

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

Учебное издание

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ФАКТОРУ «ШУМ»

Методические указания

Составители: Фарид Мигдэтович Шакиров
Владимир Васильевич Морозов

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ФАКТОРУ «ШУМ»

Методические указания
к лабораторной работе

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)
443086, Самара, Московское шоссе, 34

Самара 2012

ЛИТЕРАТУРА

УДК 628.517.2

Составители: Ф.М. Шакиров, В.В. Морозов

Оценка условий труда по фактору «шум»: Метод. указания к лабораторной работе / Сост. Ф.М. Шакиров, В.В. Морозов. Самарск. гос. аэрокосм. ун-т; Самара, 2012. – 28 с.

Рассматриваются сведения о шуме, его характеристиках, действии на человека; вопросы нормирования шума, оценки условий труда по фактору «шум», а также методы борьбы с шумом и профилактики его негативного воздействия на человека. Приводится описание лабораторной установки, порядок выполнения работы и оформления ее результатов.

Лабораторная работа предназначена для студентов всех факультетов университета, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени С.П. Королева.

Рецензент: Фалалеев С.В.

1. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: [учеб. для вузов / С.В. Белов В.А. Девисилов, А.В. Ильницкая и др.]; под общ.ред. С.В. Белова. Изд. 7-е, стер. – М.: Высшая школа, 2007. – 616 с.
2. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебник / М.В. Графкина, В.А. Михайлов, Б.Н. Нюнин. – М.: Проспект: Велби, 2008. – 603 с.
3. Морозов В.В., Несоломенов Г.Ф. Основы безопасности жизнедеятельности: Учебное пособие. – Самара: СГАУ, 2002. – 131 с.

VII. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под термином «шум»?
2. Что такое «звуковое поле»?
3. Что такое «звуковое давление»?
4. Что такое «звуковая мощность источника»?
5. Что такое «интенсивность звука в данной точке»?
6. Как определяются «уровни интенсивности звука» и «уровни звукового давления» (L_i и L_p)?
7. Какова связь между L_i и L_p ?
8. Как определяется суммарный шум от нескольких источников?
9. Как подразделяют шумы по характеру спектра?
10. Как подразделяют шумы по временным характеристикам?
11. Что такое полосы; их разновидности?
12. Что такое уровень звука (L_a) в дБА; для чего он применяется?
13. Что такое эквивалентные уровни звука ($L_{a \text{ экв}}$); для чего они используются?
14. Что такое максимальные уровни звука ($L_{a \text{ max}}$); для чего они используются?
15. В чем проявляется действие шума на человека; от чего это зависит?
16. Каковы принципы нормирования шума; что такое предельный спектр?
17. Что такое предельно допустимый уровень шума?
18. Какие параметры нормируются для постоянного шума?
19. Какие параметры нормируются для непостоянного шума?
20. Какие существуют в настоящее время методы борьбы с шумом?
21. Как осуществляется уменьшение шума на пути его распространения?
22. От чего зависит звукоизолирующая способность перегородки?
23. Какие существуют классы условий труда по фактору «шум»?
24. От чего зависит величина дополнительных регламентированных перерывов при работе в условиях воздействия ненормативного шума?

I. ШУМ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Под **шумом** чаще всего (особенно на производстве) понимается *всякая нежелательная для человека совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека, мешающих его работе и отдыху*. В качестве **звука** мы воспринимаем волны, распространяющиеся в упругой (твердой, жидкой или газообразной) среде вследствие нарушения ее стационарного состояния какой-либо возмущающей силой. Частицы среды при этом колеблются относительно положения равновесия со скоростью, значительно меньшей скорости распространения волны (скорости звука C), которая для газообразной среды определяется выражением:

$$C = \sqrt{k p_{ст} / \rho},$$

где k – показатель адиабаты газа (для воздуха $k = 1,41$), $p_{ст}$ и ρ – давление и плотность газа, соответственно. При нормальных атмосферных условиях воздуха $C = 344$ м/с.

В каждой точке **звукового поля** давление и скорость движения частиц воздуха изменяются во времени. **Звуковое поле** – это область пространства, в которой распространяются звуковые волны. Разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде, называется **звуковым давлением (p)**. Зона нахождения человека, которая охвачена звуковым полем некоторого источника (источников) является **шумовой средой**.

При распространении в звуковом поле волны происходит перенос энергии, количество которой зависит от источника (источников) шумового возмущения среды. *Общее количество звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство в единицу времени, носит название звуковой мощности источника (W)*.

Примеры величин звуковой мощности различных источников: шепот – 10^{-9} Вт; разговор – 10^{-5} Вт; крик – 10^{-3} Вт; цепная пила по дереву – 1 Вт; большой оркестр – 10 Вт; турбореактивный двигатель – 10^4 Вт; стартовый ракетный двигатель – 10^8 Вт.

При оценке шума в какой-либо точке звукового поля интерес представляет не общая звуковая мощность источника, а лишь та ее часть, которая достигает этой точки. *Часть потока звуковой мощности источника в какой-либо точке среды, отнесенная к единице поверхности, нормальной к направлению распространения волны, называется интенсивностью звука (J) в данной точке*, причем

$$J = p^2 / C \cdot \rho, \text{ (Вт/м}^2\text{)}. \quad (1)$$

Величины звукового давления и интенсивности звука могут меняться в широких пределах: по давлению – на восемь порядков, по интенсивности – на шестнадцать. Такой огромный диапазон изменения создает большие неудобства при сопоставлении абсолютных значений этих величин. Кроме того, физиологами было установлено, что при оценке на слух громкость

звучков возрастает пропорционально логарифму интенсивности звука или звукового давления. Поэтому, в акустике утвердилась логарифмическая шкала оценки звуков. Основными характеристиками шума являются **уровни интенсивности звука (L_i)** и **уровни звукового давления (L_p)**, измеряемые в децибелах (дБ):

$$L_i = 10 \cdot \lg J / J_0, \quad (2)$$

где $J_0 = 10^{-12}$ Вт/м² – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости на частоте 1000 Гц;

$$L_p = 20 \cdot \lg p / p_0, \quad (3)$$

где $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – пороговое звуковое давление, найденное из выражения (1) при нормальных атмосферных условиях и $J = J_0$. Величину уровня интенсивности используют при акустических расчетах, а уровни звукового давления – для измерения шума и оценки его воздействия на человека, т.к. слух человека чувствителен к среднеквадратичному давлению. При нормальных атмосферных условиях $L_i = L_p$, что очень удобно при расчетах и акустических измерениях.

В общем виде взаимосвязь величин L_i и L_p имеет вид:

$$L_i = L_p + 10 \cdot \lg(C_0 \cdot \rho_0 / C \cdot \rho), \quad (4)$$

где ρ_0 , C_0 – плотность воздуха и скорость звука при нормальных атмосферных условиях.

В том случае, когда в расчетную точку попадает шум от нескольких (N) источников, **складывают их интенсивности, но не уровни**. При этом считается, что источники некогерентные, т.е. создаваемые ими давления имеют произвольные фазы:

$$J = J_1 + J_2 + \dots + J_N. \quad (5)$$

Искомый уровень интенсивности при этом определяется выражением:

$$L_i = 10 \lg(J/J_0). \quad (6)$$

Для оценки числовых значений параметров шума важно знать его характер. Шумы классифицируются по двум признакам – **спектральным и временным характеристикам**.

По характеру спектра шумы подразделяются на:

- **широкополосные**, с непрерывным спектром шириной более одной октавы;
- **тональные**, в спектре которых имеются выраженные дискретные тона. Тональность шума устанавливают по результатам измерений уровней звукового давления в третьоктавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

(Определение октавы и третьоктавной полосы смотри ниже).

По временным характеристикам шумы подразделяются на:

- **постоянные**, уровень звука которых за контрольный период времени (например, 8-часовой рабочий день или рабочую смену) изме-

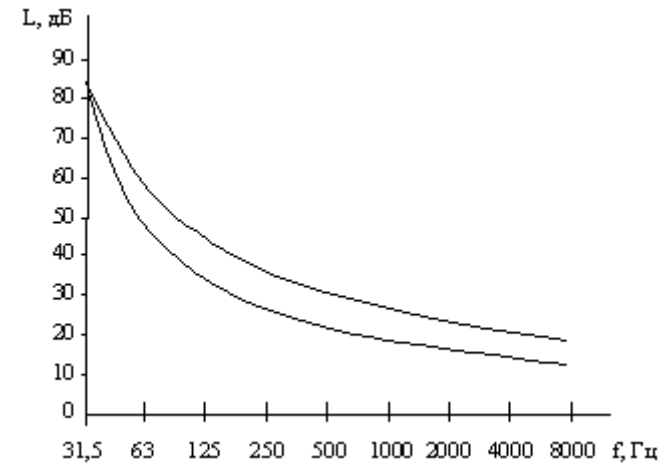


Рис. 2. Спектры шума в контрольной точке до и после использования шумозащиты

записать в протокол.

12. По формуле (9) определить расчётные значения $L_{\text{пер.расч.}}$ во всех октавных полосах частот (при этом принять $G = 8,0 \text{ кг/м}^2$ для всех октавных полос). Результаты записать в таблицу протокола.
13. По данным измерений построить графики спектров шума в контрольной точке до и после установки перегородки в осях, показанных на рис. 2 (линии графиков на нём даны ориентировочно).
14. Определить классы условий труда по фактору «шум» до и после установки перегородки. Для этого необходимо соотнести величины уровней звука в контрольной точке (табл. 8) с данными табл. 6.
15. Сделать выводы об эффективности перегородки как средства изоляции «тихого» помещения от «шумного», степени корреляции расчетных и экспериментальных результатов, а также необходимости использования дополнительных шумозащитных мероприятий (например, защиту временем).

Таблица 8

Протокол к лабораторной работе

Наименование показателя	Уровни звукового давления L , (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами $f_{\text{ср}}$, (Гц)									Уровни звука $L_{\text{экв}}$, (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Измеренные характеристики шума в камере										
Измеренные характеристики шума с перегородкой										
Звукоизолирующая способность перегородки экспериментальная $L_{\text{пер. эксп.}}$										
Звукоизолирующая способность перегородки расчетная $L_{\text{пер. расч.}}$										

няется не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике “медленно” шумомера;

- **непостоянные**, уровень звука которых за контрольный период времени изменяется более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно».

Непостоянные шумы, в свою очередь, подразделяются на:

- **колеблющиеся во времени**, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;
- **прерывистые**, уровень звука которых ступенчато изменяется на 5 дБА и более, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- **импульсные**, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с; при этом уровни звука, измеренные соответственно по временным характеристикам «импульс» и «медленно» шумомера, отличаются не менее чем на 7 дБА.

При исследовании и описании **постоянных шумов** весь слышимый человеком частотный диапазон звуковых колебаний (от 16 Гц до 20 кГц) разбивается на отдельные **полосы**, в каждой из которых определяется уровень звукового давления. Каждая полоса характеризуется **граничными частотами** – нижней (f_n), верхней (f_b), а также средней ($f_{\text{ср}}$), которая является среднегеометрической величиной, т.е.

$$f_{\text{ср}} = \sqrt{f_n \times f_b} \cdot \quad (7)$$

Частотные полосы могут иметь различную величину, но чаще всего на практике применяют **октавные** и **третьоктавные**. В **октавной** полосе (октаве) верхняя граничная частота f_b в два раза больше нижней f_n . В **третьоктавной** полосе это соотношение составляет $(2)^{1/3} = 1,26$ ($f_b = 1,26 \cdot f_n$).

При гигиенической оценке шума и его нормировании акустический диапазон частот разделяют на **девять** октавных полос со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц и соответствующими граничными частотами ($f_n \dots f_b$): 22...44; 44...88; 88...177; 177...355; 355...710; 710...1420; 1420...2840; 2840...5680; 5680...11360 Гц. При использовании **восьми** октавных полос отбрасывают первую.

Для ориентировочной оценки **постоянного широкополосного шума** (например, при проверке органами надзора или при оценке необходимости мер по шумоглушению) в качестве одночисловой характеристики применяется **уровень звука (L_a)** в дБА. Он получается посредством измерения шума шумомером (на характеристике «А») во всем частотном диапазоне, а не в отдельных его полосах. С помощью фильтров характеристика «А» чувствительности шумомеров подобрана таким образом, что хорошо имитирует чувствительность человеческого уха во всем акустическом диапазоне частот.

Для оценки **непостоянного шума** используют **эквивалентные уровни звука ($L_{\text{экв}}$)**, дБА и **максимальные уровни звука ($L_{\text{а max}}$)**, дБА.

Эквивалентный (по энергии) уровень звука $L_{a \text{ экв}}$ непостоянного шума – это уровень звука постоянного широкополосного шума, имеющий то же среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

Максимальный уровень звука $L_{a \text{ max}}$ – это уровень звука, соответствующий максимальному показанию шумомера при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемое в течение 1% времени измерения при регистрации автоматическим устройством.

II. ДЕЙСТВИЕ ШУМА НА ЧЕЛОВЕКА

В зависимости от уровня, характера и продолжительности воздействия, а также индивидуальных особенностей человека шум может оказывать на него различное действие. Степень воздействия шума зависит также от отношения к нему и того, насколько он отличается от привычного. Шум, производимый самим человеком, не беспокоит его, тогда как даже небольшой посторонний звук может раздражать.

Отсутствие необходимой тишины, особенно в ночное время, приводит к преждевременной усталости. Ночной шум в 30...40 дБА может явиться серьезным беспокоящим фактором; увеличение его уровней до 70 дБА оказывает физиологическое воздействие на человека, приводя к видимым изменениям в организме.

Даже при уровнях до 50...60 дБА дневной шум может создавать значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие. Особенно часто это наблюдается у людей, занятых умственной деятельностью. Известно, что гипертоническая и язвенная болезни, неврозы, в ряде случаев – желудочно-кишечные, кожные и другие заболевания связаны с перенапряжением нервной системы.

Средний шум (60...90 дБА) различно влияет на людей. Причиной этого могут быть: возраст, состояние здоровья, вид труда, физическое и душевное состояние человека в момент действия шума и другие обстоятельства.

Под воздействием шума, превышающего 85...90 дБА, в первую очередь снижается слуховая чувствительность на высоких частотах. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Снижение производительности труда может достигать 20% в зависимости от параметров шума и рода выполняемой работы. Человек привыкает к шуму, но продолжительное его действие вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте, нарушается процесс пищеварения, происходят изменения объема внутренних органов.

При шуме в 120 дБА (порог болевого ощущения) и выше человек испытывает давящее действие шума, распространяющееся по всему телу, а грудная клетка, мышцы ног и рук начинают вибрировать.

При шуме более 125 дБА происходит первичное травмирующее его действие на организм человека в виде разрыва барабанной перепонки.

Шум может оказывать разрушающее действие на конструкции. Так, при уровнях шума порядка 180 дБА начинают разрушаться заклепочные и сварные швы летательных аппаратов.

Кнопки «a/V», «10kHz/4kHz», «kHz/Hz» и «СВ/ДИФ» должны быть в **отжатом** положении.

Делителем «ДЛТ2, dB» выводят стрелку прибора в сектор 0...10 шкалы «dB», а делитель «ДЛТ1, dB» **постоянно** находится в положении, которое он занял после выполнения процедуры **A**.

Фиксируют результат измерения, получаемый путем суммирования показаний светодиода по верхнему ряду – [dB M101] на передней панели шумомера и стрелочного прибора по шкале «dB».

VI.3 АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

ПЕРЕД ПРОВЕДЕНИЕМ РАБОТЫ ВНИМАТЕЛЬНО ИЗУЧИТЕ ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАМЕРОВ ШУМОМЕРОМ (РАЗДЕЛ VI.2) И СТРОГО ЕМУ СЛЕДУЙТЕ

1. Перегородка 5, разделяющая камеру 9 на две части, убирается.
2. Съёмные звукопоглощающие щиты 8 с «пола» и «потолка» камеры 9 снимаются.
3. Кожух 4 с динамика 2 («источника шума») (если он был ранее установлен) снимается, а оставляется только экран; дверки камер закрываются плотно на ключ.
4. Включить шумомер 7 и прогреть его 1–2 мин.
5. Включить генератор шума 1 или магнитофон с записью (*выполняется преподавателем*).
6. Произвести оценку уровня звукового давления – **процедура A**.
7. Произвести измерение уровней звукового давления (дБ) во всех девяти октавных полосах – **процедура B** – и записать результаты в соответствующие колонки протокола (табл.8).
8. Произвести измерение уровня звука (дБА) – **процедура C** – и записать результат в протокол.
9. Открыть дверки камеры 9, установить перегородку 5, прижав ее плотно винтом, затем дверки камер закрыть на ключ.
10. Далее выполнить действия и измерения, перечисленные в пп. 6 ... 9.
11. По данным измерений определяется звукоизолирующая способность перегородки $L_{\text{пер.эксп}}$ в каждой из девяти октавных полос посредством вычитания соответствующих уровней звукового давления (дБ) до и после установки перегородки. Результаты расчетов

телей «ДЛТ1, дВ» и «ДЛТ2, дВ» являются стартовыми при измерении уровней звукового давления (в дБ) в октавных полосах частот.

(В случае колебания стрелки измерительного прибора в пределах ± 3 дБ следует перевести переключатель «РОД РАБОТЫ» из положения «F» (быстро) в положение «S» (медленно)).

Описанная выше процедура (*процедура А*) выполняется перед замерами уровней звукового давления в октавных полосах частот (*процедурой В*) всякий раз, когда изменяются условия исследований.

В. Измерение уровней звукового давления (дБ) в октавных полосах частот

Для измерения уровней звукового давления постоянного шума в октавных полосах частот необходимо переключатель фильтров «ФЛТ, Hz» **перевести** из положения «ЛИН» в положение «ОКТ».

Переключатели «ДЛТ1, дВ», «ДЛТ2, дВ» и «РОД РАБОТЫ» **остаются** в положениях, установленных на этапе выполнения процедуры *А*.

Кнопки «а/V», «10kHz/4kHz» и «СВ/ДИФ» должны быть **отжаты**, кнопка «kHz /Hz» – **нажата**.

Переключатель «ФЛТ ОКТ» устанавливают на число 31 по черной шкале, что соответствует активизации фильтра октавной полосы с $f_{CP} = 31,5$ Гц.

Делителем «ДЛТ2, дВ» выводят стрелку прибора в сектор 0...10 шкалы «дВ», а делитель «ДЛТ1, дВ» **постоянно** находится в положении, которое он занял после выполнения процедуры *А*.

Фиксируют результат измерения, получаемый путем *суммирования* показаний светодиода по верхнему ряду – [dB M101] на передней панели шумомера и стрелочного прибора по шкале «дВ» (*например*, после вывода стрелки прибора в требуемый сектор горит светодиод под числом «70» ряда чисел [dB M101], а стрелка показывает 3,5 по шкале «дВ»; значит, измеренное значение уровня звукового давления будет равно $70 + 3,5 = 73,5$ дБ).

Затем переключатель «ФЛТ ОКТ» переводят на число 63, соответствующее фильтру октавной полосы с $f_{CP} = 63$ Гц, и повторяют замер.

Для перехода на октавные полосы с $f_{CP} = 125...8000$ Гц необходимо **отжать** кнопку «kHz/Hz», а переключатель «ФЛТ ОКТ» ориентировать по голубому ряду чисел (в кГц).

С. Измерение уровней звука (в дБА) по частотной характеристике «А»

Для измерения уровней звука по частотной характеристике «А» шумомера необходимо переключатель «ФЛТ, Hz» перевести в положение «А».

При этом переключатели «ДЛТ1, дВ», «ДЛТ2, дВ» и «РОД РАБОТЫ» остаются в положениях, установленных на этапе выполнения процедуры *А*.

III. НОРМИРОВАНИЕ ШУМА

Для предупреждения негативного действия шума на человека, оценки последствий воздействия избыточного шума необходимо знать **нормативные величины шума**, т.е. его величины, не оказывающие негативного воздействия на здоровье и работоспособность человека, а также на здоровье его потомства.

Нормируемыми параметрами **постоянного шума** являются:

– **уровни звукового давления** L_p (дБ) в указанных выше октавных полосах;

– **уровни звука** L_a (дБА).

Для **непостоянного шума** нормируются:

– **эквивалентные уровни звука** $L_{a, экв}$ (дБА),

– **максимальные уровни звука** $L_{a, max}$ (дБА).

При нормировании шума используют два метода: нормирование по предельному спектру шума в дБ и нормирование уровня звука в дБА.

Первый метод является основным для **постоянных шумов**. При этом устанавливаются допустимые **уровни звуковых давлений** в указанных выше октавных полосах. И образующаяся **совокупность предельных допустимых уровней звукового давления** называется **предельным спектром**.

Второй метод нормирования общего уровня шума, измеренного по шкале «А» шумомера и называемого **уровнем звука в дБА**, используется для **ориентировочной оценки постоянного шума** (неизвестного спектра) и **непостоянного шума**. При этом пользуются **понятием предельно допустимого уровня шума** (ПДУ шума).

Предельно допустимый уровень шума – это уровень шума, 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 и/или в отдаленные сроки жизни настоящего и/или последующих поколений.

Различают техническое и гигиеническое нормирование шума.

Первое осуществляется как в соответствии с требованиями системы стандартов безопасности труда, так и стандартов на конкретные виды производственного оборудования. Нормируемые уровни шума в этом случае являются одной из технико-эксплуатационных характеристик изделия.

Основным документом по гигиеническому **нормированию шума на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки** являются Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96.

В соответствии с ними предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом тяжести и напряженности трудовой деятельности не должны превышать величин, приведенных в таблице 1.

Количественно тяжесть и напряженность трудового процесса оценивают по Руководству 2.2.2006–05 «Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Таблица 1

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности (дБА)

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	–	–	–
Напряженный труд 2 степени	50	50	–	–	–

Примечания:

1. Для тонального и импульсного шума ПДУ на 5 дБА меньше значений, указанных в табл.1.
2. Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления – на 5 дБА меньше фактических уровней шума в помещениях (измеренных или рассчитанных), если последние на превышают значений табл.1 (поправка для тонального и импульсного шума при этом не учитывается); в противном случае – на 5 дБА меньше значений, указанных в табл.1.
3. Дополнительно для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума 125 дБА.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности представлены в таблице 2.

Действующими санитарными нормами **запрещено** даже кратковременное пребывание работающих в зонах с уровнем звукового давления **выше 135 дБ в любой октавной полосе.**

В соответствии с теми же Санитарными нормами допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещения жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки равны величинам, приведенным в таблице 3.

Возможность обеспечения допустимых уровней шума в местах нахождения людей в значительной мере зависит от выполнения нормативов для различных источников шума.

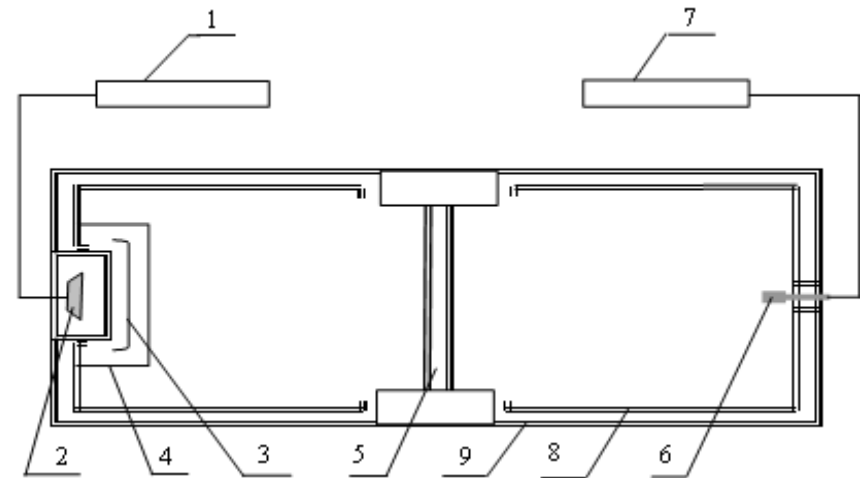


Рис.1. Схема лабораторной установки:

1 – генератор белого шума или магнитофон; 2 – динамик; 3 – экран; 4 – кожух; 5 – съемная перегородка; 6 – микрофон измерителя шума; 7 – измеритель шума; 8 – съемные щиты со звукопоглощающей облицовкой; 9 – камера.

VI. 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАМЕРОВ ШУМОМЕРОМ

Перед проведением замеров уровней звуковых давлений (в дБ) постоянного шума в октавных полосах частот производится одночисловая оценка уровня звукового давления (в дБ) в частотном диапазоне 2 Гц...18 кГц по частотной характеристике «ЛИН» шумомера (процедура А).

А. Оценка уровня звукового давления (дБ) по характеристике «ЛИН»

Для проведения одночисловой оценки уровня звукового давления (в дБ) по характеристике «ЛИН» в частотном диапазоне 2 Гц...18 кГц указатели переключателей (выборки на прозрачных дисках) необходимо установить в следующие положения:

- делитель «ДЛТ1, дВ» – 80;
- делитель «ДЛТ2, дВ» – 50;
- фильтры «ФЛТ, Нз» – «ЛИН»;
- «РОД РАБОТЫ» – «F».

Кнопки «a/V», «10kHz/4kHz», «kHz/Hz» и «СВ/ДИФ» на лицевой панели под переключателями **должны быть в отжатом** положении.

После 1 мин прогрева прибора переключателем «ДЛТ1, дВ», а затем (если не хватает резервов переключателя «ДЛТ1, дВ») переключателем «ДЛТ2, дВ» стрелка прибора выводится в сектор 0...10 шкалы «дВ».

Полученные в результате указанных действий положения переключателя

щей два смежных помещения (“шумное” и “тихое”), находится по формуле:

$$L_{\text{ПЕР. РАСЧ.}} = 10 \cdot \lg(1/\tau).$$

Звукоизоляция с помощью однородной (однослойной) перегородки может быть также оценена по выражению:

$$L_{\text{ПЕР. РАСЧ.}} = 20 \cdot \lg(G \cdot f) - 47.5, \quad (9)$$

где G – вес 1 м² стенок кожуха, кг; f – частота звука, Гц. Из формулы (9) следуют два важных вывода:

- звукоизолирующее свойство ограждений тем выше, чем они тяжелее, и меняется по так называемому закону массы; так, увеличение массы перегородки в 2 раза приводит к повышению звукоизоляции на 6 дБА;
- звукоизолирующее свойство одного и того же ограждения усиливается с увеличением частоты шума. То есть, на высоких частотах эффект от установки ограждения будет значительно выше, чем на низких частотах.

Звукоизоляция при многослойных ограждениях более высока, чем при однослойных ограждениях той же массы. Широкое распространение имеют двойные ограждения с воздушным промежутком, заполненным звукопоглощающим материалом.

Необходимо отметить, что метод звукоизоляции является значительно более эффективным по сравнению с методом звукопоглощения. Звукоизолирующие конструкции ослабляют шум в соседних помещениях на 30...50 дБА, в то время как установка в помещениях одних звукопоглотителей даже с высокими звукопоглощающими свойствами дает снижение шума всего на 6...8 дБА.

VI. 1 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ И ПРИБОРОВ

Лабораторная установка (см. рис.1) представляет собой модель помещения (камеру 9), в которой с одной стороны установлен динамик 2 (источник шума), а с другой – микрофон 6 измерителя 7.

Внутренняя поверхность камеры 9 выложена съемными щитами 8 со звукопоглощающей облицовкой. Посредине камеры может герметично вставляться изолирующая перегородка 5 из фанеры толщиной 10 мм, разделяющая камеру 9 на две части («два помещения»). Передняя часть камеры 9 состоит из двух дверок, плотное прилегание которых к камере обеспечивается прокладками и замками. Источник шума (динамик 2) может быть закрыт частично экраном 3 или кожухом 4. Звуковые сигналы («шум») подаются на динамик звуковым генератором или магнитофоном с записью какого-то реального шума.

Для измерения параметров шума в работе используется измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2, имеющий 4 частотные («А», «В», «С» и «ЛИН») и 3 временные («F», «S» и «10S») характеристики.

Таблица 2

Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для наиболее типичных видов трудовой деятельности

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления L (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)									Уровни звука L_a , дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность: руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности; административно-управленческая деятельность; измерительные и аналитические работы в лаборатории	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Работа, выполняемая с частото получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Выполнение всех видов работ (за исключением вышеперечисленных и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятия	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 3

Допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки

Назначение помещений или территорий	Время суток	Уровни звукового давления L (дБ) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами (Гц)								Уровни звука L _а и эквивалентные уровни звука L _{эжв} , дБА	Максимальные уровни звука L _{макс} , дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	7-23 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	23-7 ч	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
Кабинеты врачей поликлиник, амбулаторий, диспансеров, больниц, санаториев	–	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
Классные помещения, учебные кабинеты, учительские комнаты, аудитории учебных заведений, конференц-залы, читальные залы библиотек	–	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, спальные помещения в дошкольных учреждениях	7-23 ч	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23-7 ч	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
Залы, ресторанов, столовых	–	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов, вокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания	–	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, библиотек	7-23 ч	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
	23-7 ч	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
Площадки отдыха на территории микрорайонов и жилых домов, домов отдыха, пансионатов, площадки детских дошкольных учреждений, школ	–	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Примечания:

1. Эквивалентные и максимальные уровни звука для шума, создаваемого автомобилем, ж/дорожным, авиационным транспортом, в 2 м от ограждающих конструкций первого ряда зданий, обращенных в сторону магистральных улиц, допускается принимать на 10 дБА выше приводимых в табл. 3.

2. Уровни звукового давления в октавных полосах частот в дБ, уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА для шума, создаваемого в помещениях и на территориях, прилегающих к зданиям, системами кондиционирования воздуха, воздушного отопления и вентиляции и др., следует принимать на 5 дБ ниже, указанных в табл. 3 (поправку для тонального и импульсного шума в этом случае принимать не следует).

3. Для тонального и импульсного шума следует брать поправку «–5 дБА».

тельность перерывов в случае воздействия импульсного шума должна быть такой же, как для постоянного шума с уровнем на 10 дБА выше импульсного. Например, при импульсном шуме с уровнем в 107 дБА длительность перерывов должна быть такой же, как при постоянном шуме с уровнем в 117 дБА.

Для отдыха во время регламентированных перерывов должны быть специально оборудованные помещения. Во время обеденного перерыва работающие в условиях воздействия повышенных уровней шума также должны находиться в комфортных акустических условиях – при уровнях звука не выше 50 дБА.

Рекомендуемая длительность регламентированных дополнительных перерывов в условиях воздействия избыточного шума приведена в табл. 7 в соответствии с Руководством 2.2.2006–05 «Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Таблица 7

Рекомендуемая длительность регламентированных дополнительных перерывов в условиях воздействия шума, мин

Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА	Частотная характеристика шума	Работа без противозумов		Работа с противозумами	
		до обеденного перерыва	после обеденного перерыва	до обеденного перерыва	после обеденного перерыва
до 95	низкочастотный	10	10	5	5
	среднечастотный	10	10	10	10
	высокочастотный	15	15	10	10
до 105	низкочастотный	15	15	10	10
	среднечастотный	15	15	10	10
	высокочастотный	20	20	10	10
до 115	низкочастотный	20	20	10	10
	среднечастотный	20	20	10	10
	высокочастотный	25	25	15	15
до 125	низкочастотный	25	25	15	15
	среднечастотный	25	25	15	15
	высокочастотный	30	30	20	20

VI. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

В настоящей лабораторной работе предметом изучения является влияние на условия труда человека шумозащиты с помощью *перегородки*.

Звукоизолирующие свойства ограждения, установленного на пути распространения звука, характеризуются коэффициентом звукопроницаемости τ , представляющим собой отношение звуковой мощности $W_{\text{пр}}$, прошедшей через ограждение, к падающей на него звуковой мощности $W_{\text{пад}}$:

$$\tau = W_{\text{пр}} / W_{\text{пад}} = J_{\text{пр}} / J_{\text{пад}}$$

Расчетная эффективность установки перегородки $L_{\text{пер. расч.}}$, разделяю-

4. Акустическая обработка помещений.

Снижает шум путем уменьшения энергии отраженных волн. Это достигается увеличением площади звукопоглощения помещения путем размещения на его внутренних поверхностях специальных облицовок.

5. Уменьшение шума на пути его распространения.

Применяется в случаях, когда рассмотренными выше методами невозможно или нецелесообразно достичь требуемого снижения шума. Метод реализуется с помощью: 1) ограждений; 2) кожухов; 3) экранов; 4) глушителей.

Звукоизолирующие ограждения

Сущность звукоизоляции ограждения (в виде стен, перегородок, выгородок и т.д.) состоит в том, что падающая на него звуковая энергия отражается в гораздо большей мере, чем проникает за ограждение.

Звукоизолирующие кожухи, кабины

Кожухами закрывают наиболее шумные объекты, локализуя тем самым источник шума. Кожух не должен жестко соединяться с механизмом, так как в противном случае он становится дополнительным источником шума.

При невозможности изолирования шумных машин или в связи с необходимостью следить за рабочим процессом, пульт управления машин закрывают в звукоизолированную кабину со смотровым окном.

Экраны

Для защиты работающих от шума используют экраны, акустический эффект которых основан на образовании за ними области тени, куда звуковые волны проникают лишь частично. Степень проникновения зависит от соотношения между размерами экрана и длиной звуковой волны: чем больше длина волны, тем меньше при данных размерах область тени за экраном. Поэтому экраны эффективны в основном при средне- и высокочастотных шумах.

Глушители

Применяются для уменьшения аэродинамического шума. Бывают абсорбционные (поглощают звуковую энергию), реактивные (отражают энергию обратно к источнику) и комбинированные.

Одним из наиболее эффективных **методов снижения вредного воздействия шума** на организм человека (профилактики) является защита временем, то есть введение дополнительных перерывов в работе и рационализация режимов труда в условиях воздействия ненормативного шума.

Длительность дополнительных регламентированных перерывов установлена с учетом уровня шума, его спектра и использования средств индивидуальной защиты.

Поскольку импульсный шум (при эквивалентной мощности) действует на организм человека более неблагоприятно, чем непрерывный, то установлены разные критерии длительности перерывов для этих шумов. Дли-

Так, **транспортный шум** (основной для городской застройки), измеренный на расстоянии 7,5 м от осевой линии движения, в соответствии с ГОСТ 27436–87 и ОСТ 27.004.022–86 не должен превышать приведенных в таблице 4 уровней звука

Таблица 4

Допустимые уровни звука транспортных средств

Типы транспортных средств	Уровень звука, дБА
Легковые и грузопассажирские автомобили	77
Автобусы с массой свыше 3500 кг и двигателем мощностью, кВт:	
менее 150	80
150 и более	83
Автобусы и грузовые автомобили с полной массой:	
не более 2000 кг	78
свыше 2000 кг, но не более 3500 кг	79
Грузовые автомобили с массой свыше 3500 кг и двигателем мощностью, кВт:	
менее 75	81
от 75 до 150	83
150 и более	84
Мотоциклы, мотороллеры и мопеды с объемом двигателя, см ³ :	
до 80	78
от 80 до 125	80
от 125 до 175	82
от 175 до 350	83
свыше 350	85

На вновь проектируемых территориях жилой застройки вблизи существующих аэропортов и на существующих территориях жилой застройки вблизи вновь проектируемых аэропортов уровни авиационного шума в соответствии с ГОСТ 22283–88 не должны превышать значений, указанных в табл.5.

Таблица 5

Допустимые уровни звука на территориях жилой застройки от авиационных транспортных средств

Время суток	Эквивалентный уровень звука L _{ЭКВ} (дБА)	Максимальный уровень звука при единичном воздействии L _{max} (дБА)
День (с 7.00 до 23.00 ч)	65	85
Ночь (с 23.00 до 7.00 ч)	55	75

При реконструкции аэропортов или изменении условий эксплуатации воздушных судов акустическая обстановка на территориях прилегающей жилой застройки не должна ухудшаться.

IV. ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В ШУМОВОЙ СРЕДЕ

Оценку условий труда в шумовой среде производят в соответствии с указанным выше Руководством 2.2.2006–05 (табл.6).

Результат оценки может быть одним из трех: 2-й класс (допустимые условия труда), 3-й класс (вредные условия труда) или 4-й класс (опасные условия труда) условий труда, причем 3-й класс разделен на четыре степени вредности.

Оценка условий труда при воздействии на работника *постоянного* шума проводится с использованием результатов измерения уровня звука в (дБА) по шкале «А» шумомера на временной характеристике «медленно».

Оценка условий труда при воздействии на работника *непостоянного* шума производится с использованием результатов измерения эквивалентного уровня звука за смену (интегрирующим шумомером) или определения его расчетным способом.

Если действующий на человека шум не превышает ПДУ (в соответствии с табл.1 - табл.3), то условия труда оцениваются как допустимые (2 класс условий труда). В противном случае условия труда оцениваются либо как вредные (3 класс условий труда, степень вреда которых – одну из четырех – устанавливают исходя из превышения реальным шумом его нормы – табл.6), либо как опасные (4 класс условий труда, когда реальный шум более, чем на 35 дБА превышает ПДУ).

Таблица 6

Классы условий труда в зависимости от уровней шума

Показатель шума, единица измерения	Условия труда (класс)					
	допустимые	вредные (3 класс)				опасные
	2 класс	3.1	3.2	3.3	3.4	4 класс
Соотношение с ПДУ						
Уровень звука L_a , эквивалентный уровень звука $L_{ЭКВ}$ (дБА)	\leq ПДУ	≤ 5	свыше 5 до 15	свыше 15 до 25	свыше 25 до 35	> 35

Если по результатам оценки условия труда соответствуют 2-му классу, то не имеется формальной необходимости в их улучшении по фактору «шум». В случаях, когда условия труда соответствуют 3-му или 4-му классу, нужно проводить мероприятия либо по снижению действующего на человека шума, либо по профилактике его вредного воздействия.

V. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ШУМОМ И ПРОФИЛАКТИКИ ЕГО ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Особенности суммирования уровней шума имеют практическое значение. Если в исследуемую точку попадает шум от разных по интенсивности источников, то снижать необходимо сначала шум от более мощных источников.

При наличии **N** одинаковых источников шума с уровнем звука L_a , создаваемым каждым источником, суммарный уровень шума составит:

$$L = L_a + \lg N. \quad (8)$$

Из формулы (8) видно, что полное устранение шума одного из двух одинаковых источников уменьшает их суммарный шум всего на 3 дБ.

Для снижения уровней шумов используют следующие **методы**:

- уменьшение шума в источнике;
- изменение направленности излучения;
- рациональная планировка помещений и зданий;
- акустическая обработка помещений;
- уменьшение шума на пути его распространения.

1. Уменьшение шума в источнике – радикальный, но не всегда реализуемый метод.

Механические, аэро- и гидродинамические, а также электромагнитные явления, порождающие шум, обуславливают и мероприятия по шумозащите.

Снижение уровня механического шума достигается виброгашением, виброизоляцией, заменой клепки сваркой, штамповки – литьем, обрубки – резкой, возвратно-поступательного движения деталей – вращательным.

Аэро- и гидродинамические шумы снижаются при улучшении аэрогидродинамических характеристик проточных частей конструкций.

Уменьшение электромагнитного шума осуществляется путем конструктивных изменений в электрических машинах, например, путем изготовления скошенных пазов якоря ротора. В трансформаторах применяется плотная прессовка пакетов сердечников, используются демпфирующие материалы.

2. Изменение направленности излучения шума.

В ряде случаев величина шума в разных направлениях отличается на 10...15 дБ, что необходимо учитывать, соответствующим образом ориентируя установки с направленным излучением по отношению к жилым зданиям, помещениям и рабочим местам. Например, труба для сброса сжатого воздуха, отверстие воздухозаборной шахты вентиляционной установки располагаются так, чтобы максимум излучаемого шума был направлен в противоположную сторону от рабочего места или жилых зданий.

3. Рациональная планировка помещений и зданий.

Шум в исследуемой точке может быть уменьшен путем увеличения расстояния до нее от источника шума.

При планировке предприятий наиболее шумные помещения концентрируются в одном-двух местах. Расстояние между шумными цехами и тихими помещениями должно обеспечивать необходимое снижение шума.

Внутри зданий тихие помещения располагают вдали от шумных так, чтобы их разделяли другие помещения или звукоизолирующие ограждения.