

Гигиена, эпидемиология, экология

Hygiene, Epidemiology,
Ecology

УДК 613.6; 625.098; 656.7

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ИНФРАЗВУКА КАК ВРЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ФАКТОРА НА ТРАНСПОРТЕ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Зинкин В.Н.

*Научно-исследовательский испытательный центр (авиационно-космической медицины и военной эргономики) Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил Минобороны России, г. Москва,
v.n.zinkin@yandex.ru*

Показаны особенности контроля и мониторинга инфразвука как вредного производственного фактора с учетом действующих нормативных документов; сформулированы рекомендации по выбору средств измерения, организации медицинского контроля и способов защиты персонала транспортных и промышленных предприятий.

Ключевые слова: инфразвук, низкочастотный шум, условия труда, гигиенический мониторинг, риски здоровью, безопасность жизнедеятельности, средства защиты от шума

Введение

В соответствии с приказом Минздравсоцразвития РФ от 12 апреля 2011 года № 302н инфразвук (ИЗ) относится к вредным и опасным производственным факторам, длительное воздействие которых может приводить к профессиональным заболеваниям. История этого физического фактора не продолжительна, так как в перечень производственных факторов он был введен в 2004 году (приказ Минздравсоцразвития РФ от 16 августа 2004 года № 16).

Физические характеристики ИЗ хорошо изучены акустиками, однако гигиенисты и профпатологи длительное время были ограничены в своих исследованиях отсутствием надежной и доступной аппаратуры для измерений в инфразвуковом диапазоне частот. В нашей стране первые научные публикации на эту тему появились лишь в 70-х годах XX века. Большой вклад в изучение медико-биологического действия ИЗ внесли медицинские науч-

ные школы Санкт-Петербурга, Москвы, Воронежа, Киева [1-4].

К критическим органам при воздействии ИЗ относят не только орган слуха, но и вестибулярный анализатор, центральную и вегетативную нервную систему, органы кровообращения и дыхания [2-4]. К настоящему времени в нашей стране сформировалось четкое понимание того, что воздействие вредных факторов может привести к развитию профессиональных заболеваний, в том числе это относится и к ИЗ. Эта позиция нашла отражение в приказе Минздравсоцразвития РФ от 27.04.2012 г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний». В нем к профессиональным заболеваниям, связанных с воздействием ИЗ, отнесены нейросенсорная тугоухость (НСТ) двусторонняя, вестибулярный синдром, выраженные расстройства вегетативной (автономной) нервной системы.

Наличие в клинической картине нескольких симптомокомплексов,

объединенных общим этиологическим фактором, позволило ряду авторов обосновать возможность выделения инфразвуковой патологии в отдельную нозологическую форму («инфразвуковая болезнь», «виброакустическая болезнь») [4-5].

По мнению ряда авторов действие акустических колебаний низкочастотного звукового диапазона (ниже 250 Гц) имеет определенное сходство с биологическим действием на организм человека ИЗ, что стало причиной для использования таких терминов как «низкочастотные акустические колебания», «низкочастотный шум» [2, 4, 6-7].

Физические особенности инфразвука и низкочастотного шума

В зависимости от частоты акустических колебаний выделяют инфразвуковой, звуковой и ультразвуковой диапазоны. Такое разделение носит условный характер и, в первую очередь, связано с физиологической особенностью восприятия акустических колебаний органом слуха.

Под ИЗ принято понимать акустические колебания с частотой ниже 16-20 Гц. Считается, что в этом частотном диапазоне человек неспособен воспринимать (слышать) звук как тональный сигнал. Однако установлено,

что при высоких уровнях звукового давления (УЗД) ИЗ (свыше 100 дБ) у человека в области уха появляется чувство пульсации, давления вплоть до болевых ощущений в области барабанной перепонки. К физическим особенностям ИЗ относят большую длину волны, малое поглощение в атмосфере, и обусловленную этим способность ИЗ распространяться на большие расстояния от источника без значительной потери энергии.

К звуковому диапазону относят акустические колебания с частотами от 20 Гц до 20 кГц, которые воспринимаются человеческим ухом как тональные сигналы. Под шумом понимают беспорядочное сочетание разных по силе и частоте звуков. По преимуществу преобладания акустической энергии в той или иной части спектра шум разделяют на низкочастотный (до 250 Гц), среднечастотный (от 500 до 1000 Гц) и высокочастотный (от 2000 до 8000 Гц).

Среди акустических параметров шума ведущее место занимает длина волны (частота), так как преимущественно от нее зависит слуховое восприятие акустического сигнала. Чувствительность уха падает с понижением частоты звука, поэтому для приближения результатов объективных измерений к субъективному восприятию используют стандартные значения коррекции DL_A (табл. 1) [8].

Таблица 1

Стандартное значение коррекции DL_A

Частота, Гц	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Коррекция, дБ	80	42	26,3	16,1	8,6	3,2	0	-1,2	-1,0	1,1

Таблица 2

Отношение длины акустической волны в инфразвуковом и низкочастотном диапазонах с различными параметрами тела человека

Исследуемый параметр	ИЗ (2 - 20 Гц)	НЧШ (31,5 - 250 Гц)
Длина акустической волны (340 м)	17 — 170	1,4 — 11
Отношение «длина волны / рост человека (1,8 м)»	10 — 100	1 — 6
Отношение «длина волны / туловище человека (0,8-1,0 м)»	21 — 212	2 — 14
Отношение «длина волны / голова человека (0,3 м)»	70 — 700	5 — 40

Из табл. 1 следует, что в области низких частот величина DL_A достигает значимых величин (от 8,6 дБ до 42 дБ), тем самым показывая снижение

значимости слухового анализатора в формировании ответной реакции организма человека на действие низкочастотного шума (НЧШ).

В табл. 2 приведены данные соотношения длины акустической волны (л) с антропометрическими параметрами. Из табл. 2 следует, что рост человека и туловище человека (грудная клетка и брюшная полость) соизмеримы с частотой акустических колебаний от 250 Гц и ниже, а голова человека — от 1000 Гц и ниже. Соизмеримость длины падающей акустической волны с препятствием на пути ее распространения позволяет огибать препятствие без изменения параметров волны, то есть происходит дифракции, которая создает возможность одновременно воздействовать на голову и тело человека. Как видно, большая длина акустической волны и соизмеримость ее с антропометрическими показателями человека обеспечивает сходство между воздействием на человека колебаний инфразвукового и низкочастотного звукового диапазона, то есть позволяет прогнозировать близкий характер общих ответных реакций, формирование которых объясняется механическим взаимодействием тела человека и акустической волны.

Широкое распространение в работах, посвященных действию ИЗ, получила резонансная теория, в основу которой было положено совпадение резонансных частот тела человека с частотой падающей акустической волны [2-4, 9]. Однако нужно учитывать, что авторы приводят резонансные ча-

стоты для организма в целом и для отдельных органов, полученные для общей вибрации, а в случае низкочастотных акустических колебаний система оказывается более жесткой, чем при действии общей вибрации, и основной резонанс системы “грудная клетка/брюшная полость” отмечается в частотном диапазоне 40-60 Гц (вместо 4-8 Гц в случае вибрации). В табл. 3 приведены основные резонансные частоты для человека, из которой следует, что они находятся в частотном диапазоне ИЗ и НЧШ [9].

Дифракционная способность ИЗ и НЧШ приводит к тому, что человек подвергается равномерному избыточному переменному давлению с частотой падающей акустической волны происходит формирование упругих волн в различных структурах тела. При невысоких УЗД (до 100 дБ) только ухо человека способно воспринимать действие акустической волны за счет деформации (смещения) барабанной перепонки. При УЗД свыше 100 дБ колебательная скорость частиц достигает величин 0,01 м/с, что приводит к возбуждению механорецепторов и проприорецепторов. Возбуждение этих рецепторов формирует у человека чувство вибрации тела, головы и внутренних органов. Поэтому при воздействии на человека акустических полей высоких уровней часто используют термин «воздушная вибрация». При УЗД свыше 140 дБ можно прогнозировать развитие болевых ощущений, в первую очередь, в области барабанных перепонок и внутренних органах.

В тканях звуковые упругие возмущения распространяются главным образом посредством сдвиговых волн. Невысокая скорость распространения упругих волн в тканях при низкой частоте их

Основные резонансные частоты тела человека

Органы и части тела человека	Резонансная частота, Гц
Все тело	3-6; 4-8; 5-12
Внутренние органы	10-100
Грудная клетка/брюшная полость	40-60
Голова	8-27
Грудная клетка	2-12; 5-8; 4-8
Брюшная полость	2-14; 3-4
Глазные яблоки	12-27

Таблица 3

следования ведет к появлению волн, соизмеримых с размерами клеток или клеточных органелл. Величина деформационных сдвигов при распространении акустической волны зависит не только от УЗД, но и находится в обратной зависимости от частоты. При низких частот (ниже 250 Гц) и высоких УЗД она достигает нескольких миллиметров, а при ИЗ — нескольких сантиметров. Это может вызывать синхронизированные конформационные колебания макромолекул, а значит приводить к изменению размеров и формы клеточных органелл. Кроме того, деформационные сдвиги в биологических структурах приводят к нарушению и на структурном в виде тканевых повреждений. Появление последних усугубляется тем, что тело человека состоит из тканей, имеющих большую разницу в механических свойствах [10], поэтому на границе раздела тканей с высокой разницей плотности будут возникать повышенные механические напряжения вплоть до структурных повреждений органов и сосудов (табл. 4) [10].

Источники инфразвука на транспорте и производстве

Шум, создаваемый при эксплуатации техники и транспортных средств, работе современного производственного оборудования, представляет собой акустические колебания в широком частотном спектре от инфразвукового до ультразвукового диапазонов.

Использование в производственной деятельности разнообразных механизмов и машин, увеличение их мощности и габаритов привело к изменению в худшую сторону акустической обстановки на рабочих местах. Прослеживается четкая тенденция увеличения

вклада низкочастотных составляющих, в том числе ИЗ, в спектр производственного шума. Производственный НЧШ и ИЗ генерируется при циклическом перемещении больших поверхностей, при ударном возбуждении конструкций, возвратно-поступательном и вращательном движении больших масс с повторением циклов не более 20 в секунду, при быстром перемещении больших объемов жидкости и воздуха. В «чистом» виде в производственной среде ИЗ не встречается: как правило, его «спутниками» являются высокоинтенсивный шум и общая вибрация.

Спектры большинства производственных и транспортных шумов содержат ИЗ и НЧШ высоких уровней. Результаты акустических измерений показывают, что если уровни воздушного шума составляют около 90-100 дБА, то можно ожидать присутствие ИЗ с УЗД 100-107 дБ [2-4, 7].

Мощными источниками НЧШ и ИЗ являются реактивные двигатели ракет и самолетов. При запуске ракет некоторых типов наибольшие УЗД (150 дБ и более) определяются на частотах 10-12,5 Гц. При взлете турбореактивных самолетов типа ТУ-154 при общем шуме в салонах около 100 дБА уровни ИЗ составляют 80 дБ на частоте 4 Гц и 90 дБ на частоте 20 Гц. В кабинах вертолетов наибольшие УЗД составляют 110-120 дБ на частоте 28 Гц, что соответствует частоте вращения лопастей винта. При обслуживании летательных аппаратов с работающими основными и вспомогательными двигателями и наземным оборудованием авиационные специалисты на рабочих местах

Таблица 4
Величина скорости звука и удельной плотности биологических тканей человека

Биологическая ткань	Скорость звука, м/с	Удельная плотность, кг/м ³
Кость	3300	1920
Кровь	1590	1048-1066
Кожа	1610	1093-1121
Вода	1500	1000
Легкие	70	260

подвергаются действию шума с УЗД 100-120 дБ в октавных полосах от 2 до 31,5 Гц [1, 4, 7, 11].

Наземные средства транспорта также являются значимыми источниками ИЗ и НЧШ. Так, акустические колебания с УЗД 93-120 дБ в диапазоне 8-31,5 Гц являются характерными для кабин большинства автомобилей (особенно тяжелых грузовых автомобилей и автобусов). При полностью открытых окнах отмечается повышение УЗД до 110-120 дБ на частотах 2-6 Гц. Большое влияние на акустические параметры оказывает скорость движения транспорта [1, 2, 12, 13].

На железнодорожном транспорте источниками ИЗ и НЧШ являются силовые установки тепловозов и электровозов, компрессорные и вентиляционные установки, аэродинамические потоки на высоких скоростях. Специалисты-железнодорожники на рабочих местах подвергаются действию шума с УЗД 92-127 дБ на частотах 8-50 Гц. В наиболее неблагоприятных условиях находятся локомотивные бригады, на рабочих местах которых ИЗ достигает УЗД от 100 до 120 дБ. Наличие открытых окон при движении подвижного состава приводит к увеличению УЗД и смещению спектра в область НЧШ и ИЗ, особенно при высоких скоростях движения [1, 2].

Источниками ИЗ и НЧШ на морских и речных судах являются энергетические установки, дизель-генераторы, гребные винты, системы судовой вентиляции и кондиционирования воздуха и др. Металлические корпусные конструкции обладают большой звукопроводимостью, что способствует распространению шума по всем помещениям судна. На рабочих местах плавсостав подвергается действию шума с УЗД 100-130 дБ на частотах 8-45 Гц. Наиболее высокие уровни шума (до 100 дБА) наблюдаются в энергетических отделениях судов, что,

как правило, выше на 30-40 дБ, чем в других обитаемых помещениях. На судах на подводных крыльях и воздушной подушке УЗД в области 6-10 Гц достигают 100-130 дБ [7].

Акустические измерения на предприятиях металлургической промышленности вблизи доменных и сталеплавильных печей показали наличие УЗД 95-108 дБ на частотах 8-31,5 Гц. В газо- и нефтедобывающей промышленности источниками ИЗ и НЧШ являются воздушные и поршневые компрессоры, вентиляционные установки, трубопроводы и т.д. На рабочих местах зарегистрированы УЗД от 92 до 123 дБ в октавных полосах 8-63 Гц. Максимальные УЗД в октавах 4-31,5 Гц при работе вентиляционных установок и систем кондиционирования воздуха составляют 98-100 дБ, при работе компрессорных установок — 92-123 дБ на частотах 8-16 Гц и дизельных агрегатов 111-123 дБ на частотах 8-63 Гц [2, 14].

Большое количество источников шума имеется в авиационной промышленности, особенно в подразделениях, обеспечивающих испытания отдельных агрегатов и узлов и двигателей. На рабочих местах УЗД на частотах 10-150 Гц составляют 90-132 дБ. Наиболее высокие уровни НЧШ отмечены на рабочих местах мотороиспытательных станций (УЗД 120-132 на частотах 50-150 Гц) [15, 16].

Основными источниками шума в горнодобывающей и строительной промышленности являются компрессоры, дизельные и вентиляционные установки, виброплощадки и др. На рабочих местах УЗД на частотах 10-45 Гц составляют 98-123 дБ. В спектре шумов виброплощадок с высокой грузоподъемностью УЗД в октавных полосах 2-16 Гц составляют около 100 дБ, кранов — 8-16 Гц (79-94 дБ), молотов и прессов — 8-31,5 Гц (108-114 дБ) [2].

Таблица 5 колеблющиеся во времени, прерывистый и импульсный.

Источники ИЗ и НЧШ в промышленности и на транспорте

Источники	Уровни звукового давления, дБ	Максимум энергетического спектра, Гц
Автотранспорт	93-120	4-31,5
Железнодорожный транспорт	92-127	8-50
Грузовые речные и морские суда	110-130	8-45
Суда на подводных крыльях и воздушной подушке	100-130	6-10
Турбореактивные самолеты	105-135	16-125
Поршневые самолеты	95-110	50-250
Вертолеты	100-120	8-45
Металлургическая промышленность	95-108	8-31,5
Газовая и нефтяная промышленность	92-123	8-63
Авиационная промышленность	90-132	10-150
Горнодобывающая и строительная промышленность	98-123	10-45

Обобщенные данные о техногенных источниках низкочастотного шума и инфразвука, об уровнях и частотах, на которых, как правило, отмечается превышение нормативов, представлены в табл. 5.

Средства измерения и гигиеническое нормирование

Акустические измерения, в основном, проводят для исследовательских целей, для гигиенической оценки соответствия требованиям санитарных норм, а также для прогнозной оценки риска развития заболеваний, связанных с акустическим воздействием.

Для гигиенической оценки нормируемые параметры и частотный диапазон шума определены ГОСТ 31296.1-2005 (Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности) и СН 2.2.4/2.1.8.562-96, а для ИЗ — СН 2.2.4/2.1.8.583-96.

В соответствии с нормативными документами в результате проведения акустических измерений необходимо произвести классификацию воздействующего шума: по характеру спектра шум подразделяют на широкополосный и тональный, а по временным — на постоянный и непостоянный. Непостоянные шумы подразделяются на

тные (по энергии) уровни звука $L_{A_{экр}}$, дБА и максимальные уровни звука $L_{A_{макс}}$, дБА.

Эквивалентный (по энергии) уровень звука ($L_{A_{экр}}$, дБА) непостоянного шума — это уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет то же самое среднеквадратичное звуковое давление, что и непостоянный шум в течение определенного интервала времени ($t_1...t_2$) и рассчитывается по формуле:

$$L_{A_{экр}} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right]$$

Другим параметром, часто используемым для целей гигиенического нормирования и оценки ущерба здоровью является доза шума — суммарная энергия накопленная за время экспозиции. Доза шума пропорциональна эквивалентному (по энергии) звуковому давлению зарегистрированному по шкале частотной коррекции “А” и времени действия, измеряется в Па²Час.

По характеру спектра ИЗ подразделяют на широкополосный и гармонический, по временным характеристикам — на постоянный и непостоян-

ный.

Постоянный ИЗ нормируют по УЗД в октавных полосах частот 2, 4, 8 и 16 Гц. Нормируемыми характеристиками непостоянного инфразвука являются эквивалентные по энергии уровни звукового давления $L_{экр}$ в дБ в октавных полосах частот и эквивалентный общий уровень звукового давления в дБ Лин. Для колеблющегося во времени и прерывистого инфразвука УЗД, измеренные по шкале «Лин», не должны превышать 120 дБ.

Эквивалентные по энергии УЗД ИЗ в стандартных октавных полосах частот ($L_{экр}$) и эквивалентный общий УЗД (в дБ Лин) определяют по формуле:

$$L_{экр} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right)$$

где T — период наблюдения, ч; t_i — продолжительность действия шума с уровнем L_i , ч; L_i — логарифмический уровень инфразвука в i -й промежуток времени, дБ; n — общее число промежутков действия ИЗ.

В настоящее время выпускаемая акустическая аппаратура, как правило, имеет возможность обеспечить измерения в области звуковых и инфразвуковых частот. Номенклатура выпускаемых изделий достаточно широка и разнообразна. С нашей точки зрения, лучшими свойствами обладает интегрирующий шумомер фирмы «Брюль и Кьер» типа 2250. Из импортных образцов, получивших распространение на отечественном рынке также можно рекомендовать шумомер «Svantek» польского производства. Из отечественной шумоизмерительной техники можно рекомендовать комплект оборудования 1-го класса точности «Экофизика» (ПКФ «Цифровые приборы») и «Ассистент» (НТМ-Защита). Все они имеют частотный диапазон от 1 Гц и выше и включены в «Государственный реестр средств из-

мерений допущенных к использованию в Российской Федерации».

Под гигиеническим нормативом понимают установленные исследованиями количественные и качественные значения показателей, характеризующих факторы окружающей среды с позиций их безопасного влияния на здоровье человека. При регламентации шума и ИЗ использован многоуровневый подход в зависимости характера деятельности человека. Санитарными правилами установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) на рабочих местах, допустимые уровни в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки. Определение ПДУ на рабочих местах должно производиться с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности.

В основу определения нормативных значений для шума положено недопущение развития необратимых нарушений со стороны органа слуха. При регламентации ИЗ используют подход общего воздействия фактора на человека с учетом реакции органа слуха. Это приводит к тому, что в настоящее время имеется существенные различия величин нормативных УЗД в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 16 Гц (85 дБ) в инфразвуковом диапазоне и 31,5 Гц (107 дБ) и 63 Гц (95 дБ) в низкочастотном звуковом диапазоне. Установлено, что НЧШ способен оказывать вредное влияние не только на орган слуха, но и на другие органы и системы человека, а его биологическое действие имеет определенное сходство с действием на организм человека ИЗ. Поэтому необходимо проведение исследований с целью уточнения характера частотной зависимости биологических эффектов на условной границе между инфразвуковым и звуковым диапазонами [4, 6].

Требуется анализ различия между отечественным нормативом ИЗ для

зоны жилой застройки с рекомендуемым европейскими исследователями (общий УЗД 90 и 114 дБ Лин соответственно) [6]. Объяснить это можно тем, что частотная коррекция G, введенная стандартом ISO 7196 для интегральной оценки ИЗ, учитывает, в основном, прямое (слышимое) восприятие ИЗ. Между тем характер частотной зависимости (коррекции), используемой в отечественных санитарных нормах, учитывает и не прямое действие ИЗ, поэтому существенно отличается от характеристики G. Наклон кривой, характеризующей уменьшение весомости частот при сдвиге от 16 Гц до 2 Гц, в СН 2.2.4/2.1.8.583-96 составляет 5 дБ на октаву, а в международном стандарте — 12 дБ на октаву. Еще более крутой наклон кривой частотного взвешивания в низкочастотной области предложен немецким стандартом — более 20 дБ на октаву.

Приведенные примеры показывают необходимость проведения дальнейших исследований по обоснованию значений взвешивающих коэффициентов, позволяющих прогнозировать равный биологический эффект при воздействии ИЗ и НЧШ.

Условия труда

Условия труда — это совокупность факторов трудового процесса (тяжесть и напряженность труда) и рабочей среды (физические, химические и биологические факторы), в которой осуществляется деятельность человека. Классификация условий труда основана на принципе градации отклонения параметров этих факторов от действующих гигиенических нормативов. В соответствии с Руководством 2.2.2006-05 выделяют 4 клас-

са условий труда: оптимальные, допустимые, вредные и опасные, градации которых применительно к шуму и ИЗ представлены в табл. 6.

При воздействии на работников постоянного ИЗ оценка условий труда проводится по результатам измерения уровней ИЗ по шкале шумометра «Лин» (в дБ Лин), при непостоянном ИЗ — эквивалентного (по энергии) общего УЗД (также в дБ Лин).

При оценке условий труда с учетом комбинированного действия факторов дается общая гигиеническая оценка, в которых учитываются эффекты суммации в зависимости от количества факторов и степени выраженности их вредности.

Считаем целесообразным дополнить это положение следующим: при наличии на рабочих местах одновременно шума и ИЗ условия труда должны оцениваться на одну ступень (градацию) выше. Правомерность такого подхода обусловлена тем, что эти два факторы способны оказывать вредное действие на одни и те же критические органы и системы, что приводит к суммации и потенцированию их неблагоприятных эффектов [13, 17, 18].

Медицинские аспекты

Долгое время существовало мнение, что ИЗ лежит за пределами слухового восприятия. Тем не менее, установлено, что он воспринимается не как чистые тоны, а как сочетание слуховых и тактильных ощущений, что проявляется чувством пульсации в области барабанной перепонки и сред-

Таблица 6

Классы условий труда в зависимости от уровня шума и общего уровня звукового давления инфразвука на рабочем месте

Название фактора, показатель, единица измерения	Классы условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до... дБ/раз (включительно)					
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	< ПДУ	5	15	25	35	> 35
Инфразвук, общий УЗД, дБ Лин	< ПДУ	5	10	15	20	> 20

него уха. Установлены пороги слышимости ИЗ: для 100 Гц они составляет около 40 дБ, а для 1 Гц — 140 дБ.

Длительное действие ИЗ и НЧШ приводит к увеличению порога слышимости преимущественно в диапазонах низких и средних частот. Учитывая, что максимум речевых частот находится в этих областях, такие нарушения являются прогностически неблагоприятными в социальном плане.

Анкетный опрос работников, длительно подвергающихся воздействию ИЗ и НЧШ на производстве и транспорте, выявил у большинства комплекс неприятных субъективных ощущений. Жалобы (в зависимости от генеза их происхождения) условно можно разделить на следующие группы:

- кохлеарные: чувство заложенности, давления, пульсации и боли в ушах, ухудшение слышимости;
- вестибулярные: головокружение, нарушение равновесия;
- механические: ощущение вибрации грудной и брюшной стенки, мягкого неба, внутренних органов, кашель, затруднение дыхания, нарушение зрения;
- психологические: тревога, необоснованное чувство страха, снижение настроения, апатия, проблемы с концентрацией внимания и памятью;
- нервно-вегетативные: усталость, общее недомогание, раздражительность, сонливость, нарушения сна, головная боль, головокружение, снижение аппетита, тахикардия, колебание артериального давления.

Наличие разнообразных по генезу жалоб указывает на участие многих органов и систем в формировании субъективного восприятия ИЗ и НЧШ [2-4].

Известно, что наличие вредных факторов, оказывая неблагоприятное

действие на организм работающих, приводит к увеличению уровня хронической и общей (производственно обусловленной и профессиональной) заболеваемости. Причем воздействие шума с низкочастотной и инфразвуковой составляющей сопровождается увеличением уровня как общей заболеваемости, так и болезней, характерных для действия шума и ИЗ. Это указывает на суммирование неблагоприятных эффектов при сочетании влияния шума и ИЗ на работающих. В структуре заболеваемости преобладают следующие классы болезней: органа слуха, органов дыхания, системы кровообращения, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, нервной системы, а ведущее место среди болезней занимают НСТ и артериальная гипертензия [20-21].

При воздействии ИЗ критически ми органами является уже не только орган слуха, но и вестибулярный анализатор, органы дыхания. Поэтому ИЗ вызывает физиологические изменения со стороны слухового и вестибулярного анализаторов, а в клинической картине отмечают патологию органа слуха в виде НСТ, вестибулярных нарушений и формирования патологии органов дыхания в виде хронического бронхита и эмфиземы легких. Оказывая опосредованное действие на центральную и сердечно-сосудистую систему, ИЗ способствует развитию астеновегетативных и сосудистых нарушений, в том числе, артериальной гипертензии.

Выявленные у специалистов болезни имеют выраженную связь с условиями труда на основании оценки профессионального риска, что позволяет отнести болезни органа слуха к профессиональным заболеваниям, а болезни органов дыхания, глаз, пищеварения, нервной системы, органов кровообращения и кожи — к профессионально обусловленным заболеваниям [17-21].

К настоящему времени в нашей стране сформировалось четкое понимание того, что воздействие вредных факторов может привести к развитию профессиональных заболеваний, в том числе это относится к шуму и ИЗ. Такая позиция нашла отражение в приказе Минздравсоцразвития РФ от 27.04.2012 г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний». В п. 2.4.1 раздела II этого документа указаны заболевания, связанные с воздействием производственного шума: шумовые эффекты внутреннего уха и НСТ тугоухость двусторонняя. Профессиональные заболевания, связанные с воздействием ИЗ указаны в п. 2.4.2 раздела II: НСТ двусторонняя, вестибулярный синдром, выраженные расстройства вегетативной нервной системы.

В РФ создана система медицинского обеспечения лиц, подвергающихся воздействию на рабочих местах воздействию вредных факторов. Основные ее положения регламентированы приказом Минздравсоцразвития РФ № 302н от 12.04.2011 г. Основой комплекса медицинских мероприятий являются проведение предварительных медицинских осмотров (обследований) при приеме на работу и периодических медицинских осмотров. Пунктом 3.7 раздела 3 Приложения № 1 вышеуказанного приказа предусмотрено прохождение лицами, подвергающимися воздействию шума и ИЗ на производстве, периодических медосмотров 1 раз в два года с обязательным участием врача отоларинголога и невролога, проведением лабораторных исследований слухового и вестибулярного анализаторов. Здесь же приведены дополнительные медицинские противопоказания для работы в подобных условиях. По показаниям проводят обследование и экспертизу связи заболевания с профессией в условиях специализированной уполномоченной медицинской организации.

Способы и средства защиты

При рассмотрении вопроса о выборе средств и способов защиты от ИЗ и НЧШ необходимо иметь в виду:

- специализированных средств защиты от ИЗ нет;
- в большинстве случаев в производственных условиях ИЗ сочетается с интенсивным шумом;
- большинство СИЗ, предназначенные для защиты органа слуха, имеют малую эффективность на частотах ниже 500 Гц (ослабление звука не превышает 15 дБ).

При выборе СИЗ следует руководствоваться следующим.

1. При наличии шума, в спектре которого преобладают средние и высокие частоты, а УЗД ИЗ и НЧШ ИЗ не превышают ПДУ, необходимо использовать противошумы (наушники, вкладыши и шлем), предназначенные для защиты органа слуха. При выборе СИЗ необходимо учитывать уровень шума:

- при уровне до 100 дБА — наушники или вкладыши;
- 100—110 дБА — комбинацию наушников с вкладышами;
- 110—125 дБА — противошумные шлемы, жилеты, костюмы.

2. При воздействии ИЗ с уровнями, превышающими ПДУ, и интенсивного шума необходимо обеспечить защиту не только органа слуха, но и других критических органов и систем организма (центральная и вегетативная нервная, сердечно-сосудистая системы, органы дыхания). Это можно достичь с помощью специальных средств защиты от шума. К последним нужно относить противошумный шлем, противошумный жилет и противошумный костюм [22-29].

Специальные средства защиты от шума — это новый класс технических средств индивидуальной защиты, предназначенных для защиты челове-

ка от экстракохлерного действия ИЗ и низких частот звукового диапазона. В настоящее время разработаны промышленные образцы наушников и экспериментальные образцы противошумных шлемов и противошумных жилетов, которые существенно снижают уровень акустической энергии в низкочастотном и инфразвуковом диапазонах [4, 30-34].

Важная роль в обеспечении защиты от ИЗ и НЧШ на рабочих местах принадлежит организационно-техническим мероприятиям по оптимизации условий профессиональной деятельности (применение коллективных средств защиты, снижение продолжительности пребывания в зоне шума, чередование периодов работы и отдыха и др.). Необходимо использовать чередование периодов работы, связанных с обслуживанием производственного оборудования («активный период акустической нагрузки»), с периодами, не связанными с обслуживанием источников шума («пассивный период акустической нагрузки»). В пассивный период акустической нагрузки важно создать комфортные акустические условия, в том числе, обеспечивающие проведение реабилитационно-восстановительных мероприятий [35-37].

Таким образом, использование средств защиты будет способствовать профилактике профессиональной патологии, снижению хронических заболеваний и уровня общей заболеваемости с временной утратой работоспособности, а значит и к уменьшению экономических потерь на производстве.

Порядок аттестации рабочих мест по условиям труда

Порядок аттестации рабочих мест по условиям труда при воздействии ИЗ и НЧШ должен проводиться в соответствии Федеральным законом «О специальной оценке условий труда» № 426-ФЗ от 28.12.2013 г.

Цель аттестации состоит в том, чтобы дать оценку соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда, которая включает:

- оценку соответствия условий труда гигиеническим нормативам;
- оценку травмоопасности рабочих мест;
- оценку обеспеченности работников специальной одеждой, специальной обувью и другими СИЗ;
- комплексную оценку состояния условий труда на рабочем месте.

В соответствии с приказом Минздравсоцразвития РФ от 01.06.2009 г. № 290н оценку обеспеченности работников СИЗ следует проводить после гигиенической оценки условий труда и травмоопасности рабочего места путем сопоставления фактически выданных средств с нормами бесплатной выдачи и проверкой соблюдения установленного порядка и правил обеспечения СИЗ (наличие личной карточки учета). Одновременно производится оценка соответствия выданных СИЗ фактическому состоянию условий труда на рабочем месте и проверка наличия сертификата соответствия при условии включения СИЗ в единые перечни продукции, подлежащей обязательной сертификации (Постановление Правительства РФ от 01.12.2009 г. № 982).

Для организации и проведения аттестации создается аттестационная комиссия. Аттестации подлежат все рабочие места, которая должна проводиться не реже одного раза в пять лет. Предусмотрено проведение внеплановой аттестации. Результаты работы аттестационной комиссии оформляют в виде отчета об аттестации.

Заключение

Проведенные исследования и анализ литературы показывают, что большинство видов транспорта и промышленных объектов являются источ-

никами высокоинтенсивного шума, в спектре которого преобладают частоты инфразвукового и низкочастотного диапазонов. Близкая физическая природа этих диапазонов способствует распространению таких шумов с малым затуханием и с хорошей проникающей способностью, поэтому большинство средств защиты от шума оказываются малоэффективными. Ряд их особенностей (соизмеримость с параметрами человека, дифракция и формирования упругих волн в теле человека) определяют схожий характер биологического действия.

Наличие высоких уровней шума на рабочих местах промышленных объектов и транспорте требует проведения акустических измерений и в инфразвуковом диапазоне. Современная акустическая аппаратура, как правило, имеет возможность выполнить измерения в области звуковых и инфразвуковых частот. При общей гигиенической оценке условий труда при сочетании этих двух факторов классов 3.1-3.4, на наш взгляд, условия труда следует квалифицировать на одну степень выше.

Процесс исследования инфразвуковых и низкочастотных акустических колебаний как производственного фактора к настоящему времени далек от завершения: они обладают широким спектром неблагоприятного действия на организм человека. При длительном воздействии они способствуют развитию профессиональных заболеваний. Одновременное действие ИЗ и НЧШ (именно такая ситуация является типичной для производственных условиях и транспортных средств) приводит к усугублению патологии, что требует более тщательного наблюдения за лицами, работающими в таких условиях.

Перспективным направлением защиты работников от ИЗ и НЧШ является совершенствование и создание новых образцов противошумных шле-

мов и противошумных жилетов, позволяющих обеспечить существенное снижение низкочастотного акустического воздействия на орган слуха и органы грудной и брюшной области.

Наличие достаточно большого количества источников ИЗ и НЧШ на транспорте и промышленных объектах, а также способность их к распространению на достаточно большие расстояния создают угрозу экологической безопасности, и, как следствие, социальную напряженность, особенно среди населения крупных городов. Для успешного решения этой проблемы необходима организация экологического контроля и мониторинга за этими производственными факторами.

Литература

1. Измеров Н.Ф. Человек и шум / Н.Ф.Измеров, Г.А.Суворов, Л.В.Прокопенко. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. 384 с.
2. Карпова Н.И. Низкочастотные акустические колебания на производстве / Н.И.Карпова, Э.Н.Малышев М.: Медицина, 1981. 192 с.
3. Инфразвук как фактор риска здоровью человека (гигиенические, медико-биологические и патогенетические механизмы) / Н.Ф.Измеров [и др.]. Воронеж, 1998. 275 с.
4. Зинкин В.Н. Инфразвук как вредный производственный фактор / В.Н.Зинкин, И.М.Ахметзянов, М.М.Орихан // Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 9. С.2-9.
5. Branco N. Clinical stages of vibroacoustic disease for health professional continuous research / N.Branco // Mat. 12th int. sym. Lisbon, 2005. P. 145-151.
6. Актуальные вопросы регламентирования акустического воздействия / В.И.-Свидовый [и др.] // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии. 2008. № 4. С.71-74.
7. Ахметзянов И.М. Шум и инфразвук. Гигиенические аспекты. / И.М.Ахметзянов, С.В.Гребеньков, О.П.Ломов. СПб.: Бип, 2002. 100 с.
8. Борьба с шумом на производстве:

- Справочник / Под общ. ред. Е.Я.Юдина. М.: Машиностроение. 1985. 400 с.
9. Gierke U. Effects of infrasound of man / U.Gierke // Colloq. inter. CNRS. Paris, 1974. P.415-435.
 10. Березовский В.А. Биофизические характеристики тканей человека / В.А.-Березовский, Н.Н.Колотилов. Киев: Наукова думка. 1990. 224 с.
 11. Особенности условий труда и заболеваемости инженерно-технического состава авиации / В.И.Свидовый [и др.] // Профилактическая и клиническая медицина. 2006. № 2. С.46-48.
 12. Гигиеническая оценка акустической обстановки на рабочих местах авиационных специалистов и водителей тяжелых грузовиков и способы их защиты от шума / С.П.Драган [и др.] // Здоровье населения и среды обитания. 2013. № 12 (249). С.29-30.
 13. Особенности сочетанного действия шума и инфразвука на организм / В.Н.Зинкин [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 9. С.2-10.
 14. Шум и инфразвук как вредные производственные факторы на предприятиях газовой промышленности / Н.Б.Пыстина [и др.] // Газовая промышленность. 2012. № 1. С.68-71.
 15. Гигиеническая оценка условий труда работников «шумовых» профессий авиаремонтных заводов / В.Н.Зинкин [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. 2008. № 4. С.40-42.
 16. Оценка акустической эффективности средств индивидуальной защиты от экстрааурального воздействия авиационного шума / С.П.Драган [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2013. Т. 47. № 5. С. 21-26.
 17. Анализ рисков здоровью, обусловленных сочетанным действием шума и инфразвука / В.Н.Зинкин [и др.] // Проблемы анализа риска. 2011. Т. 8, № 4. С.82-92.
 18. Риски здоровью, обусловленные кумулятивным действием авиационного шума, и мероприятия по борьбе с ним / В.Н.Зинкин [и др.] // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2011. №1. С.80-88.
 19. Солдатов С.К. Проблемы обеспечения акустической безопасности персонала авиационной промышленности / С.К.Солдатов, А.В.Богомолов, В.Н.Зинкин, С.П.Драган // Безопасность труда в промышленности. 2014. № 10. С. 58-60.
 20. Кумулятивные медико-биологические эффекты сочетанного действия шума и инфразвука / В.Н.Зинкин [и др.] // Экология и промышленность России. 2012. № 3. С.6-49.
 21. Зинкин В.Н. Обоснование использования специалистами средств индивидуальной защиты при воздействии авиационного шума / В.Н.Зинкин, С.К.Солдатов, А.В.Богомолов, А.П.Шведов // Информатика и системы управления. 2009. № 4. С. 139-141.
 22. Ведущие клинические критерии шумовой патологии / В.Н.Зинкин [и др.] / Российская оториноларингология. 2007. № 3. С.51-56.
 23. Зинкин В.Н. Актуальные вопросы обеспечения работоспособности и сохранения здоровья инженерно-технического состава авиатранспортных предприятий / В.Н.Зинкин // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2014. Т.1, № 2 (36). С.28-45.
 24. Солдатов С.К. Человек и авиационный шум / С.К.Солдатов, А.В.Богомолов, В.Н.Зинкин, Ю.А.Кукушкин // Безопасность жизнедеятельности. 2012. № 9 (Приложение). 24 с.
 25. Современные средства и методы защиты от шума / С.К.Солдатов [и др.] // Проблемы безопасности полетов. 2013. № 8. С.21-35.
 26. Средства и методы защиты от авиационного шума: состояние и перспективы развития / С.К.Солдатов [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2012. Т.45, № 5. С.3-11.
 27. Фундаментальные и прикладные аспекты профилактики неблагоприятного действия авиационного шума / И.М.-Жданько [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина.. 2014. № 4. С.5-16.
 28. Зинкин В.Н. Современные проблемы шума в авиации / В.Н.Зинкин, П.М.Шешегов // Проблемы безопасности полетов. 2014. № 6. С.3-25.
 29. Зинкин В.Н. Медико-биологическая оценка эффективности средств инди-

- видуальной защиты от шума / В.Н.Зинкин, И.М.Ахметзянов, С.К.Солдатов, А.В.Богомолов // Медицина труда и промышленная экология. 2011. № 4. С.33-34.
30. Зинкин В.Н. Технология исследования акустической эффективности средств защиты от низкочастотного шума и инфразвука / В.Н.Зинкин, А.В.Богомолов, Г.И.Еремин, С.П.Драган // Мир измерений. 2011. № 10. С.40-45.
 31. Акустическая эффективность средств защиты от шума / С.П.Драган [и др.] // Медицинская техника. 2013. № 3. С.34-36.
 32. Экологические аспекты безопасности жизнедеятельности населения, подвергающегося действию авиационного шума / В.Н.Зинкин [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. 2011. № 3. С.97-101.
 33. Медико-социальные аспекты экологической безопасности населения, подвергающегося кумулятивному действию авиационного шума / В.Н.Зинкин [и др.] // Экология промышленного производства. 2011. № 2. С.9-14.
 34. Авиационный шум как фактор эколого-социального неблагополучия / В.Н.Зинкин [и др.] // Проблемы безопасности полетов. 2010. № 10. С.3-13.
 35. Ушаков И.Б. Психофизиологические механизмы формирования и развития функциональных состояний / И.Б.Ушаков, А.В.Богомолов, Ю.А.Кукушкин // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2014. Т. 100. № 10. С. 1130-1137.
 36. Ушаков И.Б. Паттерны функциональных состояний оператора / И.Б.Ушаков, А.В.Богомолов, Ю.А.Кукушкин. М.: Наука, 2010. 390 с.
 37. Ушаков И.Б. Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля / И.Б.Ушаков, А.В.Богомолов, Л.А.Гридин, Ю.А.Кукушкин. М.: Медицина, 2004. 144 с.
- References**
1. Izmerov N.F. Chelovek i shum / N.F.Izmerov, G.A.Suvorov, L.V.Prokopenko. M.: GJeOTAR-MED, 2001. 384 s. (in Russian).
 2. Karpova N.I. Nizkochastotnye akusticheskie kolebanija na proizvodstve / N.I.Karpova, Je.N.Malyshev M.: Medicina, 1981. 192 s. (in Russian).
 3. Infrazvuk kak faktor riska zdorov'ju cheloveka (gigienicheskie, medikobiologicheskie i patogeneticheskie mehanizmy) / N.F.Izmerov [i dr.]. Voronezh, 1998. 275 s. (in Russian).
 4. Zinkin V.N. Infrazvuk kak vrednyj proizvodstvennyj faktor / V.N.Zinkin, I.M.Ahmetzjanov, M.M.Orihan // Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2013. № 9. S.2-9. (in Russian).
 5. Branco N. Clinical stages of vibroacoustic disease for health professional continuous research / N.Branco // Mat. 12th int. sym. Lisbon, 2005. P. 145-151. (in Russian).
 6. Aktual'nye voprosy reglamentirovanija akusticheskogo vozdejstviya / V.I.Svidovij [i dr.] // Vestnik Sankt-Peterburgskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii. 2008. № 4. S.71-74. (in Russian).
 7. Ahmetzjanov I.M. Shum i infrazvuk. Gigienicheskie aspekty. / I.M.Ahmetzjanov, S.V.Greben'kov, O.P.Lomov. SPb.: Bip, 2002. 100 s. (in Russian).
 8. Bor'ba s shumom na proizvodstve: Spravochnik / Pod obshh. red. E.Ja.Judina. M.: Mashinostroenie. 1985. 400 s. (in Russian).
 9. Gierke U. Effects of infrasound of man / U.Gierke // Colloq. inter. CNRS. Paris, 1974. P.415-435. (in Russian).
 10. Berezovskij V.A. Biofizicheskie harakteristiki tkanej cheloveka / V.A.Berezovskij, N.N.Kolotilov. Kiev: Naukova dumka. 1990. 224 s. (in Russian).
 11. Osobennosti uslovij truda i zabolevaemosti inzhenerno-tehnicheskogo sostava aviacii / V.I.Svidovij [i dr.] // Profilakticheskaja i klinicheskaja medicina. 2006. № 2. S.46-48. (in Russian).
 12. Gigienicheskaja ocenka akusticheskoy obstanovki na rabochih mestah aviacionnyh specialistov i voditelej tjazhelyh gruzovikov i sposoby ih zashhity ot shuma / S.P.Dragan [i dr.] // Zdorov'e naselenija i sredy obitanija. 2013. № 12 (249). S.29-30. (in Russian).

13. Osobennosti sochetannogo dejstvija shuma i infrazvuka na organizm / V.N.Zinkin [i dr.] // Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2011. № 9. S.2-10. (in Russian).
14. Shum i infrazvuk kak vrednye proizvodstvennye faktory na predpriyatijah gazovoj promyshlennosti / N.B.Pystina [i dr.] // Gazovaja promyshlennost'. 2012. № 1. S.68-71. (in Russian).
15. Gigienicheskaja ocenka uslovij truda rabotnikov «shumovyh» professij aviaremontnyh zavodov / V.N.Zinkin [i dr.] // Medicina truda i promyshlennaja jekologija. 2008. № 4. S.40-42. (in Russian).
16. Ocenka akusticheskoy jeffektivnosti sredstv individual'noj zashhity ot jekstraaural'nogo vozdejstvija aviacionnogo shuma / S.P.Dragan [i dr.] // Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina. 2013. T. 47. № 5. S. 21-26. (in Russian).
17. Analiz riskov zdorov'ju, obuslovlennyh sochetannym dejstviem shuma i infrazvuka / V.N.Zinkin [i dr.] // Problemy analiza riska. 2011. T. 8, № 4. S.82-92. (in Russian).
18. Riski zdorov'ju, obuslovlennye kumuljativnym dejstviem aviacionnogo shuma, i meroprijatija po bor'be s nim / V.N.Zinkin [i dr.] // Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. 2011. №1. S.80-88. (in Russian).
19. Soldatov S.K. Problemy obespechenija akusticheskoy bezopasnosti personala aviacionnoj promyshlennosti / S.K.Soldatov, A.V.Bogomolov, V.N.Zinkin, S.P.Dragan // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2014. № 10. S. 58-60. (in Russian).
20. Kumuljativnye mediko-biologicheskie jeffekty sochetannogo dejstvija shuma i infrazvuka / V.N.Zinkin [i dr.] // Jekologija i promyshlennost' Rossii. 2012. № 3. S.6-49. (in Russian).
21. Zinkin V.N. Obosnovanie ispol'zovanija specialistami sredstv individual'noj zashhity pri vozdejstvii aviacionnogo shuma / V.N.Zinkin, S.K.Soldatov, A.V.Bogomolov, A.P.Shvedov // Informatika i sistemy upravlenija. 2009. № 4. S. 139-141. (in Russian).
22. Vedushhie klinicheskie kriterii shumovoj patologii / V.N.Zinkin [i dr.] // Rossijskaja otorinolaringologija. 2007. № 3. S.51-56. (in Russian).
23. Zinkin V.N. Aktual'nye voprosy obespechenija rabotosposobnosti i sohraneniya zdorov'ja inzhenerno-tehnicheskogo sostava aviatransportnyh predpriyatij / V.N.Zinkin // Aktual'nye problemy transportnoj mediciny. 2014. T.1, № 2 (36). S.28-45. (in Russian).
24. Soldatov S.K. Chelovek i aviacionnyj shum / S.K.Soldatov, A.V.Bogomolov, V.N.Zinkin, Ju.A.Kukushkin // Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2012. № 9 (Prilozhenie). 24 s. (in Russian).
25. Sovremennye sredstva i metody zashhity ot shuma / S.K.Soldatov [i dr.] // Problemy bezopasnosti poletov. 2013. № 8. S.21-35. (in Russian).
26. Sredstva i metody zashhity ot aviacionnogo shuma: sostojanie i perspektivy razvitija / S.K.Soldatov [i dr.] // Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina. 2012. T.45, № 5. S.3-11. (in Russian).
27. Fundamental'nye i prikladnye aspekty profilaktiki neblagoprijatnogo dejstvija aviacionnogo shuma / I.M.Zhdan'ko [i dr.] // Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina.. 2014. № 4. S.5-16. (in Russian).
28. Zinkin V.N. Sovremennye problemy shuma v aviacii / V.N.Zinkin, P.M.Sheshegov // Problemy bezopasnosti poletov. 2014. № 6. S.3-25. (in Russian).
29. Zinkin V.N. Mediko-biologicheskaja ocenka jeffektivnosti sredstv individual'noj zashhity ot shuma / V.N.Zinkin, I.M.Ahmetzjanov, S.K.Soldatov, A.V.Bogomolov // Medicina truda i promyshlennaja jekologija. 2011. № 4. S.33-34. (in Russian).
30. Zinkin V.N. Tehnologija issledovanija akusticheskoy jeffektivnosti sredstv zashhity ot nizkochastotnogo shuma i infrazvuka / V.N.Zinkin, A.V.Bogomolov, G.I.Eremin, S.P.Dragan // Mir izmerenij. 2011. № 10. S.40-45. (in Russian).
31. Akusticheskaja jeffektivnost' sredstv zashhity ot shuma / S.P.Dragan [i dr.] // Medicinskaja tehnika. 2013. № 3. S.34-36. (in Russian).
32. Jekologicheskie aspekty bezopasnosti zhiznedejatel'nosti naselenija, podvergajushhegosja dejstvuju

- aviacionnogo shuma / V.N.Zinkin [i dr.] / Teoreticheskaja i prikladnaja jekologija. 2011. № 3. S.97-101. (in Russian).
33. Mediko-social'nye aspekty jekologicheskoy bezopasnosti naselenija, podvergajushhegosja kumuljativnomu dejstvu aviacionnogo shuma / V.N.Zinkin [i dr.] // Jekologija promyshlennogo proizvodstva. 2011. № 2. S.9-14. (in Russian).
34. Aviacionnyj shum kak faktor jekologosocial'nogo neblagopoluchija / V.N.Zinkin [i dr.] // Problemy bezopasnosti poletov. 2010. № 10. S.3-13. (in Russian).
35. Ushakov I.B. Psihofiziologicheskie mehanizmy formirovanija i razvitija funkcional'nyh sostojanij / I.B.Ushakov, A.V.Bogomolov, Ju.A.Kukushkin // Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sečenova. 2014. T. 100. № 10. S. 1130-1137. (in Russian).
36. Ushakov I.B. Patterny funkcional'nyh sostojanij operatora / I.B.Ushakov, A.V.Bogomolov, Ju.A.Kukushkin. M.: Nauka, 2010. 390 s. (in Russian).
37. Ushakov I.B. Metodologicheskie podhody k diagnostike i optimizacii funkcional'nogo sostojanija specialistov operatorskogo profilja / I.B.Ushakov, A.V.Bogomolov, L.A.Gridin, Ju.A.Kukushkin. M.: Medicina, 2004. 144 s. (in Russian).

Резюме

СУЧАСНІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ТА МОНІТОРИНГУ ІНФРАЗВУКУ ЯК ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ НА ТРАНСПОРТІ І ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Зінкін В.Н.

Показано особливості контролю та моніторингу інфразвуку як шкідливого виробничого фактора з урахуванням діючих нормативних документів;

сформульовані рекомендації з вибору засобів вимірювання, організації медичного контролю і способів захисту персоналу транспортних і промислових підприємств.

Ключові слова: *інфразвук, низькочастотний шум, умови праці, гігієнічний моніторинг, ризики здоров'ю, безпека життєдіяльності, засоби захисту від шуму*

Summary

MODERN ASPECTS OF CONTROL AND MONITORING INFRASOUND AS A HAZARDOUS FACTOR TRANSPORT AND INDUSTRIAL OBJECTS

Zinkin V.N.

The features of the control and monitoring of infrasound as occupational hazards, taking into account existing regulations; recommendations on the choice of means of measurement, control and organization of medical ways to protect personnel transport and industrial enterprises.

Keywords: *infrasound, low-frequency noise, working conditions, health monitoring, the risks to health, life safety, protection against noise*

Впервые поступила в редакцию 24.11.2014 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования