

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра производственной и экологической безопасности

И.С. Асаенок, А.И.Навоша, А.И. Машкович

**Оценка акустического загрязнения
производственной и окружающей природной среды**

Методическое пособие
к практическим занятиям
по дисциплине «Охрана труда и основы экологии»
для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР

Минск 2002

УДК 658. 382 (075.8)
ББК 65.247 я 73
А 90

Асаенок И.С.

А 90 Оценка акустического загрязнения производственной и окружающей природной среды: Метод. пособие к практ. занятиям по дисциплине «Охрана труда и основы экологии» для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР / И.С. Асаенок, А.И. Навоша, А.И. Машкович. — Мн.: БГУИР, 2002. — 20 с.

ISBN 985-444-447-3.

Методическое пособие содержит методику оценки акустического загрязнения производственной и окружающей природной среды. Приведены примеры решения задач с использованием изложенной методики и варианты задач для самостоятельной работы. В приложениях даны все необходимые справочные материалы.

УДК 658. 382 (075.8)
ББК 65. 247 я 73

ISBN 985-444-447-3

© И.С. Асаенок, А.И. Навоша,
А.И. Машкович, 2002
© БГУИР, 2002

1. Краткая характеристика акустических загрязнений

В современных условиях городское население подвергается шумовому воздействию круглосуточно: на работе, в транспорте, дома, во время отдыха и сна. Поэтому обеспечение безопасности жизнедеятельности людей в условиях шумовых воздействий является чрезвычайно важной проблемой.

Шум — совокупность звуков, различных по частоте и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. В обыденной жизни шумом называют всякий мешающий звук. Звук — распространяющиеся в упругих средах: газах, жидкостях и твердых телах — механические колебания, воспринимаемые ухом человека.

Звуковые волны возникают при нарушении стационарного состояния среды вследствие воздействия на нее какой-либо возмущающей силы. Частицы среды при этом начинают колебаться относительно положения равновесия. Звуковые волны распространяются в пространстве, называемом звуковым полем.

В каждой точке звукового поля давление и скорость движения частиц воздуха изменяются во времени. Разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде, называется звуковым давлением и измеряется в паскалях (*Па*).

При распространении звуковой волны происходит перенос кинетической энергии, величина которой определяется интенсивностью звука *I*. Интенсивность — это энергия, переносимая звуковой волной через поверхность площадью 1 м^2 , перпендикулярную направлению распространения звуковой волны в секунду, т.е.

$$I = P^2 / (\rho \cdot c) \text{ Вт/м}^2, \quad (1)$$

где *P* — среднеквадратичное значение звукового давления, *Па*;

ρ — плотность среды, кг/м^3 ;

c — скорость распространения звука в среде, м/с .

Слуховой аппарат человека обладает неодинаковой чувствительностью к звукам различной частоты. Минимальное звуковое давление и минимальная интенсивность звуков, воспринимаемых ухом человека, определяют порог слышимости. За эталонный принят звук с частотой 1000 Гц. При этой частоте порог слышимости по интенсивности составляет $I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$, а соответствующее ему звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$. Верхняя граница воспринимаемых человеком звуков определяется так называемым порогом болевого ощущения. При частоте 1000 Гц порог болевого ощущения возникает при $I = 10 \text{ Вт/м}^2$ и $P = 2 \cdot 10^2 \text{ Па}$. Между порогом слышимости и болевым порогом лежит область слышимости.

Ухо человека реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука, при этом ощущения человека пропорциональны логарифму количества энергии шума или другого раздражителя. Кроме того, раздражающее действие шума на человека пропорционально не квадрату звукового давления, а логарифму от него.

Поэтому на практике для характеристики шума пользуются двумя логарифмическими величинами: уровнем интенсивности L_I и уровнем звукового давления L_P , выраженными в децибелах, т.е.

$$L_I = 10 \lg I / I_0, \text{ дБ}, \quad (2)$$

$$L_P = 20 P / P_0, \text{ дБ}, \quad (3)$$

где I — интенсивность звука в данной точке, Вт/м²;

$I_0 = 10^{-12}$ — интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости при частоте 1000 Гц, Вт/м²;

P — звуковое давление в данной точке, Па;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ — пороговое звуковое давление на частоте 1000 Гц, Па.

Наибольшая чувствительность слухового аппарата человека характерна для средних и высоких частот (800...1000 Гц), наименьшая — для низких (20...100 Гц). Поэтому, чтобы приблизить результаты объективных измерений к субъективному восприятию, введено понятие коррективного уровня звукового давления.

Суть коррекции — введение зависящих от частот звука поправок к уровню соответствующей величины. Наиболее употребительна коррекция A . Корректированный уровень звукового давления ($L_A = L_P - \Delta L_A$) называется уровнем звука и измеряется в дБА.

При исследовании шумов весь диапазон частот разбивают на полосы частот и определяют мощность процесса, приходящегося на каждую полосу. Чаще всего используют октавные ($f_2 / f_1 = 2$) и третьоктавные ($f_2 / f_1 = \sqrt[3]{2}$) полосы частот, где f_2 и f_1 — верхняя и нижняя граничные частоты соответственно. При этом в качестве частоты, характеризующей полосу (октаву) в целом, берется среднегеометрическая частота $f_{сг}$, равная

$$f_{сг} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}. \quad (4)$$

Например, октавную полосу 90...180 Гц выражает $f_{сг} = 125$ Гц. В результате сформирован стандартный ряд из девяти октавных полос со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Источниками шума на производстве могут быть: оборудование, изделия, эксплуатируемые машины, технологические процессы и др. Любой источник шума характеризуется следующими параметрами:

а) звуковая мощность источника P — это общее количество звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство за единицу времени;

б) фактор направленности излучения Φ , показывающий отношение интенсивности звука, создаваемой направленным источником в данной точке I , к интенсивности $I_{ср}$, которую развил бы в этой же точке ненаправленный источник, имеющий ту же звуковую мощность и излучающий звук во все стороны одинаково, т.е.

$$\Phi = I / I_{ср} = P^2 / P_{ср}^2; \quad (5)$$

в) уровни звуковой мощности шума в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц, а также скорректированный уровень звуковой мощности.

В соответствии с Санитарными нормами СН 9-86 РБ 98 шумы классифицируются:

а) по характеру спектра — на широкополосные и тональные. Широкополосный — это шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы. Тональный — это шум, в спектре которого имеются выраженные дискретные (тональные) составляющие;

б) по временным характеристикам — на постоянные и непостоянные. Постоянный — это шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА. Непостоянный — это шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБА.

Непостоянный шум подразделяют на колеблющийся, прерывистый и импульсный. Колеблющийся — это шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени. Прерывистый — это шум, уровень звука которого изменяется во времени ступенчато (на 5 дБА и более). Импульсный — это шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах являются:

а) уровни звукового давления L_p , дБ, в 9 октавных полосах, определяемые по формуле (3);

б) уровень звука L_A , дБА, определяемый по формуле

$$L_A = 20 \lg P_A / P_0 \text{ дБА,}$$

где P_A — среднее квадратическое значение звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума на рабочих местах являются:

а) эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА;

б) максимальный уровень звука.

Источниками шумового загрязнения городских территорий являются: потоки всех видов наземного автомобильного и рельсового транспорта; промышленные предприятия; аэродромы; открытые спортивные сооружения и игровые площадки; площадки для погрузочно-разгрузочных работ предприятий; коммунально-бытовые хозяйства; механизмы и машины, используемые при строительстве, уборке и благоустройстве городских территорий и др.

В акустической нагрузке городской среды на человека преобладает шум автомобильного и рельсового транспорта, доля которого составляет 60–80% от всех шумов.

Шум является общебиологическим раздражителем. Воздействуя на нервную систему, он оказывает влияние на весь организм человека. Шум вызывает головные боли, повышение кровяного давления, снижает концентрацию внимания и остроту зрения, ослабляет память, замедляет психические реакции, при-

водит к расстройству нервной системы, понижает работоспособность и производительность труда, способствует возникновению условий, которые приводят к несчастным случаям. Интенсивный шум вызывает изменения в сердечно-сосудистой системе, приводит к развитию заболеваний органов слуха — тугоухости.

Для снижения шума можно применить следующие способы: уменьшение шума в источнике; изменение направленности излучения; рациональную планировку предприятий; акустическую обработку помещений; уменьшение шума на пути его распространения.

Шум возникает вследствие упругих колебаний как машины в целом, так и отдельных ее деталей. Причины возникновения этих колебаний — механические, аэродинамические, гидродинамические и электрические явления, определяемые конструкцией и характером работы машины, условиями эксплуатации. В связи с этим различают шумы механического, аэродинамического, гидродинамического и электромагнитного происхождения.

Показатель направленности излучения следует учитывать при проектировании установок и рабочих мест с направленным излучением, так как значение Φ может достигать относительно больших величин. Максимум излучаемого шума должен быть направлен в противоположную сторону от рабочего места или жилого дома.

При планировке предприятия наиболее шумные цехи должны быть сконцентрированы в одном-двух местах. Расстояние между шумными цехами и тихими помещениями должно обеспечивать необходимое снижение шума. Если предприятие расположено в черте города, то шумные цехи должны находиться в глубине предприятия, по возможности дальше от жилых домов.

Интенсивность шума в помещениях зависит не только от прямого, но и от отраженного звука. Поэтому если нет возможности уменьшить прямой звук, то для снижения шума нужно уменьшить энергию отраженных волн. Это можно достичь, увеличив эквивалентную площадь звукопоглощения помещения путем размещения на его внутренних поверхностях звукопоглощающих облицовок, а также установки в помещениях штучных звукопоглотителей. Это мероприятие называется акустической обработкой помещения. Свойствами поглощения звука обладают все строительные материалы. Однако звукопоглощающими материалами принято называть лишь те, у которых коэффициент звукопоглощения на средних частотах больше 0,2. Наиболее часто в качестве звукопоглощающей облицовки применяют конструкции в виде слоя однородного пористого материала определенной толщины (ультратонкое стекловолокно, капроновое волокно, минеральная вата, древесно-волокнистые плиты и др.).

Уменьшение шума на пути его распространения предусматривает применение: звукоизолирующих ограждений; звукоизолирующих экранов, кожухов, кабин; глушителей шума.

2. Примеры решения задач

Задача 1. В механическом цехе длиной 5 м, шириной 5 м, высотой 4 м имеется два рабочих места, где установлено шумящее оборудование. Октавный

уровень звукового давления источника шума (ИШ) L_p на среднегеометрической частоте 1000 Гц составляет 100 дБ. Фактор направленности ИШ $\Phi = 1,6$; пространственный угол $\Omega = 2 \pi$; наибольший геометрический размер ИШ $l_{\text{МАКС}} = 1,0$ м; расстояния от ИШ до первого рабочего места (РТ₁) $ч_1 = 2,0$ м, до второго — (РТ₂) $ч_2 = 4,0$ м. Определить уровень звукового давления (УЗД) на рабочих местах и требуемое снижение шума.

Решение

1. Расчет ожидаемых УЗД на рабочих местах в помещениях с одним ИШ в зоне прямого и отраженного звука производится по формуле

$$L = L_p + 10 \lg \left(\frac{\kappa \Phi}{S} + \frac{4\Psi}{B} \right),$$

где L — октавный уровень звукового давления ИШ, дБ;

κ — коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля, определяемый по прил. 1;

Φ — фактор направленности излучения ИШ — безразмерная величина, определяемая по технической документации или опытным данным;

S — площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, проходящей через расчетную точку, повторяющей упрощенно форму ИШ, м²;

Ψ — коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, определяемый по прил. 2;

B — постоянная помещения в октавных полосах частот. В помещениях без звукопоглощающих облицовок и конструкций определяется из соотношения

$$B = B_{1000} \cdot \mu, \text{ м}^2.$$

Здесь B_{1000} — постоянная помещения на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая по прил. 3, м²;

μ — частотный множитель, определяемый по прил. 4.

2. По прил. 1 определяем коэффициент κ . Для этого:

а) рассчитаем отношение $ч/l_{\text{МАКС}}$ для первого и второго рабочих мест:

$$ч_1 / l_{\text{МАКС}} = \frac{2}{1} = 2 \quad \text{для РТ}_1; \quad ч_2 / l_{\text{МАКС}} = \frac{4}{1} = 4 \quad \text{для РТ}_2;$$

б) находим коэффициенты κ для РТ₁ и РТ₂. Они равны 1.

3. Рассчитаем площади воображаемых поверхностей, проходящих через расчетные точки S_1 и S_2 из соотношений

$$S_1 = 2 \pi ч_1^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 2^2 = 25,12 \text{ м}^2 \quad \text{для РТ}_1;$$

$$S_2 = 2 \pi ч_2^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 4^2 = 100,48 \text{ м}^2 \quad \text{для РТ}_2.$$

4. Определяем постоянную помещения B из выражения

$$B = B_{1000} \cdot \mu.$$

Для этого:

а) по прил. 3 определяем B_{1000} для 1-го типа помещения. Она равна $B_{1000} = \frac{9}{20}, \text{ м}^2$.

Тогда

$$B_{1000} = \frac{5 \cdot 5 \cdot 4}{20} = 5 \text{ м}^2;$$

б) по прил. 4 определяем частотный множитель μ .

Он равен $\mu = 1$.

Следовательно,

$$B = B_{1000} \cdot \mu = 5 \cdot 1 = 5 \text{ м}^2.$$

5. Рассчитаем площадь ограждающих поверхностей $S_{\text{огр}}$ из выражения

$$S_{\text{огр}} = 2(5 \cdot 5 + 5 \cdot 4 + 5 \cdot 4) = 130 \text{ м}^2.$$

6. По прил. 2 определяем коэффициент ψ . С этой целью рассчитаем отношение $B / S_{\text{огр}} = 5 : 130 = 0,038$. Тогда коэффициент $\psi = 1$.

7. Определяем слагаемое $k\Phi / S$ для PT_1 и PT_2 :

$$\frac{k\Phi}{S_1} = \frac{1 \cdot 1,6}{25,12} = 0,0637 \quad \text{и} \quad \frac{k\Phi}{S_2} = \frac{1 \cdot 1,6}{100,48} = 0,016.$$

8. Определяем слагаемое $4\psi / B$ для рабочих мест

$$\frac{4\psi}{B} = \frac{4 \cdot 1}{5} = 0,8.$$

9. Определяем сумму $(k\Phi / S + 4\psi / B)$ для PT_1 и PT_2 .

$$\text{Для } PT_1: \frac{1 \cdot 1,6}{25,12} + \frac{4}{5} = 0,864.$$

$$\text{Для } PT_2: \frac{1 \cdot 1,6}{100,48} + \frac{4}{5} = 0,816.$$

10. Определяем логарифмы сумм:

$$\lg 0,864 = -0,063; \quad \lg 0,816 = -0,088.$$

11. Рассчитаем ожидаемые уровни звукового давления в PT_1 и PT_2 :

$$L_1 = 100 - 0,63 = 99,37 \text{ дБ};$$

$$L_2 = 100 - 0,88 = 99,12 \text{ дБ}.$$

12. По прил. 5 определяем допустимые октавные уровни звукового давления $L_{\text{доп}}$ на рабочих местах. На частоте $f_{c2} = 1000$ Гц $L_{\text{доп}} = 80$ дБ.

13. Рассчитаем требуемое снижение уровня звукового давления $\Delta L_{\text{тр}}$ для PT_1 и PT_2 из соотношения

$$\Delta L_{\text{тр}} = L_1 - L_{\text{доп}}.$$

Тогда

$$\Delta L_{\text{тр РГ1}} = 99,37 - 80 = 19,37 \text{ дБ};$$

$$\Delta L_{\text{тр РГ2}} = 99,12 - 80 = 19,12 \text{ дБ}.$$

Задача 2. Рассчитать ожидаемый УЗД в расчетной точке на территории жилой застройки и в защищаемом от шума помещении при следующих условиях: источник шума — транспортный поток при двустороннем движении с интенсивностью 700 ед/ч и средневзвешенной скоростью 53 км/ч; продольный уклон проезжей части с асфальтобетонным покрытием 2%; расстояние от осевой линии крайней полосы движения до жилых строений 60 м. Между транспортной магистралью и жилым кварталом имеется двухрядная полоса зеленых насаждений, ширина полосы l равна 21 м при расстоянии между рядами 3 м; стена жилого дома, обращенная к транспортной магистрали, имеет окна спаренной конструкции, толщина стекол 6 и 3 мм, воздушный промежуток между стеклами 57 мм с уплотняющими прокладками. Сделать выводы о соответствии полученных данных с допустимыми УЗД.

Решение

1. Определяем общий ожидаемый УЗД $L_{\text{А экв}}$ источника шума из выражения

$$L_{\text{А экв}} = L_{\text{А7}} + \Delta L_{\text{А СК}} + \Delta L_{\text{А УКЛ}} + \Delta L_{\text{А ПОКР}},$$

где $L_{\text{А7}}$ — эквивалентный УЗД автотранспортного потока, определяемый по прил. 6;

$\Delta L_{\text{А СК}}$ — поправка к эквивалентному УЗД транспортных потоков на скорость движения, определяемая по прил. 7, табл. П1;

$\Delta L_{\text{А УКЛ}}$ — поправка к эквивалентному УЗД на уклон проезжей части, определяемая по прил. 7, табл. П1;

$\Delta L_{\text{А ПОКР}}$ — поправка к эквивалентному УЗД на покрытие проезжей части, определяемая по прил. 7, табл. П2.

2. Определяем значения каждого слагаемого $L_{\text{А экв}}$:

а) по прил. 6 определяем $L_{\text{А7}}$. При движении транспорта с интенсивностью 700 ед/ч $L_{\text{А7}} = 75$ дБА;

б) по прил. 7, табл. П1, определяем поправку на скорость движения $\Delta L_{\text{А СК}}$. Так как скорость движения 53 км/ч, то $\Delta L_{\text{А СК}} = 2$ дБА;

в) по прил. 7, табл. П1, определяем поправку на уклон проезжей части $\Delta L_{\text{А УКЛ}}$. По условию задачи уклон проезжей части 2%; следовательно, $\Delta L_{\text{А УКЛ}} = 1$ дБА;

г) по прил. 7, табл. П2, определяем поправку на тип покрытия проезжей части. Проезжая часть покрыта асфальтобетоном, значит, $\Delta L_{\text{А ПОКР}} = 0$ дБА.

Следовательно, общий ожидаемый УЗД $L_{\text{А экв}}$ составит

$$L_{\text{А экв}} = 75 + 2 + 1 + 0 = 78 \text{ дБА}.$$

3. Определяем снижение УЗД за счет расстояния, зеленых насаждений и окон:

а) расстояние от осевой линии крайней полосы движения до жилых строений $\Delta L_{A \text{ PAC}}$ оценивается выражением

$$\Delta L_{A \text{ PAC}} = 10 \lg \frac{R}{R_1},$$

где R — расстояние от осевой линии полосы движения до жилых строений, м;

R_1 — расстояние, на котором определена шумовая характеристика источника шума, $R_1 = 7,5$ м.

Тогда

$$\Delta L_{A \text{ PAC}} = 10 \lg \frac{60}{7,5} \text{ дБА};$$

б) по прил. 8 определяем снижение УЗД зелеными насаждениями $\Delta L_{A \text{ ЗЕЛ}}$. Так как полоса зеленых насаждений двухрядная шириной $l = 21$ м, то

$$\Delta L_{A \text{ ЗЕЛ}} = 9 \text{ дБА};$$

в) по прил. 9 определяем снижение УЗД окнами $\Delta L_{A \text{ ОК}}$. Окна спаренной конструкции, толщина стекла 6 и 3 мм с уплотняющими прокладками, следовательно,

$$\Delta L_{A \text{ ОК}} = 28 \text{ дБА}.$$

Общее снижение УЗД составит:

а) для территории $\Delta L_{A \text{ ТЕР}} = \Delta L_{A \text{ PAC}} + \Delta L_{A \text{ ЗЕЛ}} = 9 + 9 = 18 \text{ дБА};$

б) для помещений $\Delta L_{A \text{ ПОМ}} = \Delta L_{A \text{ ТЕР}} + \Delta L_{A \text{ ОК}} = 18 + 28 = 46 \text{ дБА}.$

Выводы

1. Ожидаемый УЗД на территории 78 дБА, снижение — 18 дБА. Следовательно, $L_{A \text{ ТЕР}} = 78 - 18 = 60 \text{ дБА}$, что превышает допустимые уровни для дневного времени на 5 дБА и ночного — на 15 дБА (прил. 10).

2. Ожидаемый УЗД в помещении $\Delta L_{A \text{ ПОМ}} = \Delta L_{A \text{ ТЕР}} - \Delta L_{A \text{ ОК}} = 60 - 28 = 32 \text{ дБА}$ не превышает УЗД в дневное время и на 8 дБА превышает в ночное время (см. прил. 10).

3. Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. В механическом цеху длиной 6 м, шириной 5 м, высотой 4 м имеется два рабочих места и установлено шумящее оборудование. Октавные уровни звукового давления источника шума (ИШ) на среднегеометрических частотах f_{c2} Гц составляют L_p дБ. Факторы направленности ИШ Φ приведены в табл. 3.1; пространственный угол $\Omega = 2\pi$; наибольший геометрический размер ИШ $l_{\text{МАКС}} = 1,0$ м. Расстояния от ИШ до первого рабочего места (PT_1) $ч_1$ м, до второго (PT_2) — $ч_2$ м. Определить ожидаемые уровни звукового давления (УЗД) на рабочих местах и требуемое снижение шума. Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Параметр	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Среднегеометрическая частота $f_{сз}$, Гц	65	125	250	500	1000	2000
Уровень звукового давления L_p , дБ	110	100	95	90	85	83
Фактор направленности Φ	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Расстояние от ИШ до PT_1 $ч_1$, м	2,5	2,0	2,2	2,1	2,3	2,4
Расстояние от ИШ до PT_2 $ч_2$, м	3,5	3,0	3,2	3,1	3,3	3,4
Среднегеометрическая частота $f_{сз}$, Гц	4000	8000	65	125	250	500
Уровень звукового давления L_p , дБ	82	82	105	104	96	89
Фактор направленности Φ	1,6	1,5	1,4	1,7	1,8	1,9
Расстояние от ИШ до PT_1 $ч_1$, м	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5
Расстояние от ИШ до PT_2 $ч_2$, м	3,6	3,8	4,0	4,1	4,3	4,5

Задача 2. Рассчитать ожидаемые уровни звукового давления в расчетной точке на территории жилой застройки и в защищенном от шума помещении, сравнить их с допустимыми УЗД при следующих условиях: источник шума — транспортный поток при двустороннем движении с интенсивностью N ед/ч и средне-взвешенной скоростью U км/ч. Продольный уклон проезжей части η % с покрытием M ; расстояние от осевой линии крайней полосы движения до жилых строений R_M . Между транспортной магистралью и жилым кварталом имеется полоса зеленых насаждений $Ш$ шириной l_M . Стена жилого дома, обращенная к транспортной магистрали, имеет окна, конструкция которых приведена в табл. 3.2.

Контрольные вопросы

1. Поясните, что понимают под звуковым давлением и интенсивностью звука, и перечислите единицы их измерения.
2. Что такое порог слышимости и какие при этом значения имеют интенсивность звука и звуковое давление?
3. Что понимают под порогом болевого ощущения и какие значения имеют интенсивность звука и звуковое давление?
4. С какой целью перешли от понятий уровня и интенсивности звука к их логарифмическим величинам?
5. В чем сущность коррективного уровня звукового давления и его единицы измерения?
6. Что понимают под октавой и каким параметром она характеризуется?
7. Перечислите некоторые источники шума на производстве и поясните, какими параметрами они характеризуются.
8. Назовите признаки, по которым производится классификация шумов.
9. Поясните, какой шум называют постоянным и какой непостоянным.
10. На какие виды подразделяют непостоянный шум?
11. Назовите нормируемые параметры постоянного и непостоянного шума на рабочих местах.
12. Перечислите основные источники шумового загрязнения городских территорий.

Параметр				
	1	2	3	4
Интенсивность движения N , ед/ч	80	150	300	900
Скорость движения потока U , км/ч	60	73	80	100
Продольный уклон проезжей части дороги η , %	8	4	2	0
Покрывтие проезжей части M	Асфальтобетонное	Булыжный камень	Цементобетонное	Брусчатая мостовая
Расстояние до жилых строений R , м	70	75	80	85
Зеленые насаждения:				
а) одnorядная посадка, ширина полосы l , м:				
10–15		+		
16–20				+
б) двухрядная посадка, ширина полосы $l = 21–25$ м	+			
в) двух- или трехрядная посадка, ширина полосы $l = 26–30$ м			+	
Конструкция окна:				
а) одинарное окно с уплотнителем, толщина стекла, мм:				
3				
6				
б) спаренное окно без уплотнителя, толщина стекла, мм:				
3 и 3				
6 и 3				
6 и 4				+
в) раздельно-сближенное окно с уплотнителем, толщина стекла, мм:				
3 и 3			+	
6 и 4		+		
г) раздельное окно без уплотнителя, толщина стекла 6 и 3 мм	+			

13. Поясните, к чему приводит воздействие шума на организм человека.

14. Перечислите способы снижения шума.

Литература

СН 9-86 РБ 98. Шум на рабочих местах. Предельно допустимые уровни.

Дунаева Г.М., Жалковский В.И. Инженерные расчеты по защите от шума: Метод. указания. — Мн.: МРТИ, 1988.

Шакиров Р.С., Михнюк Т.Ф., Жалковский В.И. Акустический режим городов и пути его улучшения. — Мн.: БелНИИТИ, 1986.

Шумовое загрязнение окружающей среды: Аналит. обзор // Экология человека. Вып. 4. — М.: ВНИИЦ, 1981.

Таблица 3.2

Номер варианта							
5	6	7	8	9	10	11	12
1500	3000	60	100	200	900	1000	2000
67	100	27	13	53	47	33	40
6	8	0	2	4	6	0	2
Асфальтобетонное	Брусчатая мостовая	Булыжный камень	Цементобетонное	Брусчатая мостовая	Асфальтобетонное	Булыжный камень	Цементобетонное
90	95	100	105	110	88	98	78
			+				+
	+			+			
		+				+	
+					+		
			+				
		+					
	+						
+							
							+
						+	
				+			

Приложения

Приложение 1

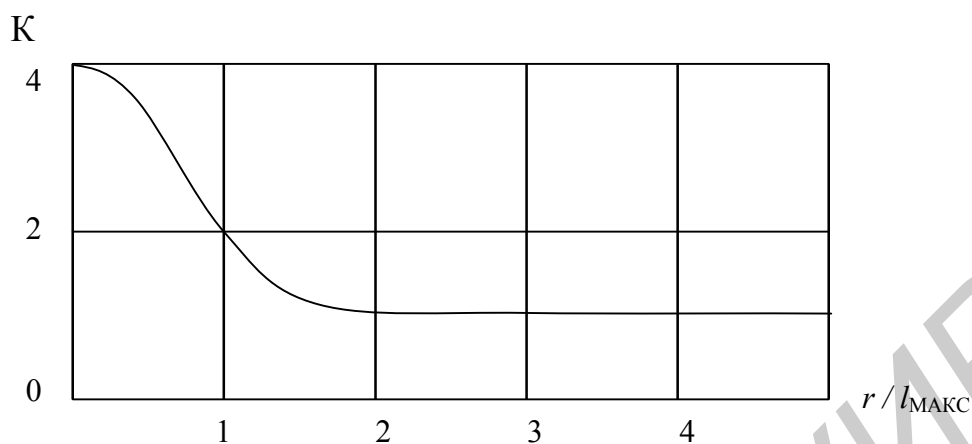


График для определения коэффициента K в зависимости от отношения расстояния r к максимальному габаритному размеру источника шума $l_{\text{МАКС}}$

Приложение 2

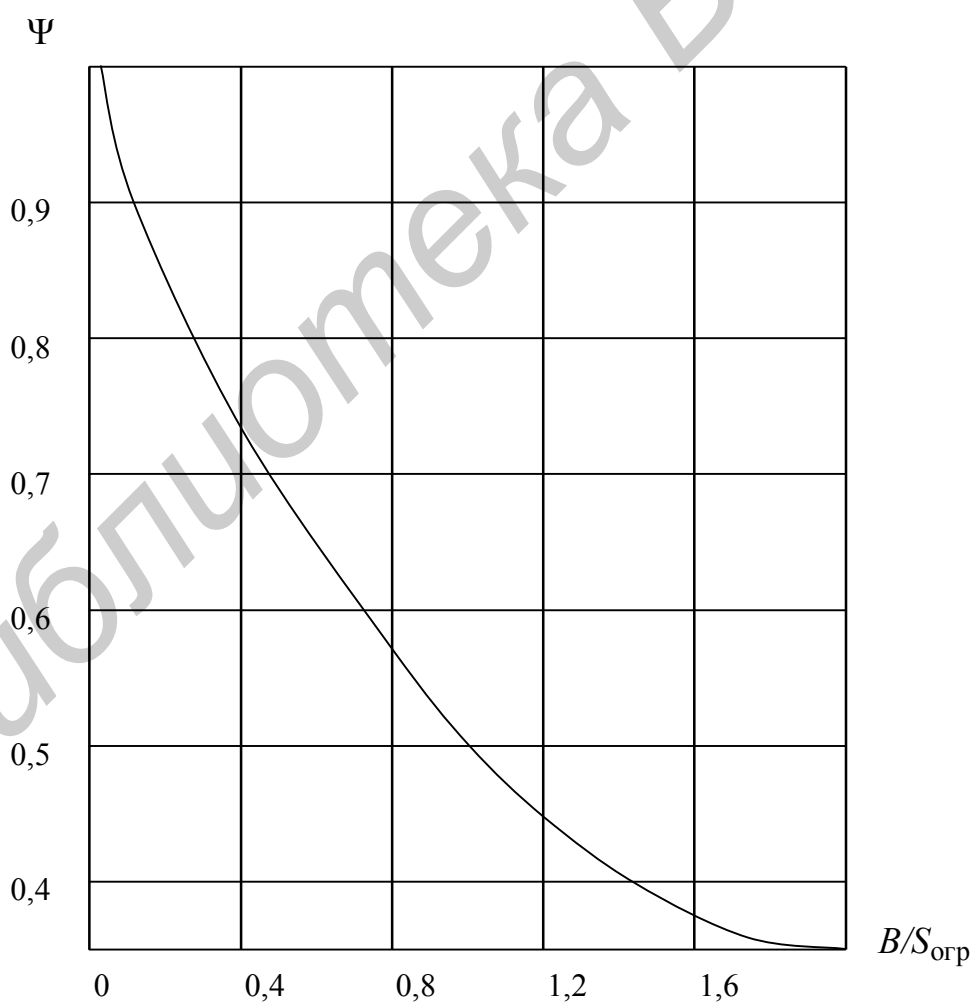


График для определения коэффициента Ψ в зависимости от отношения постоянной помещения B к площади ограждающих поверхностей $S_{\text{огр}}$

Постоянная помещения $V_{1000}, \text{м}^2$

Тип помещения	Описание помещения	Постоянная помещения $V_{1000}, \text{м}^2$
1	С небольшим количеством людей (металлообрабатывающие цеха, машинные залы, испытательные стенды и т.д.)	$\frac{U}{20}$
2	С жесткой мебелью и большим количеством людей или с небольшим количеством людей и мягкой мебелью (лаборатории, кабинеты, деревообрабатывающие цеха и т.д.)	$\frac{U}{10}$
3	С небольшим количеством людей и мягкой мебелью (конструкторские бюро, учебные аудитории, рабочие комнаты, помещения управления и т.д.)	$\frac{U}{6}$

Значения частотного множителя μ

Объем помещения $U \text{ м}^3$	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	65	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$U < 200$	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
$U = 200 \dots 1000$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$U > 1000$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3,0	6,0

Допустимые октавные УЗД (эквивалентные октавные УЗД), дБ,
уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА,
на рабочих местах производственных помещений

Рабочие места, производственные помещения	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука, эквивал. уровни звука, дБА
	65	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Помещения конструкторских бюро, программистов ВМ, лабораторий для теоретических работ и обработки экспериментальных данных	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	58	55	52	50	49	60
3. Кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	94	87	82	78	75	73	71	70	80
4. Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ; помещения для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	94	87	82	78	75	73	71	70	80
5. Помещения и участки точной сборки, машбюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
6. Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятия	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Значение параметра L_{A7} для определения эквивалентного
уровня звука автотранспортного потока

Интенсивность движения в обоих направлениях, ед/ч	L_{A7} , дБА	Интенсивность движения в обоих направлениях, ед/ч	L_{A7} , дБА
50	68,5	700	75
60	69	900	75,5
80	69,5	1000	76
100	70	1500	77
150	71	2000	77,5
200	72	3000	78,5
300	73	4000	79
500	74	5000	80

Снижение уровня звука зелеными насаждениями
 $\Delta L_{A \text{ ЗЕЛ}}$, дБА

Полоса зеленых насаждений	Ширина поло- сы, м	Снижение уровня звука $\Delta L_{A \text{ ЗЕЛ}}$, дБА
Однорядная при шахматной посадке деревьев внутри полосы	10–15	4–5
	16–20	6–8
Двухрядная при расстояниях между ря- дами 3–5 м	21–25	8–10
Двух- или трехрядная при расстояниях между рядами 3 м; ряды аналогичны однорядной посадке	26–30	10–12

Поправки к эквивалентному уровню звука транспортных потоков на характеристику потока и условия движения

Таблица П1

Фактор, влияющий на шумовую характеристику транспортного потока	Возможные условия	Поправка к эквивалентному уровню звука $\Delta L_{A\text{ СК}}, \Delta L_{A\text{ УК}}$, дБА
Средневзвешенная скорость движения потока, км/ч	7	-5
	13	-4
	20	-3
	27	-2
	33	-1
	40	0
	47	+1
	53	+2
	60	+3
	67	+4
	73	+5
	80	+6
	100	+7
	120	+8
Продольный уклон проезжей части улицы или дороги, %	0	0
	2	+1
	4	+2
	6	+3
	8	+4

Таблица П2

Тип покрытия проезжей части	Поправка к эквивалентному уровню звука $\Delta L_{A\text{ ПОКР}}$, дБА, при средневзвешенной скорости движения, км/ч			
	менее 40	от 40 до 60	от 60 до 80	более 80
Асфальтобетонное	0	0	0	0
Цементобетонное и железобетонное	0	+1	+2	+5
Брусчатая мостовая	+1	+3	+4	+5
Мостовая из булыжного камня	+2	+5	+8	+10

Снижение уровня звука окном

Конструкция окна	Толщина стекла, мм	Размер воздушного промежутка, мм	Величина $\Delta L_{A,OK}$, дБА	
			при условии прилегания по периметру	
			без уплотняющих прокладок	с уплотняющими прокладками
Окно с открытой форточкой, узкой створкой	—	—	10	—
Одинарное окно	3	—	18	20
	6	—	21	23
Спаренное окно	3 и 3	57	22	24
	6 и 3	57	26	28
	6 и 4	57	27	29
Раздельно-сближенное окно	3 и 3	90	24	26
	6 и 4	90	28	30
Раздельное окно	6 и 3	120	30	32

Приложение 10

Допустимые уровни звука и эквивалентные УЗД, дБА, для жилых и общественных зданий и их территорий

Помещение, территория	Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
1. Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории школ и других учебных заведений; читательские залы, залы совещаний: днем	40
2. Жилые комнаты квартир, спальные комнаты домов отдыха, детских учреждений: днем ночью	40
	30
3. Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов, площадки детских дошкольных учреждений, участки школ: днем ночью	55
	45

Учебное издание

Асаенок Иван Степанович,
Навоша Адам Имполитович,
Машкович Александр Иванович

**ОЦЕНКА АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
И ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Методическое пособие
к практическим занятиям по дисциплине
«Охрана труда и основы экологии»
для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР

Редактор Т.А. Лейко
Корректор Е.Н. Батурчик
Компьютерная верстка Т.В. Шестакова

Подписано в печать 25.11.2002.

Бумага офсетная. Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс».

Уч.-изд. л. 0,8. Тираж 200 экз.

Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 1,28.

Заказ 590.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Лицензия ЛП № 156 от 15.02.2001.

Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.

220013, Минск, П. Бровка, 6