

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА МЕТРОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОХРАНА ТРУДА»

НА ТЕМУ

**«ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА»**

ХАРЬКОВ 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. Физические характеристики шума	4
2. Классификация шумов	6
3. Нормирование шумов.....	7
4. Влияние шума на организм человека	8
5. Снижение воздействия шума	9
6. Расчет уровней шума.....	11
7. Приборы и оборудование	11
8. Содержание отчёта	13
Контрольные вопросы.....	14
Литература	14

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

Цель работы – приобрести навыки пользования шумоизмерительной аппаратуры; овладеть методикой измерения параметров шума и составления заключения о соответствии полученных данных нормативным значениям (ГОСТ 12.1.003-83).

Приборы – шумомер.

1. Физические характеристики шума

Колебательные движения воздуха, создаваемые различными устройствами, механизмами, живыми организмами, а также природными явлениями, вызывают звук.

Шумом принято называть нежелательное для восприятия органами слуха человека беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности.

Органы слуха человека воспринимают звуки с частотами колебаний 16-20000 Гц и не воспринимают инфразвук (до 16 Гц) и ультразвук (свыше 20000 Гц).

Однако и инфразвук, и ультразвук также оказывают специфическое отрицательное воздействие на организм человека.

Источниками шума являются все тела, находящиеся в состоянии колебаний (воздух, вода, металл и т.п.).

Источником звука может являться любое колеблющееся тело. Колеблющееся тело отклоняется от своего положения равновесия попеременно в противоположные стороны. При каждом отклонении оно сжимает одной своей стороной прилегающий к нему воздух, а другой стороной разрежает. С одной его стороны давление воздуха становится чуть больше атмосферного, и настолько же оно уменьшается с противоположной стороны. Разница между давлением в слое сжатия или разрежения и обычным атмосферным давлением называется акустическим или звуковым давлением P . Звуковое давление измеряется в Паскалях. Чем больше давление звука, тем сильнее раздражение и ощущение громкости звука.

$$P = \frac{F}{S}, \dot{I} / \dot{i}^2, \ddot{I} \dot{a} \quad (1)$$

F – нормальная сила, с которой звуковая волна действует на поверхность, Н;

S – площадь поверхности, на которую падает звуковая волна, м²

При распространении звуковой волны происходит перенос энергии. (Звуковые волн являются носителями энергии) Средний поток энергии в единицу времени, отнесенный к единице поверхности, нормальной к направлению распространения волны, называется интенсивностью звука в данной точке I (Вт/м²).

$$I = \Phi/S, \text{ Вт/м}^2 \quad (2)$$

Ухо человека чувствительно не к интенсивности, а к звуковому давлению P . Интенсивность I и звуковое давление P связаны между собой следующим соотношением.

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c} \quad (3)$$

где ρ – акустическая плотность среды, c – скорость распространения звука.

Скорость распространения звуковых волн зависит от упругих свойств среды, температуры и плотности среды.

$$c = \lambda \cdot f \quad (4)$$

Скорость распространения звуковой волны по разным средам различна и для воздуха при $t=20^\circ\text{C}$ $c=334$ м/с, для стали $c=5000$ м/с, для бетона $c=4000$ м/с.

Т.к. звук волна представляет собой колебательный процесс, то он характеризуется такими понятиями как *период колебания T* (время, в течение которого совершается 1 полное колебание), *частота колебаний* (число полных колебаний за 1 с), *амплитуда колебаний* (наибольшее отклонение от точки устойчивого равновесия)

Максимальные и минимальные значения звуковых давлений и интенсивностей, воспринимаемые человеком как звук, называется **пороговыми**.

Звуки малой интенсивности еле слышимые, называются порогом слышимости. Порогу слышимости на частоте 1000 Гц соответствует интенсивность $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Максимальные значения (порог болевого ощущения) соответствуют звукам, которые вызывают болевые ощущения в органах слуха. Энергия звука на грани болевого ощущения в 10^{14} раз превышает энергию едва слышимого (порога слышимости) звука той же частоты. Такой огромный диапазон силы звука (от порога слышимости к болевому порогу) доступен благодаря способности человеческого уха реагировать не на абсолютный прирост силы звука, а на относительное изменение этой величины. Поэтому для уменьшения шкалы измерений были введены логарифмические величины - уровни интенсивности и звукового давления.

$$L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ} \quad (5)$$

или

$$L = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ} \quad (6)$$

где L – уровень силы (интенсивности звука), дБ (децибел); I – интенсивность слышимого звука, Вт/м²; $I_0=10^{-12}$ Вт/м² – интенсивность звука на пороге слышимости, Вт/м; P – звуковое давление слышимого звука, Па; P_0 – звуковое давление на пороге слышимости, Па ($2 \cdot 10^{-5}$ Па).

Уровень силы (интенсивности) звука – это логарифм отношений величин интенсивности отношений величин звука или звукового давления слышимого звука к значениям, соответствующим порогу слышимости при эталонной частоте в 1000 Гц.

Величину уровня интенсивности используют в акустических расчетах, а уровня звукового давления - для измерения шума и оценки его воздействия на человека, поскольку орган слуха чувствителен не к интенсивности а к среднеквадратичному давлению.

Т.к., шум, как правило, является совокупностью звуков различной частоты, то для удобства нормирования осуществляют разложение шума на составляющие его тона (звуки примерно одной частоты). Такая операция называется спектральным анализом, а графическое изображение зависимости уровней звукового давления от частоты называется частотным спектром шума.

Для оценки шума используют звуковой диапазон частот от 45 до 11000 Гц, включающий 8 октавных полос со среднегеометрическими частотами октавных полос $f_{ср}$ 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

При ориентировочной оценке за характеристику постоянного шума допускается использовать общий уровень шума дБА, измеряемый по шкале А шумомера Р

$$L_a = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ} \quad (7)$$

где L_a – среднеквадратическое значение звукового давления с учетом коррекции А шумомера.

2. Классификация шумов

Шумы принято классифицировать в зависимости от источника возникновения, спектрального состава, характера спектра и временным характеристикам.

А) По источнику возникновения шумы подразделяются на: *механические, аэродинамические, гидравлические, электромагнитные.*

Б) В зависимости от спектрального состава шумы бывают **низкочастотные**: максимум звукового давления в диапазоне частот ниже 300...400 Гц, **среднечастотные** 300(400)...800(1000) Гц и **высокочастотные**: свыше 800(1000) Гц.

В) В зависимости от характера спектра шумы бывают **тональными**,

в спектре которых имеются слышимые дискретные тона, и **широкополосными** – с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

Г) По временным характеристикам шумы подразделяют на **постоянные**, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется не более, чем на 5 дБА, и **непостоянные**, для которых это изменение за 8-часовой рабочий день более 5 дБА.

В свою очередь, непостоянные шумы делят на **колеблющиеся** во времени (уровень звука непрерывно меняется), **прерывистые** (уровень звука ступенчато изменяется на 5 дБА и более не чаще, чем через 1 сек. и более) и **импульсные** (состоящие из нескольких звуковых сигналов, длительностью менее 1 сек. и разностью в уровнях звука 7 дБА).

3. Нормирование шумов

Для защиты человека от неблагоприятного воздействия шума необходимо регламентировать его интенсивность, спектральный состав, время воздействия. Эту цель преследует санитарно-гигиеническое нормирование.

Нормирование допустимых уровней шума производится для различных мест пребывания населения (производство, дом, места отдыха) и основывается на ряде документов:

1. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
2. ГОСТ 12.1.036-81 ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
3. ГОСТ ССБТ 12.1.001 -89 Ультразвук. Общие требования безопасности.
4. ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
5. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

Допустимые уровни постоянного шума на рабочих местах в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 приводятся в виде предельных спектров уровней звукового давления или допустимых уровней звука в зависимости от вида трудовой деятельности или рабочего места (табл. 1).

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления в восьми октавных полосах.

Для ориентировочной оценки постоянного шума на рабочих местах допускается принимать уровень звука в дБА, определяемый по шкале А шумомера, учитывающей субъективные особенности человека при восприятии звуков различной природы и частоты.

4. Влияние шума на организм человека

Реакция организма на шум зависит от многих факторов. Некоторые люди терпимы к нему, у других он вызывает неудовольствие, у третьих – нарушает самочувствие, сон, нормальную трудовую деятельность. Причиной различного восприятия шума может быть возраст, состояние здоровья, характер деятельности человека, его настроение.

Уровень шума и фактор времени имеют решающее значение. Степень раздражающего воздействия зависит и от того, на сколько шум превышает привычный окружающий фон, какова заключенная в нем информация.

Влияние производственного шума на организм человека также может сопровождаться развитием профессиональных заболеваний. Длительное воздействие шума на человека может привести к частичной, а иногда значительной потере слуха – профессиональной тугоухости и оказывать глубокое воздействие на весь организм человека. Уже при шуме 130 дБ человек испытывает болевые ощущения (рис. 1). Шум в 150 дБ для человека, непереносим, а в 190 дБ вырывает заклепки из металлических конструкций. Шум, обладая кумулятивными качествами, накапливаясь в организме, оказывает вредное воздействие в первую очередь на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Шум – причина многих заболеваний и функциональных расстройств. Как показали результаты медико-биологических исследований, каждый децибел шума сверх допустимой нормы снижает производительность труда на 1%, увеличивает риск потери слуха на 1,5% и на 0,5% – риск сердечно-сосудистых расстройств.

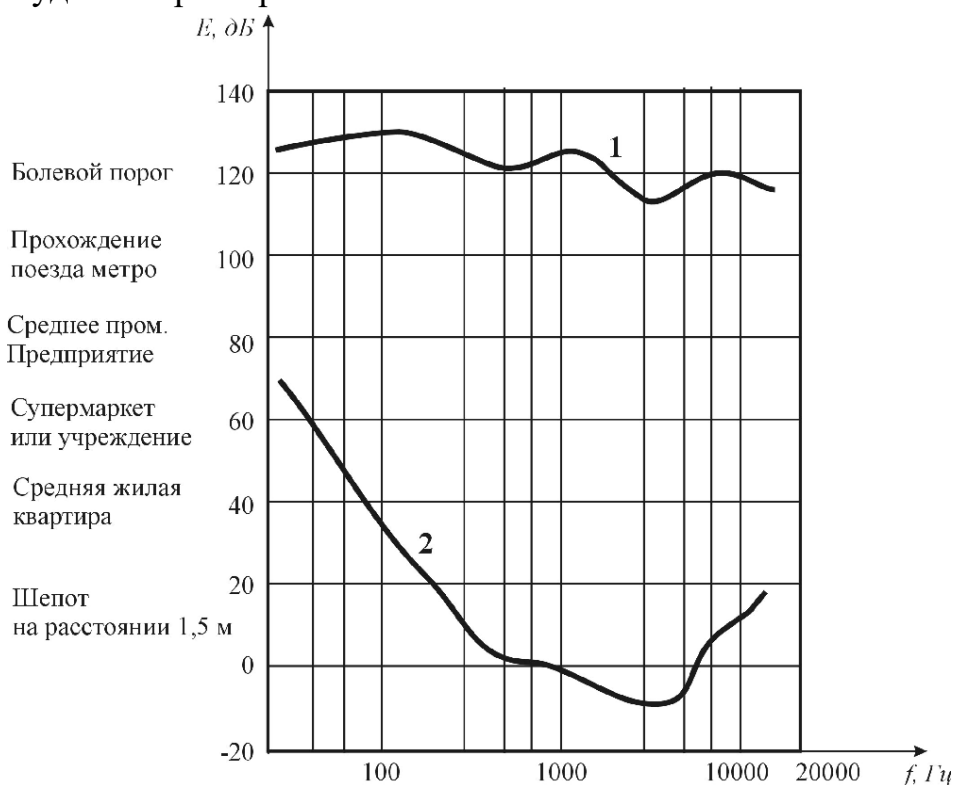


Рис. 1 – Зависимость интенсивности воспринимаемого звука от частоты: 1 – порог звуковой чувствительности; 2 – порог звукового ощущения.

Частичная или полная потеря слуха – не редкое профессиональное заболевание во многих промышленно развитых странах. Неблагоприятное воздействие акустических колебаний приводит не только к ухудшению слуха. От избыточного шума в организме снижается иммунный барьер и частота заболеваний. Исследования показывают, что шумных предприятиях уровень заболеваемости выше среднего на 20%. Под влиянием шума повышается внутричерепное и кровяное давление, сердце начинает хуже сокращаться, нарушаются ритм дыхания и сон, нарушается работа эндокринной системы. Шум является причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, чувствительности к предупредительным сигналам. По мнению австрийского ученого Гриффита шум является причиной преждевременного старения в 30 случаях из 100, он сокращает жизнь человека в шумных городах на 8...12 лет. Под действием систематического шума производительность труда в ряде случаев снижается до 66%, а число ошибок в расчетных работах увеличивается более чем на 50%.

Длительное действие повышенного шума воздействует на слух, вызывая у человека невроты, сердечно-сосудистые и др. заболевания, что служит причиной производственного травматизма и снижения производительности труда.

5. Снижение воздействия шума

При проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, разработке технологических процессов; проектировании производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению производственного шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимых

Снижение воздействия производственного шума на организм человека можно осуществить:

- техническими средствами (снижение шума машин в источнике возникновения, применение бесшумного или малошумного технологического процесса);
- строительно-акустическими мероприятиями;
- применением дистанционного управления шумными машинами;
- средствами индивидуальной защиты;
- организационными мероприятиями (выбором рационального режима труда и отдыха, сокращением времени нахождения в шумных условиях, лечебно-профилактическими и другими мероприятиями).

Таблица 1 – Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах (ГОСТ 12.1.003-83)

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Творческая деятельность: руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Высоккоквалифицированная работа, требующая сосредоточенности; административно-управленческая деятельность; измерительные и аналитические работы	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями, сигналами; работа требующая постоянного контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. 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
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пунктах 1-4 и аналогичным м) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятия	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

6. Расчет уровней шума

1. От одинаковых источников в равноудалённой от них точке уровень шума определяют по формуле, дБ:

$$L_{\text{общ}} = L + 10 \cdot \lg n \quad (8)$$

где L - уровень шума одного источника, дБ; n - количество источников шума.

2. Если уровни шума от источников различны, суммарный уровень шума вычисляют по формуле:

$$L_c = L_б + \Delta L \quad (9)$$

где $L_б$ - больший из двух измеряемых уровней, дБ;

$\Delta L = f(L_б - L_м)$ - добавка, определяемая по номограмме, дБ (рис. 2); $L_м$ - меньший Из двух измеряемых уровней, дБ.

Величины уровней шума $L_б$, и $L_м$ определяют экспериментально. При нескольких источниках шума их уровни суммируют также по формуле, но последовательно.

3. Уровень шума, в зависимости от расстояния к источнику шума определяют по формуле, дБ:

$$L = L_1 - 20 \cdot \lg r \quad (10)$$

где L_1 - уровень шума на расстоянии 1 м от измеряемого источника шума. дБ; r - расстояние между микрофоном и источником шума, м.



Рис. 2. Номограмма для сложения уровней шума от двух различных источников

7. Приборы и оборудование

Для измерения и анализа производственного шума используют шумомеры, анализаторы, магнитофоны и осциллографы различных конструкций. В качестве датчиков в акустических приборах применяют конденсаторные или электродинамические микрофоны. Наиболее распространенными типами шумомеров являются ИШВ-1, ВШВ-003, ШМ-1 и т.д.

На рабочих местах производственный шум измеряют на уровне уха, работающего (или на высоте 1,2-1,5 м от пола) при включении 60-70% установленного оборудования в характерном режиме его работы. Микрофон шумомера должен быть направлен в сторону источников шума и удалён не менее 0,5 м от человека, производящего измерения

Для выполнения лабораторной работы необходимы: шумомер ШМ-1; источники разного по интенсивности шума; электрический двигатель $N = 400$ Вт, $n = 1440$ об/мин; источники шума - три электрических звонка; шумозаглушающий кожух; рулетка длиной 10 м.

Шумомер ШМ-1 построен по принципу преобразования звуковых колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются и измеряются с помощью измерительного прибора. В качестве преобразователя звуковых колебаний в электрические сигналы используют микрофонный капсюль М101

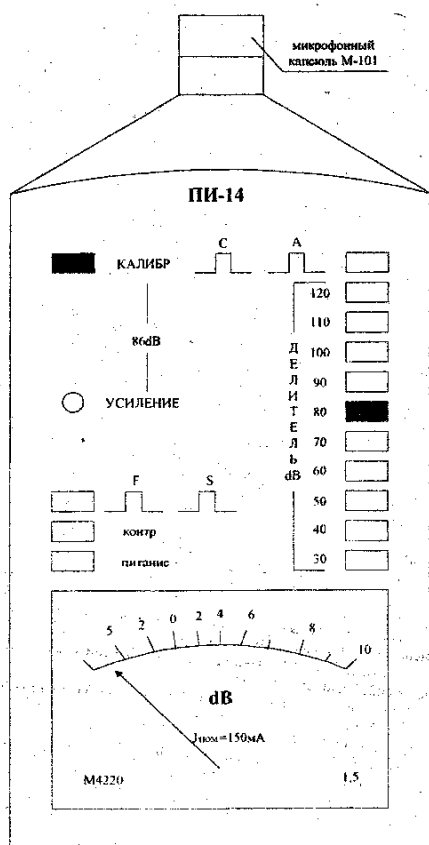


Рис. 3 – Шумомер

Капсюль М-101 навинчивать на измерительный прибор ПИ-14 при отключенной кнопке ПИТАНИЕ.

Уровень звукового давления измеряют по характеристике А или С.

Установить переключатели прибора в следующие положения;

- кнопку ПИТАНИЕ - нажать;
- кнопку 120 переключателя ДЕЛИТЕЛЬ dВ - нажать.

Для работы с шумомером необходимо в батарейный отсек нижнего основания измерительного прибора ПИ-14 установить четыре батареи КРОНА ВЦ.

Навинтить на измерительный прибор ПИ-14 капсюль М-101.

Кнопки переключателей ПИТАНИЕ, КОНТР нажать и проверить величину напряжения батарей. Стрелка показывающего прибора измерительного ПИ-14 должна находиться в секторе 6-10 дБ.

Отключить кнопку переключателя КОНТР.

Откалибровать шумомер. Для этого нажать кнопки переключателей КАЛИБР, ДЕЛИТЕЛЬ dВ 80 и с помощью потенциометра усиления установить показания измерительного прибора ПИ-14 равным 86 дБ.

Отключить кнопку переключателя КАЛИБР. Шумомер готов к работе.

ВНИМАНИЕ!

Хранение батарей КРОНА ВЦ после окончания измерений в отсеке измерительного прибора ПИ-14 запрещается.

В зависимости от. того, в какой коррекции (А или С) проводят измерения, установить кнопку АС соответственно: не нажимать, если находится в коррекции А; и нажать, если - в коррекции С. При измерении оператор должен находиться от шумомера на расстоянии вытянутой руки.

Если при измерении стрелка показывающего прибора находится в левой части: шкалы, то необходимо переключить кнопку ДЕЛИТЕЛЬ dВ на меньшую цифру, пока стрелка не переместится в правую часть шкалы на числовую отметку «О».

Показания следует отсчитывать сложением показаний переключателя ДЕЛИТЕЛЬ dВ и показывающего прибора.

Например: пусть при измерении уровня звукового давления на переключателе ДЕЛИТЕЛЬ dВ была нажата кнопка 80, а по шкале показывающего прибора стрелка находилась напротив отметки 4. Тогда общее показание уровня звукового давления будет: $80 + 4 = 84$ дБ.

Порядок выполнения работы

Определение снижения уровня шума на рабочем месте в зависимости от расстояния, на которое удален источник шума:

1. Шумомер установить на расстоянии 1 м от звукозащитного кожуха с открытой крышкой.
2. Включить шумомер и замерить уровни шума от одного звонка L_1 , от другого L_2 , от двух звонков $L_{1,2}$
3. Измерения произвести на расстоянии 2,3,4,5 м от источников шума.
4. Выключить шумомер и источники шума. Определить по формуле, указанной выше, величину снижения уровня шума, заполнить табл. полученными данными.

8. Содержание отчёта

Отчёт о лабораторной работе включает в себя:

1. Конспект темы «Исследование производственного шума»
2. Измеренные уровни шума следует занести в таблицу 2.
3. Выполнить расчеты по формулам (1-3). Результаты перенести в таблицу 2:

Таблица 2 – Результаты лабораторной работы

расстояние, м	Измеренные уровни шума L , дБ				Расчетные уровни шума L , дБ		
	ист. №1	ист. №2	Σ	Σ с кожухом	ист. №1	ист. №2	Σ
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

4. Постройте сравнительные графики (по данным таблиц);

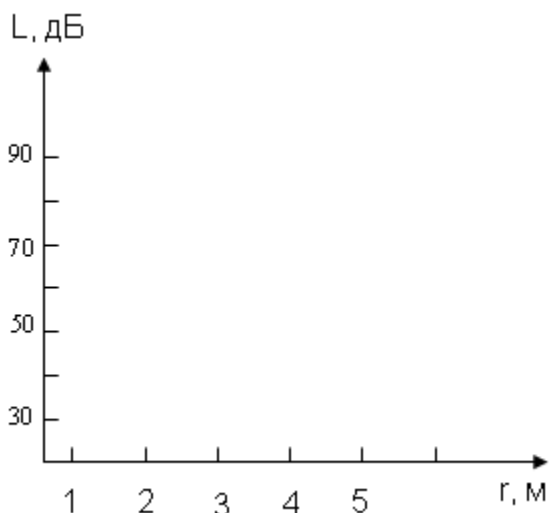


Рис. 4 Зависимость уровня шума от расстояния (измеренные значения)

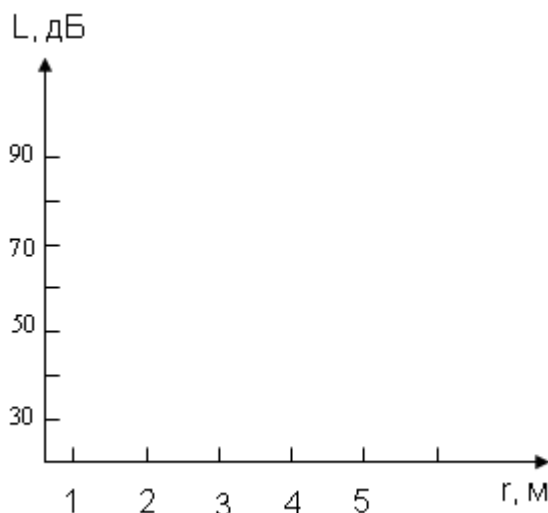


Рис. 5 Зависимость уровня шума от расстояния (расчетные значения)

5. Выводы должны содержать оценку соответствия уровней шума нормативным; оценку зависимости уровня шума от расстояния и суммарного уровня шума от количества источников; возможность подтверждения экспериментальных данных расчетами; предложения по уменьшению уровней шума.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой шум?
2. Какими параметрами характеризуется шум?
3. Что такое инфразвук и ультразвук?
4. Как нормируются шумы?
5. Каковы методы защиты от шума?
6. Каков принцип действия шумомера?
7. В чем проявляется вредное воздействие шума на организм человека?

Литература

1. Жидецкий В.Ц. Основи охорони праці.- Львів: Афіша, 2005.- 349 с.
2. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ ССБТ 12.1.001-89 Ультразвук. Общие требования безопасности.
4. ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
5. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

