

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Омский государственный технический университет»
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

**«ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ ШУМА ПРИ
СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ТРУДА»**

Методические указания к лабораторным работам
(для всех форм обучения)

Омск – 2015

Составители: В.С. Сердюк, докт. техн.наук, профессор
В.К. Байдукова, ассистент
В.В. Утюганова, ассистент
Т.В. Колпакова, ассистент

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ ШУМА

Цель работы: овладение практическими навыками измерений уровней шума с последующей оценкой условий труда на рабочем месте по шумовому фактору.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Шум – это звук, оцениваемый негативно и наносящий вред здоровью.

В качестве звука человек воспринимает упругие колебания, распространяющиеся в среде, которая может быть твердой, жидкой или газообразной. В зависимости от источника генерирующего колебания, различают шумы механического, аэродинамического, гидродинамического и электромагнитного происхождения.

Механический шум

На ряде производств преобладает механический шум, основными источниками которого являются зубчатые передачи, механизмы ударного типа, цепные передачи, подшипники качения и т.п. Он вызывается силовыми воздействиями неуравновешенных вращающихся масс, ударами в сочленениях деталей, стуками в зазорах, движением материалов в трубопроводах и т.п. Спектр механического шума занимает широкую область частот. Определяющими факторами механического шума являются форма, размеры и тип конструкции, число оборотов, механические свойства материала, состояние поверхностей взаимодействующих тел и их смазывание. Машины ударного действия, к которым относится, например, кузнечно-прессовое оборудование, являются источником импульсного шума, причем его уровень на рабочих местах, как правило, превышает допустимый. На

машиностроительных предприятиях наибольший уровень шума создается при работе металло- и деревообрабатывающих станков.

Аэродинамические шумы

К аэродинамическим шумам относятся шумы, обусловленные периодическим выбросом газа в атмосферу, работой винтовых насосов и компрессоров, пневматических двигателей, двигателей внутреннего сгорания; шумы, возникающие из-за образования вихрей потока у твердых границ. Эти шумы наиболее характерны для вентиляторов, турбовоздуходувок, насосов, турбокомпрессоров, воздуховодов.

Гидродинамические шумы

К гидродинамическим шумам относятся кавитационный шум, возникающий в жидкостях из-за потери жидкостью прочности на разрыв при уменьшении давления ниже определенного предела и возникновения полостей и пузырьков, заполненных парами жидкости и растворенными в ней газами. Источниками гидродинамического шума являются гидравлические удары, турбулентность потока, кавитация и др.

Шумы электромагнитного происхождения

Шумы электромагнитного происхождения возникают в различных электротехнических изделиях (например, при работе электрических машин). Их причиной является взаимодействие ферромагнитных масс под влиянием переменных во времени и пространстве магнитных полей. Электрические машины создают шумы с различными уровнями звука от 20÷30 дБ (микромашин) до 100÷110 дБ (крупные быстроходные машины).

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Звуковое давление P , Па – это переменная составляющая давления воздуха или газа, возникающая в результате звуковых колебаний. Звуковые волны возбуждают колебания частиц воздушной среды, в результате чего изменяется атмосферное давление.

Частота звука f , Гц. Частота звука определяется числом колебаний звукового давления в секунду. По частоте звуковые колебания подразделяются на три диапазона: инфразвуковые с частотой колебаний менее 20 Гц, звуковые – от 20 до 20 000 Гц и ультразвуковые – более 20 000 Гц. Весь диапазон частот разбивают на октавные полосы. В каждой октавной полосе верхняя граничная частота $f_{\text{в}}$ вдвое больше нижней $f_{\text{н}}$, т. е. $f_{\text{в}} / f_{\text{н}} = 2$, а среднегеометрическая частота $f_{\text{сг}}$, которая и характеризует октавную полосу, рассчитывается как $f_{\text{сг}} = \sqrt{f_{\text{в}} \cdot f_{\text{н}}}$.

Среднегеометрические частоты $f_{\text{сг}}$ октавных полос слышимого звука стандартизованы и равны: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000; 8 000 Гц.

Интенсивность звука I , Вт/м². Интенсивность звука – это поток энергии, переносимый звуковой волной в единицу времени, отнесенный к единице площади поверхности, нормальной к направлению распространения волны.

Уровень интенсивности L_I , дБ. Уровень звукового давления L_P , дБ. Слуховые ощущения человека, возникающие при шуме, пропорциональны логарифму количества энергии этого шума.

Величина уровня интенсивности звука используется при акустических расчетах, а уровня звукового давления – при измерениях шума. При нормальных атмосферных условиях ($T = 293^0 \text{ K}$ и $P_{\text{сг}} = 1034 \text{ ГПа}$) $L_I = L_P$.

Область слышимых звуков ограничивается не только определенными частотами (20 – 20 000 Гц), но и определенными предельными значениями звуковых давлений и их уровней. На рисунке 1 эти предельные значения уровней звукового давления изображены двумя кривыми. Нижняя кривая

соответствует порогу слышимости. Верхняя кривая – порогу болевого ощущения ($L = 120 \div 130$ дБ). Звуки, превышающие по своему уровню этот порог, могут вызывать боли и повреждения в слуховом аппарате.

Область на частотной шкале, лежащая между этими кривыми, называется областью *слухового восприятия*.

Уровень звука L_A , дБА. Это величина, которая определяется по формуле:

$$L_A = 20 \lg \frac{P_A}{P_0}, \quad (1)$$

где P_A – звуковое давление, измеренное по шкале "А" шумомера. Характеристика "А" шумомера при помощи специального фильтра обеспечивает имитацию чувствительности уха человека во всем акустическом диапазоне частот (рис.1).

Эквивалентный по энергии уровень звука, $L_{Аэкв}$, дБА, непостоянного шума – это уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

Уровень звуковой мощности LW , дБ. Этот параметр применяют для шумовой характеристики машин. Октавные уровни звуковой мощности определяются опытным путем и указываются в паспорте на оборудование.

Допустимый уровень шума – это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, 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. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

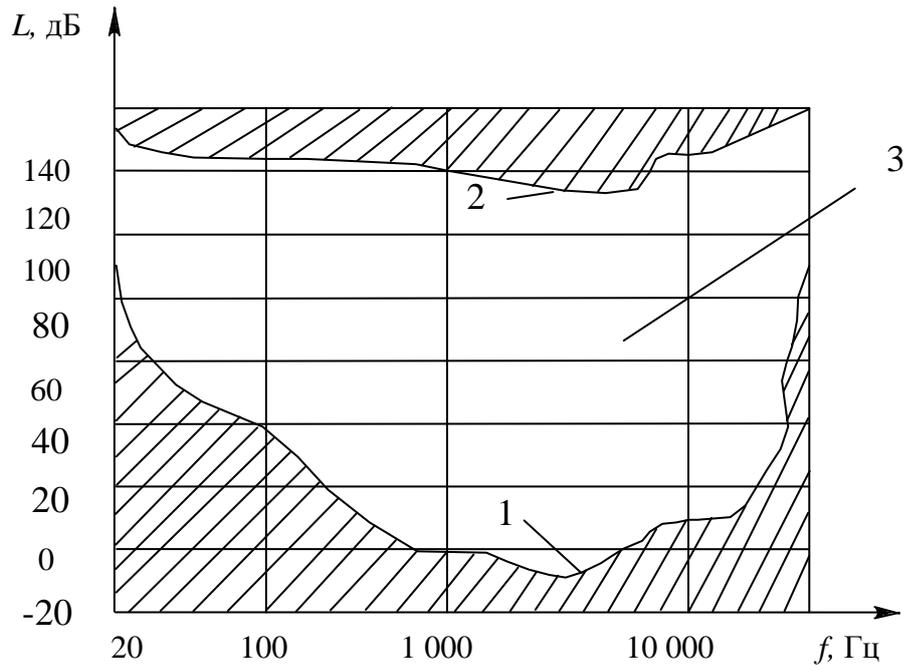


Рисунок 1 – Слуховое восприятие человека:
 1 – порог слышимости; 2 – порог болевого ощущения;
 3 – область слухового восприятия человека

Максимальный уровень звука, L_{max} , дБА – это уровень звука, соответствующий максимальному показателю измерительного, прямопоказывающего прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемое в течение 1 % времени измерения при регистрации автоматическим устройством.

КЛАССИФИКАЦИЯ ШУМОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЧЕЛОВЕКА

По характеру спектра шум делится:

– на *широкополосный шум*, с непрерывным спектром шириной более 1 октавы;

– на *тональный шум*, в спектре которого имеются выраженные тоны. Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением в 1/3 октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шум делится:

– на *постоянный шум*, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА;

– *непостоянный шум*, уровень которого за 8-часовой рабочий день, рабочую смену или во время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени более чем на 5 дБА.

Непостоянные шумы подразделяют:

– на *колеблющийся во времени шум*, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;

– *прерывистый шум*, уровень звука которого ступенчато изменяется на 5дБА и более, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;

– *импульсный шум*, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука в дБА и дБА отличаются не менее чем на 7 дБ.

НОРМАТИВНАЯ БАЗА

1. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 23.06.2014) «О специальной оценке условий труда»;
2. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению»;
3. СН 2.2.4/2.8.1.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
4. ГОСТ Р ИСО 9612-2013 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах».

НОРМИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000; 8 000 Гц.

Для ориентировочной оценки допускается использовать уровень звука L_A , дБА, измеренный на временной характеристике “медленно” шумомера.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{Aэкв}$, дБА, и максимальные уровни звука L_{Amax} , дБА.

Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука. Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие принятым санитарным нормам.

Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки, следует принимать в зависимости от вида деятельности и рабочего места при длительности шумового воздействия 480 мин (8 ч) по таблице 1.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

(в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9612-2013 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах»)

Измерения шума на рабочем месте выполняют с помощью интегрирующих-усредняющих шумомеров (который оператор устанавливает в определенных точках или удерживает в руках, перемещаясь вслед за работником) или персональных дозиметров шума (который находится у работника при измерении шума на его рабочем месте).

Таблица 1

Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест СН 2.2.4/2.8.1.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа. Рабочие места в	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах										
4. Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в п.п. 1-4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

При измерении с помощью интегрирующих-усредняющих шумомеров предпочтительным является проведение измерений в отсутствие обследуемого работника на рабочем месте. Микрофон располагают в точке, где должна находиться голова работника при обычном способе выполнения работ, в центральной плоскости головы на линии между глазами, так чтобы его измерительная ось совпадала с направлением взгляда работника. При этом следует учитывать, что работник при выполнении рабочих операций может принимать разные позы с разным расположением и ориентацией головы. Усредненная характеристика шумового воздействия на работника может быть получена перемещением точки измерения в пределах рабочего

места, например, при движении микрофона с постоянной скоростью по траектории в виде лежащей цифры восемь (знака бесконечности).

Если в отсутствие работника результаты измерения на рабочем месте нельзя считать представительными, то измерения проводят во время выполнения работником своих функций, размещая микрофон на расстоянии от 0,1 до 0,4 м от входного отверстия наружного слухового прохода со стороны уха, где шум максимален.

Если характер деятельности работника или особенности его рабочего места не позволяют соблюсти условие расположения микрофона в пределах 0,4 м от уха работника, то рекомендуется оценку шумового воздействия выполнять с помощью средства измерений, переносимого работником.

Если определить типичное положение головы работника во время его работы невозможно, то микрофон устанавливают следующим образом:

а) для стоящего работника - на высоте $(1,55 \pm 0,08)$ м над уровнем поверхности, на которой стоит работник;

б) для сидящего работника - в центральной плоскости сиденья на высоте $(0,80 \pm 0,05)$ м над его поверхностью при остановке сиденья посередине диапазонов перемещения по вертикали и горизонтали.

Если работник надевает головной телефон (например, секретари, телефонисты, летчики, авиадиспетчеры) или шлем (например, летчики или мотоциклисты), то измерение шума на их рабочих местах требует применения специальных методов. При источниках шума, расположенных близко к уху, измерения могут быть проведены непосредственно в ушном канале.

При измерении с помощью персонального дозиметра шума микрофон закрепляют на плече работника на высоте приблизительно 0,04 м над ним и на расстоянии не менее 0,1 м от входного отверстия наружного слухового прохода со стороны уха, где шум максимален. Микрофон и соединительный кабель фиксируют таким образом, чтобы движения работника и его одежда не искажали результаты измерений.

Выбранный способ крепления не должен мешать работнику выполнять его функции и не должен создавать для него дополнительных производственных рисков. Кроме того, он не должен способствовать появлению ложных источников шума.

Длительность каждого измерения должна быть достаточной для надежной оценки эквивалентного уровня звука при выполнении данной операции. Если продолжительность операции менее 5 мин, то длительность измерения выбирают равной продолжительности операции. Допускается уменьшить время измерения, если установлено, что значение измеряемой величины остается стабильным или вклад данной операции в результат измерения шума на рабочем месте незначителен (рис.2, операция 1).

Если изменения уровня шума при выполнении операции близки к периодическим, то каждое измерение должно включать в себя не менее трех периодов. Если при этом длительность измерения шума окажется менее 5 мин, то его следует увеличить до не менее 5 мин. При этом она должна быть кратна периоду изменения уровня шума(рис. 2, операция 2).

Если шум во время выполнения операции непостоянный, то длительность каждого измерения шума должна быть достаточна, чтобы получить результат измерения представительный для данной операции (рис. 2, операция 3).

Для каждой операции необходимо выполнить не менее трех измерений. Чтобы оценить возможные изменения в уровне шума, рекомендуется проводить измерения в различные фазы выполнения операции или для разных работников данной группы.

Если результаты трех измерений будут различаться на 3 дБ и более, то следует выполнить одно из следующих действий:

- а) выполнить еще не менее трех измерений для данной операции;
- б) разбить операцию на более мелкие части и повторить процедуру измерения увеличив длительность каждого измерения.

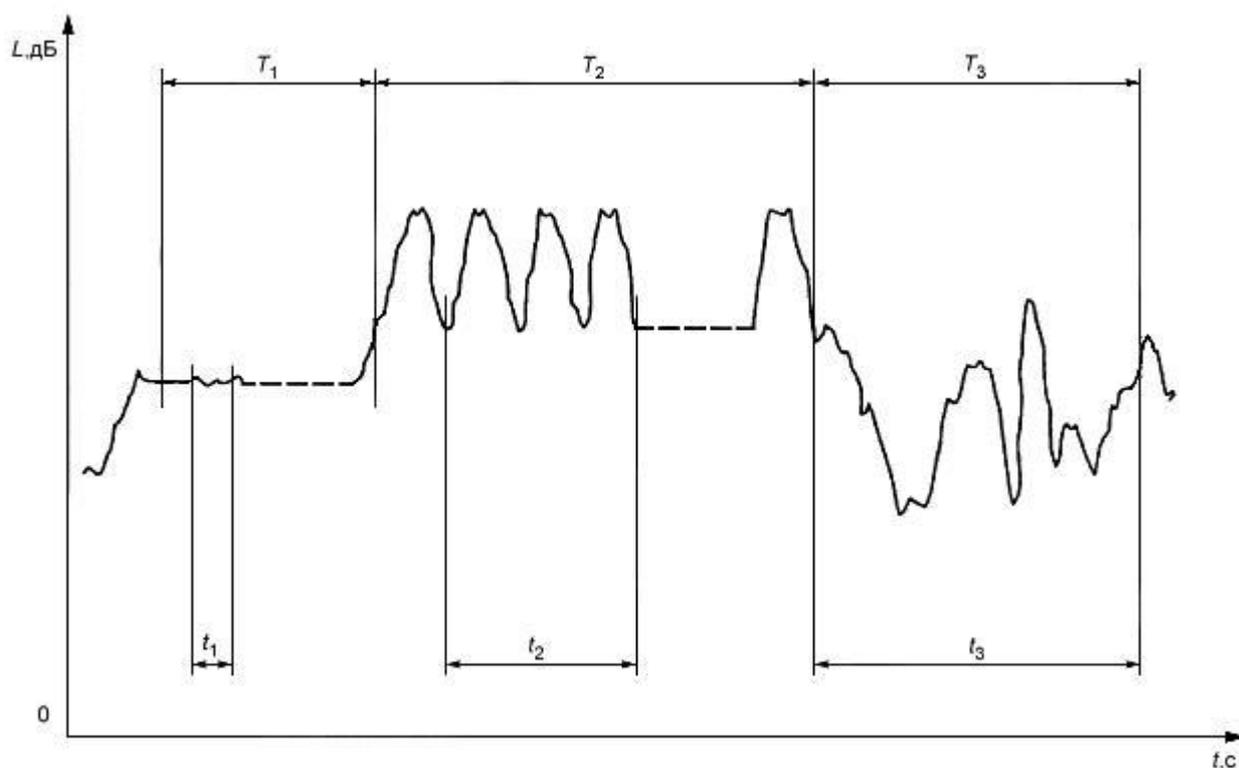


Рисунок 2 – Пример трех интервалов с разной шумовой обстановкой и периодами измерения шума для каждого из них:

L - уровень шума как функция времени; T_1 - продолжительность рабочей операции 1; T_2 - продолжительность рабочей операции 2; T_3 - продолжительность рабочей операции 3;

t - время; t_1 - длительность измерения шума операции 1 (почти постоянный шум); t_2 - длительность измерения шума операции 2 (почти периодический шум); t_3 - длительность измерения шума операции 3 (непостоянный шум).

ДЕЙСТВИЕ ШУМА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Шум оказывает на человека вредное воздействие. Это воздействие зависит от уровня и характера шума, его продолжительности и индивидуальных особенностей человека.

Уровень шума в 20–30 дБ практически безвреден для человека. Это естественный шумовой фон, без которого невозможна человеческая жизнь.

Шум уровня до 65 дБ вызывает раздражение, носящее лишь психологический характер. Особенно отрицательно это сказывается при умственной работе. Зачастую такой шум, производимый самим

человеком, не беспокоит его, в то время как посторонний вызывает раздражение.

При уровне шума 65–85 дБ возможно его физиологическое воздействие. Через волокна слуховых нервов раздражение шумом передается в центральную и вегетативную нервную системы, а через них воздействует на внутренние органы, приводя к изменениям в функциональном состоянии организма, влияет на психическое состояние человека. Так, при указанном уровне шума, пульс и давление крови повышаются, сосуды сужаются, что снижает снабжение организма кровью, и человек быстрее устает. Установлено, что при работах, требующих внимания, при увеличении уровня шума с 65 до 85 дБ имеет место снижение производительности труда на 30 %.

Помимо частоты и уровня громкости шума, на развитие тугоухости влияют возраст, слуховая чувствительность, продолжительность, характер действия шума, ряд других причин. Болезнь развивается постепенно, поэтому особенно важно заранее принять соответствующие меры защиты от шума. Под влиянием сильного шума, особенно высокочастотного, в органе слуха происходят необратимые изменения. При высоких уровнях шума понижение слуховой чувствительности наступает уже через 1–2 года работы, при средних уровнях она обнаруживается гораздо позднее, через 5–10 лет.

Последовательность, с которой происходит утрата слуха, сейчас хорошо изучена. Сначала интенсивный шум вызывает временную потерю слуха. В нормальных условиях через день или два слух восстанавливается. Но если воздействие шума продолжается месяцами или, как это имеет место в промышленности, годами, восстановление не происходит, и временный сдвиг порога слышимости превращается в постоянный.

Шум мешает нормальному отдыху и восстановлению сил, нарушает сон. Систематическое недосыпание и бессонница ведут к тяжелым нервным расстройствам.

Шум оказывает вредное влияние на зрительный и вестибулярный анализаторы, снижает устойчивость ясного видения и рефлекторной деятельности. Шум способствует увеличению числа всевозможных заболеваний еще и потому, что он угнетающе действует на психику, способствует значительному расходованию нервной энергии, вызывает душевное недовольство и протест.

Транспортный или производственный шум действует угнетающе на человека – утомляет, раздражает, мешает сосредоточиться. Как только такой шум смолкает, человек испытывает чувство облегчения и покоя.

Воздействие шума уровнем 85 дБ и выше приводит к нарушениям органов слуха. Риск потери слуха у работающих при шуме 85 дБ составляет 3 %, при 90 дБ – 10 %, при 100 дБ – 29 %. Кроме того, усиливается влияние шума на систему кровообращения, ухудшается деятельность желудка и кишечника, появляется ощущение тошноты, головная боль и шум в ушах.

У работающих в шумных цехах через 10–12 лет развивается гипертония, а у работающих при импульсном шуме признаки гипертонии появляются уже через 2–3 года.

Шум уровня 120 дБ и выше оказывает механическое действие на весь организм. Звук, проникая через кожу, вызывает механические колебания тканей, в результате чего происходит разрушение нервных клеток, разрывы мелких кровеносных сосудов, лопаются барабанные перепонки.

Звук в 130 дБ уже вызывает у человека болевое ощущение, а в 150 дБ становится для него непереносимым. Звук в 180 дБ вызывает усталость металла, а при 190 дБ происходит разрушение клепанных соединений.

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ШУМОМ

Для снижения шума используют следующие методы: снижение шума в источнике; изменение направленности излучения; рациональная

планировка предприятий и цехов; уменьшение шума на пути его распространения; акустическая обработка помещений; применение средств индивидуальной защиты.

Снижение шума в источнике возникновения

Это наиболее эффективный метод борьбы с шумом.

Для снижения механического шума применяют следующие мероприятия: замена ударных механизмов и процессов безударными, например, замена штамповки прессованием, клепки – сваркой, обрубки – резкой; применение малошумных соединений, например, замена подшипников качения на подшипники скольжения, замена зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчатоременными передачами, применение косозубых, шевронных, гипоидных и других специальных зацеплений; повышение точности изготовления и сборки сопрягаемых деталей; применение балансировки узлов, применение принудительной смазки и т.д. Важное значение имеет периодическое техническое обслуживание, при котором обеспечивается надежность креплений и регулировка сочленений.

Снижение аэродинамического шума можно добиться уменьшением скорости газового потока, улучшением аэродинамики конструкции, звукоизоляции и установкой глушителей.

Электромагнитные шумы снижают конструктивными изменениями в электрических машинах.

Изменение направленности излучения шума

При монтаже установок с направленным излучением шума необходима соответствующая ориентация этих установок по отношению к рабочим местам.

Рациональная планировка предприятий и цехов

При планировке предприятия (цеха) наиболее шумные цехи

(оборудование) должны быть сконцентрированы в одном – двух местах, расположенных как можно дальше от тихих помещений (заводоуправление, КБ, технологическое бюро). Если предприятие расположено в черте города, то шумные цехи должны находиться в глубине предприятия, по возможности дальше от жилых домов.

Уменьшение шума на пути его распространения

Широкое применение получили методы снижения шума на пути его распространения посредством установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кожухов, кабин, экранов и т.п. Физическая сущность звукоизолирующих преград состоит в том, что большая часть падающей на ограждение энергии отражается от специально выполненных массивных ограждений из плотных материалов (металла, дерева, пластмасс, бетона и др.) и лишь незначительная часть проникает через ограждение.

Акустическая обработка помещений

Под акустической обработкой помещения понимают облицовку внутренних поверхностей помещения звукопоглощающим материалом и размещение штучных поглотителей. Цель акустической обработки: снижение отраженного шума. Процесс поглощения звука происходит за счет перехода энергии колеблющихся частиц воздуха в теплоту вследствие потерь на трение в порах материала.

Глушители шума

При распространении шума по трубопроводам, воздуховодам, каналам, через технологические отверстия в звукоизолирующих конструкциях широко применяют глушители.

Глушители шума должны преграждать путь шуму, не препятствуя в то же время перемещению рабочей среды. Это требование во многом определяет выбор возможной конструкции глушителя.

Глушители бывают абсорбционными, реактивными и комбинированными. Абсорбционные глушители содержат звукопоглощающий материал, переводящий звуковую энергию в тепло. Реактивные глушители отражают звуковую энергию обратно к источнику.

Средства индивидуальной защиты

На рабочих местах, где не удастся добиться снижения шума до допустимых уровней техническими средствами, следует применять средства индивидуальной защиты от шума (СИЗ). Эффективность СИЗ особенно велика в области высоких частот, наиболее вредных и неприятных для человека. Средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши, наушники и шлемофоны. Эффективность СИЗ зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения.

В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Для предохранения от воздействия шума с общим уровнем 120 дБ и выше рекомендуется применять шлемофоны, которые облегают голову и применяются для защиты человека от особо интенсивного шума, когда он воспринимается не только органами слуха, но и проникает в организм вследствие костной проводимости через кости черепа. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и всей нервной системы от действия раздражителя.

Защита временем

Одним из наиболее эффективных способов снижения шумовой экспозиции является введение перерывов, т.е. рационализация режимов труда и отдыха в условиях воздействия интенсивного шума. Длительность дополнительных регламентированных перерывов устанавливается с учетом уровня шума, его спектра и средств индивидуальной защиты.

ПОРЯДОК РАСЧЕТА ЭКВИВАЛЕНТНОГО УРОВНЯ ЗВУКА

Метод расчета эквивалентного уровня звука основан на использовании поправок на время действия каждого уровня звука. Он применим в тех случаях, когда имеются данные об уровнях и продолжительности воздействия шума на рабочем месте, в рабочей зоне или различных помещениях.

Расчет производится следующим образом. К каждому измеренному уровню звука добавляется (с учетом знака) поправка по таблице 2, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия). Затем полученные уровни звука суммируются.

Таблица 2

Поправка к уровню звука в соответствии со временем воздействия

Время	В часах	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 мин	5 мин
	в %	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка в дБ		0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20

Суммирование измеренных уровней $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ производят попарно последовательно следующим образом. По разности двух уровней L_1 и L_2 (при условии, что $L_1 > L_2$) по таблице 3 определяют добавку ΔL , которую прибавляют к большему уровню L_1 , в результате чего получают уровень $L_{1,2} = L_1 + \Delta L$. Уровень $L_{1,2}$ суммируется таким же образом с уровнем L_3 и получают уровень $L_{1,2,3}$ и т.д. Окончательный результат $L_{\text{сум}}$ округляют до целого числа децибел.

Таблица 3

Добавка к суммарному уровню шума

Разность слагаемых уровней, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка ΔL , прибавляемая к большему из уровней, дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

Пример расчёта эквивалентного уровня звука

Уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли $L_1 = 80$, $L_2 = 86$ и $L_3 = 94$ дБА в течение 5, 2 и 1 часа соответственно. Этим значениям времени соответствуют поправки по таблице 2, равные -2 , -6 , -9 дБ. Складывая их с уровнями шума, получаем $L_1 = 78$, $L_2 = 80$, $L_3 = 85$ дБА. Теперь, используя таблицу 3, определим эквивалентный уровень звука. Разность $L_2 - L_1 = 80 - 78 = 2$, соответственно добавка, прибавляемая к большему из уровней, равна 2,2. Из этого следует, что $L_{1,2} = L_2 + \Delta L = 80 + 2,2 = 82,2$ дБА. Далее, определяя разность $L_3 - L_{1,2}$, получим 2,8, поэтому добавка $\Delta L = 1,9$. Соответственно $L_{1,2,3} = 86,9$ дБА. Округляя, получаем окончательное значение эквивалентного уровня шума 87 дБА. Таким образом, воздействие этих уровней звука равносильно действию шума с постоянным уровнем 87 дБА в течение 8 часов. Графически ход расчета представлен на рисунке 3.

Пример определения класса условий труда при воздействии производственного шума

Градация условий труда при воздействии шума на работающих, в зависимости от величины превышения действующих нормативов, представлена в таблице 4.

При соответствии фактического эквивалентного уровня звука ПДУ условия труда относят к допустимому классу, и подтверждается безопасность продолжения работы в тех же условиях. Если фактический эквивалентный уровень звука превышает установленные нормируемые значения, тогда величина превышения в дБА будет указывать на класс вредности условий труда по этому фактору.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка состоит из испытательной камеры, шумомера и источника шума.

Испытательная камера имитирует производственное помещение (лабораторию) с шумным оборудованием и выполнена в виде полой камеры с открывающимися дверцами.

Таблица 4

Отнесение условий труда к классам (подклассам) условий труда при воздействии акустических факторов

Наименование показателя, единица измерения	Класс (подкласс) условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	≤ 80	>80-85	>85-95	>95-105	>105-115	>115

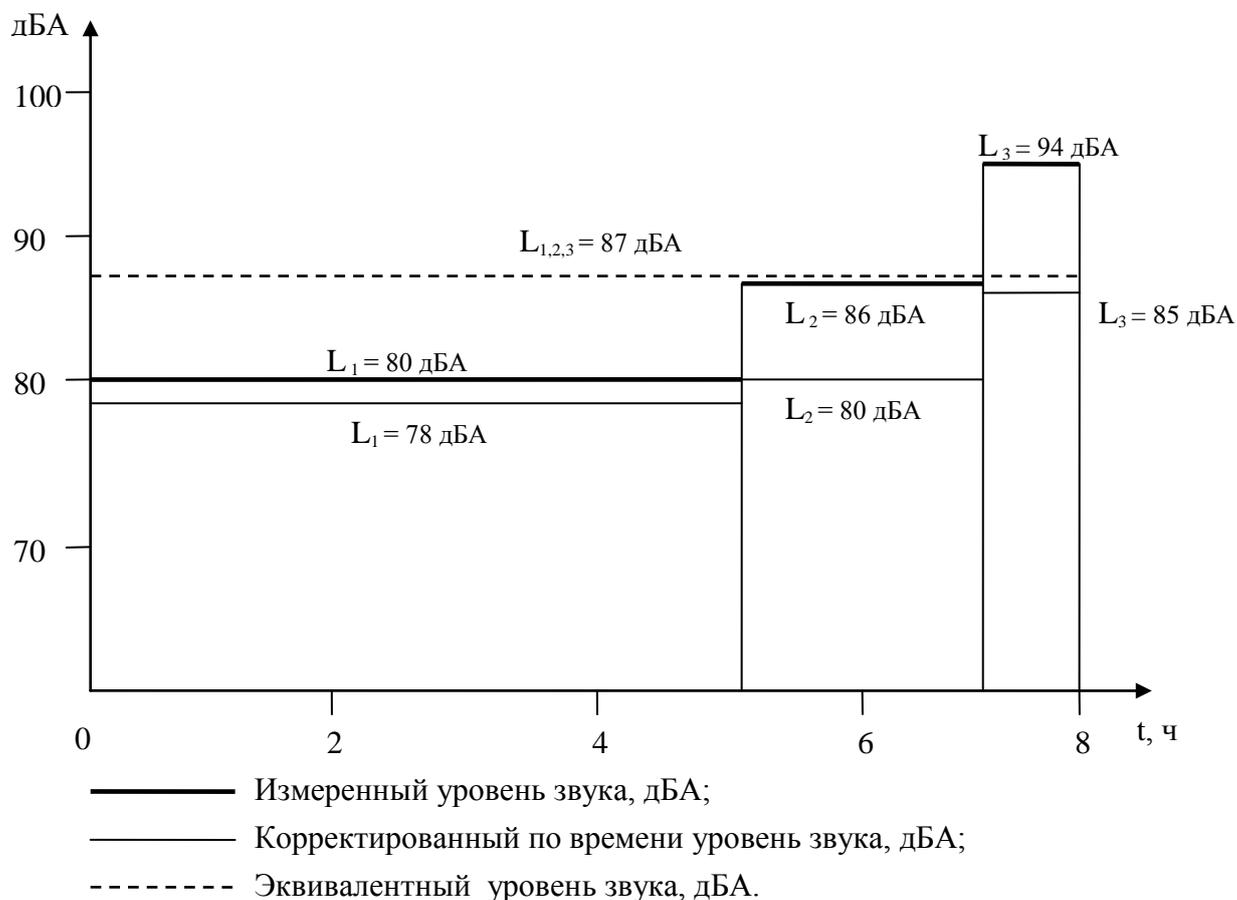


Рисунок 3 – Гистограмма сложения уровней звука от различных источников

Внутри камеры расположен источник шума и элементы крепления звукопоглощающих облицовок. В качестве источников шума используют низкочастотный генератор, звукоизлучатель динамического типа ЗДГ. Для измерения шума в боковой части камеры выполнено отверстие для установки микрофона шумомера.

Быстросъемный звукоизолирующий кожух, позволяющий изолировать источники шума от микрофона, выполнен из фанеры толщиной $h = 6$ мм, облицован внутри поролоном толщиной 15 мм.

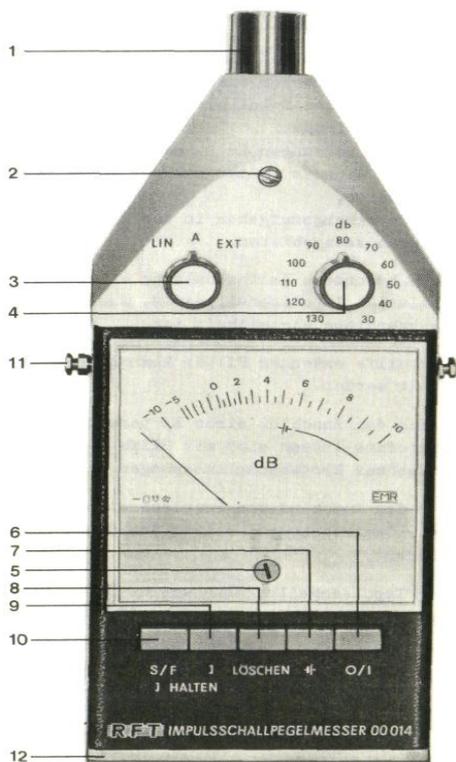
ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМА

Измерение шума осуществляется при помощи шумомеров. Принцип работы шумомера состоит в том, что звуковые колебания, воспринимаемые пьезокерамическим микрофоном, преобразуются в электронном блоке прибора и поступают на стрелочную шкалу, проградуированную в децибелах. Измерение спектров шума осуществляется при помощи встроенных или подключаемых к прибору измерительных октавных фильтров.

Хорошо зарекомендовали себя зарубежные приборы фирмы RFT 00014, RFT 00024. Диапазон измерений по уровню звукового давления при оценке по «шкале А» 30 – 140 дБА, полочастотному диапазону 31,5 - 800 Гц. (Рис. 4).

Порядок проведения измерений уровня звука прибором RFT 00014

Для измерения уровня звука прибором RFT 00014 (рис.4), необходимо установить на панели прибора следующие положения переключателей (табл. 5). Установив переключатели в соответствующие положения, включить прибор нажатием кнопки «О/І». Контроль напряжения батареи осуществляется следующим способом. При включенном приборе и нажатой кнопке контроля напряжения батареи (кнопка 7) стрелка прибора должна находиться внутри обозначенного “ \oplus ” черного поля. Если стрелка не доходит до этого поля, батарейки нужно сменить. После чего можно производить измерения.



- 1 – микрофон;
- 2 – винт крепительный;
- 3 – переключатель BEWERTUNG (оценка);
- 4 – переключатель BEREICH (диапазон);
- 5 – регулятор изоточки;
- 6 – кнопка EIN/AUS (вкл./выкл.);
- 7 – кнопка контроля напряжения батареи;
- 8 – кнопка гашения;
- 9 – кнопка оценки по времени IMPULS (импульс);
- 10 – кнопка оценки по времени SLOW/FAST (медленно/быстро);
- 11 – детали закрепления ремня для ношения;
- 12 – крышка блока питания

Рисунок 4 – Импульсный шумомер RFT-00014

Включить источник шума и добиться, чтобы стрелка прибора установилась в сектор шкалы 0–10 дБ, для этого нужно изменять положение переключателя BEREICH.

Таблица 5

Положения переключателей

Переключатели	RFT 00014 (RFT 00024)
BEREICH (диапазон)	130
BEWERTUNG (оценка)	A
S/F (медленно/быстро)	Вкл. (нажата)

Переключатель BEREICH необходимо поворачивать направо на столько, чтобы получилось хорошо отсчитываемое указание стрелки прибора. В случае, когда стрелка прибора отклонена за максимальную величину шкалы измерения, необходимо повернуть переключатель BEREICH налево на значение большего порядка.

Измеренный уровень шума получается как сумма цифрового значения включенного измерительного диапазона и указания в дБ на шкале прибора. Например, если стрелка отклонилась на хорошо отчитываемое значение в диапазоне 80 дБ, а её среднее указание составляет 6 дБ, тогда результат измерения составит 86 дБА.

Шумомер-анализатор спектра «ОКТАВА-110А»

Для измерения уровней звука применяется цифровой прибор шумомер-анализатор спектра «ОКТАВА-110А» (используемый так же как виброметр портативный). Диапазон измерений прибора в режиме «ЗВУК» с микрофоном соответствует 22-139 дБА в октавных полосах частот 31,5 – 16000 Гц и в 1/3-октавных полосах частот 25-20000 Гц (рис.5).



Рисунок 5 – Шумомер-анализатор спектра, виброметр портативный «ОКТАВА-110А»

Порядок проведения измерений уровня звука прибором «ОКТАВА-110А»

Включение прибора осуществляется удержанием клавиши ВКЛ/ВЫКЛ в течение примерно 1 с. После включения на несколько секунд на индикаторе появится надпись «SELF TESTING».

Нажав клавишу МЕНЮ, перейдите в окно «ВЫБОР ПРИБОРА». Клавишами ↑↓ выберите режим измерения «ЗВУК», затем нажмите МЕНЮ и перейдите в окно «Настройка». После включения прибора необходимо выждать примерно 90 с, прежде чем запускать измерения.

Убедитесь, что в 6-й опции установлено правильное напряжение поляризации микрофона (200В, пол. ВКЛ.).

Для выхода из меню «НАСТРОЙКА» нажмите клавишу МЕНЮ.

Прибор измеряет одновременно большое количество параметров звука. Поскольку их невозможно отобразить на экране одновременно, предусмотрена процедура последовательного перебора соответствующих величин.

Клавиши ↑↓ позволяют последовательно выделять необходимые параметры в этом окне, которые можно затем «перелистать» клавишами ↔.

Во второй строке находится временная характеристика детектора усреднения (SLOW- «медленно», S-MIN, S-MAX, FAST – «быстро», F-MIN, F-MAX, I – «импульс», I-MAX, Leq – эквивалентный). Нажимайте клавишу ↑ до тех пор, пока не выделится название характеристики. Теперь переключите характеристику клавишей →.

Примечание: Индикация значений, соответствующим параметрам S-MIN, S-MAX, F-MIN и F-MAX в режиме ЗВУК, появляется на экране примерно через 6-7с после запуска измерения.

Чуть ниже крупными цифрами на экране выводится числовое значение скорректированного уровня звука.

Запуск измерения производится клавишей СТАРТ/СТОП. О том, что

измерения производятся, пользователь видит по измерению длительности измерений в нижней строке. Повторное нажатие клавиши СТОП/СТАРТ останавливает процесс измерений без сброса данных и длительности измерений. Она может быть нажата как с состояния СТАРТ, так и в состоянии СТОП.

При измерениях микрофон должен быть направлен на источник звука, шумомер располагается между источником звука и оператором на расстоянии не менее 50 см от оператора (на штативе или в вытянутой руке).

Чтобы выключить прибор, необходимо перейти в меню «ВЫБОР ПРИБОРА», удерживая клавишу ВЫКЛ в течении 1 с, далее повторно нажать клавишу ВЫКЛ.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с общими сведениями о шуме, изучить принципы нормирования и методы снижения шума.

2. Ознакомиться с принципом работы и порядком эксплуатации шумомера RFT 00014/ОКТАВА-110А.

3. Подготовить к измерениям шумомер (табл. 5).

4. Получить у преподавателя сведения об источниках шума и продолжительности их воздействия.

5. В испытательной камере провести измерения уровней звука в дБА без звукоизолирующего кожуха.

Для этого необходимо:

- снять металлический звукоизолирующий кожух, отвинтив гайку;
- включить (по заданию преподавателя) источник шума № 1 и измерить уровень звука L_1 , дБА;
- повторить измерения для определения уровней звука L_2 , L_3 , L_4 оставшихся трех источников излучения шума соответственно № 2, № 3, № 4;

- результаты измерений занести в таблицу 6 в строку 1.

6. Установить в испытательную камеру звукоизолирующий кожух и закрепить его гайкой. Произвести измерения уровней звука в дБА со звукоизолирующим кожухом для источников № 1, 2, 3, 4. Результаты занести в таблицу 6 в строку 2.

7. Установить в испытательную камеру звукоотражающую перегородку, выполненную из фанеры. Произвести измерения уровней звука в дБА со звукоотражающей перегородкой для источников № 1, 2, 3, 4. Результаты занести в таблицу 6 в строку 3.

8. Установить в испытательную камеру звукоотражающую перегородку, выполненную из фанеры покрытой звукопоглощающим материалом (поролоном). Произвести измерения уровней звука в дБА для источников № 1, 2, 3, 4. Результаты занести в таблицу 6 в строку 4.

9. Рассчитать эквивалентный уровень звука для каждого из условий измерения, результаты вычислений занести в таблицу 6 и привести в виде гистограммы (рис. 3).

10. Полученные расчетные величины эквивалентных уровней звука сравнить с предельно-допустимыми уровнями звука (табл. 1) и определить величину отклонения. Данные занести в таблицу. Если эквивалентный уровень звука не превышает предельно-допустимый, то в графе «Величина превышения уровня звука» следует поставить прочерк.

11. Определить класс условий труда на данном рабочем месте (по табл. 4).

12. Сделать выводы по работе. Если обнаружено превышение эквивалентного уровня звука, то необходимо обосновать причины превышения и предложить рекомендации по уменьшению эквивалентного уровня шума.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Результаты измерений (протокол измерения шума) и расчеты

эквивалентного уровня звука.

3. Результаты расчета эквивалентного уровня звука представить в виде гистограмм для каждого из измеренных случаев.

4. Определить класс условий труда на данном рабочем месте (по табл. 4).

5. Сделать выводы о допустимости уровня шума на рабочем месте, об эффективности различных способов защиты от шума.

Таблица 6

Протокол измерения шума

№ строки		Количество источников излучения шума				Эквивалентный уровень звука, дБА	Предельно допустимый уровень звука, дБА	Величина превышения уровня звука, дБА
		1	2	3	4			
		Уровень звука, дБА	Уровень звука, дБА	Уровень звука, дБА	Уровень звука, дБА			
1	Без звукоизолирующего кожуха							
2	Со звукоизолирующим кожухом							
3	Со звукоотражающей перегородкой и кожухом							
4	Со звукоотражающей перегородкой покрытой звукопоглощающим материалом и кожухом							
5	Время воздействия, ч							

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется шумом? Какие бывают источники шума?
2. Назовите основные физические характеристики шума?
3. Зачем введены понятия уровня параметра (интенсивности, давления)?
4. Предельно допустимый уровень шума. Допустимый уровень шума.

Максимальный уровень звука.

5. Классификация шумов, воздействующих на человека.
6. Нормируемые параметры шума.
7. Какое действие оказывает шум на организм человека?
8. Назовите основные методы борьбы с шумом.
9. Область применения СИЗ от шума.
10. Расчет эквивалентного уровня звука.
11. Принцип работы шумомера.
12. Методы измерения шума на рабочих местах.