurin S.A., Gorbanev S.A. Osobennosti formirovaniya narushenij zdorov'ya u gornjakov podzemnyh rudnikov Kol'skogo Zapolyar'ya [Features of the formation of health disorders in the miners of the underground mines of the Kola polar region]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina*. 2017. № 4. P. 12-18. (In Russian).
 21. Shen S., House R.A. Hand-arm vibration syndrome. What family physicians should know // *Canadian Family Physician*. 2017. Vol. 63. № 3. P. 206-210.
 22. Burström L., Hyvärinen V., Johnsen M., Pettersson H. Exposure to whole-body vibration in open-cast mines in the Barents region. *International Journal of Circumpolar Health*. 2016. Vol. 75. № 10. 3402/ijch.v75.29373. doi: 10.3402/ijch.v75.29373. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4749864/> (accessed June 6, 2019).
 23. Rocheva I.I., Zhelepova O.V., Leshtaeva N.R., Mihajlov S.S. Vi bracionnaya bolezni' u gornorabochih Murmanskoy oblasti [Vibration disease in miners of the Murmansk region]. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2004. № 2. P. 44-47. (In Russian).
 24. Popov M.N., T.A. Azovskova T.A., Vasyukova G.F. Vyyavlenie i profilaktika naibolee rasprostranennyh professional'nyh zabolevanij v Samarskoj oblasti [Identification and prevention of the most common occupational diseases in the Samara region]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2015. Vol. 17. № 2. P. 362-366. (In Russian).
 25. Kuleshova M.V., Pankov V.A., D'yakovich M.P. Vibracionnaya bolezni' u rabotnikov aviastroitel'nogo predpriyatiya: factory formirovaniya, klinicheskie proyavleniya, social'no-psihologicheskie osobennosti [Vibration disease in aircraft building workers: factors of formation, clinical manifestations, socio-psychological features]. *Gigiena i sanitariya*. 2018. Vol. 97. № 10. P. 915-920. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-915-920>.
 26. Kurtul S., Türk M. Vibration related white finger disease: a case report. *The European Research Journal*. 2019. Vol. 5. № 1. P. 226-229. DOI: 10.18621/eurj.379091. Available at: <https://dergipark.org.tr/download/article-file/480116> (accessed June 6, 2019).
 27. Campbell R. A., Matthew B.A., Janko R., Hacker R.I. Hand-arm vibration syndrome: A rarely seen diagnosis. *Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques*. 2017. Vol. 3. № 2. P. 60-62. doi: 10.1016/j.jvscit.2017.01.002. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5757815/> (accessed June 6, 2019).
 28. Bovenzi M., Schust M., Mauro M. An overview of low back pain and occupational exposures to whole-body vibration and mechanical shocks. *La Medicina del lavoro*. 2017. Vol. 108. № 6. P. 419-433. DOI: 10.23749/mdl.v108i6.6639. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/321833438> (accessed June 6, 2019).
 29. Poole C.J., Cleveland T.J. Vascular hand-arm vibration syndrome - magnetic resonance angiography. *Occupational Medicine (London)*. 2016. Vol. 66. № 1. P. 75-8. doi: 10.1093/occmed/kqv151. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26470947> (accessed June 6, 2019).
 30. Babanov S.A., Budash D.S., Bajkova A.G., Baraeva R.A. Periodicheskie medicinskie osmotry i professional'nyj otbor v promyshlennoj medicine [Periodic medical examinations and professional selection in occupational medicine]. *Zd orov'enaseleniyaisredaobitaniya*. 2018. № 5. P. 48-53. (In Russian).