

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра химии и инженерной экологии в строительстве

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплинам «Инженерная экология»
и «Медико-биологические основы безопасности»
для студентов всех направлений подготовки

Казань
2021

УДК 504.711
ББК 20.1
А61

А61 Определение уровня акустического загрязнения: Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплинам «Инженерная экология» и «Медико-биологические основы безопасности» для студентов всех направлений подготовки / Сост.: М.О. Амельченко, И.И. Антонова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2021. – 16 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Методические указания разработаны для выполнения студентами лабораторной работы по измерению уровней шума на учебных лабораторных стендах, а также рассмотрены вопросы оценки и нормирования вредного воздействия шума в быту и на рабочем месте.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкции КазГАСУ

Д.А. Аюпов

УДК 504.711
ББК 20.1

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2021

© Амельченко М.О.,
Антонова И.И., 2021

ВВЕДЕНИЕ

Шумом называется совокупность звуков различной частоты и интенсивности, неблагоприятно воздействующих на организм человека.

По физической природе шум представляет собой волнообразно распространяющееся в пространстве механическое колебательное движение частиц упругой (твердой, жидкой, газовой) среды. Следует отметить, что в жидкости и газе распространяются только продольные волны. Изменение состояния среды при распространении звуковой волны характеризуется звуковым давлением P (Па) – превышением давления над давлением в невозмущенной среде. При нормальных условиях (температура 293 К и давление 1013,25 ГПа или 760 мм. рт. ст.) скорость звука в воздухе равна 331 м/с (в жидкостях 1500 м/с, в твердых телах 4000 м/с).

Колебания в диапазоне частот 20 Гц – 20 кГц воспринимаются ухом человека как слышимый звук. Колебания с частотой менее 16 Гц (инфразвук) и с частотой более 20 кГц (ультразвук) ухом не воспринимаются, но могут также оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека.

По условиям возникновения производственные шумы (ГОСТ 12.1.003-2014) могут быть механического (90%), аэрогидродинамического, электромагнитного происхождения, а по условиям распространения – воздушными и структурными.

Целью лабораторной работы является:

1. Изучение представления о физической природе шума, единицах измерения интенсивности шума, механизмах воздействия на организм человека и нормировании шумовых характеристик.

2. Проведение экспериментального изучения уровней шума на современном оборудовании, оценка соответствия шумовых характеристик нормативным значениям и влияния измеренного шума на здоровье и производительность труда человека.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Основными физическими параметрами, характеризующими звук, является **звуковое давление P** и **интенсивность звука I** . Слуховой аппарат человека воспринимает P величиной, пропорциональной среднему квадрату звукового давления P_0 :

$$P^2 = \frac{1}{T} \int_0^T P_0^2(\tau) d\tau,$$

где $P_0(\tau)$ – разность между мгновенными значениями полного давления и средним давлением в среде при отсутствии звукового поля;

T – время усреднения, которое для уха человека равно 30–1000 мс.

При распространении звуковой волны происходит перенос энергии. **Интенсивностью звука (Вт/м²)** называется количество звуковой энергии, переносимое звуковой волной в единицу времени через единицу поверхности.

Интенсивность звука связана со звуковым давлением зависимостью:

$$I = P^2 / (2\rho \cdot c),$$

где ρ – плотность среды, кг/м³;

c – скорость звука, м/с.

Область слышимости звуков ограничивается не только определенными частотами, но и определенными значениями давления и интенсивности звука. Максимальные и минимальные звуковые давления и интенсивности называются **пороговыми**. Минимальные значения (порог слышимости) при частоте 1000 Гц равны $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м. Звуки, относящиеся к порогу слышимости, воспринимают только люди с острым слухом. У 50% людей кривая порога слышимости лежит на уровне 15 дБ выше условно принятой средней кривой. Максимальные значения (порог болевого ощущения) соответствуют звукам, которые вызывают в органах слуха болевые ощущения при частоте 1000 Гц равны $P = 2 \times 10^2$ Па и $I = 10^2$ Вт/м. Таким образом, величины звукового давления и интенсивность звука, которые различает человек, могут меняться в широком диапазоне: по давлению до 10^7 раз и по интенсивности до 10^{14} раз. Согласно, закону Вебера-Фехнера, раздражающее действие шума на человека пропорционально не квадрату звукового давления, а логарифму от него. В этой связи, были введены логарифмические величины **уровни звукового давления и интенсивности**, измеряемые в децибелах (дБ). Так что,

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \text{ (дБ)},$$

где I_0 и P_0 – интенсивность звука и звуковое давление, соответствующие порогу слышимости на частоте 1000 Гц.

Слуховой аппарат человека обладает неодинаковой чувствительностью к звукам различной частоты – наибольшей на средних и высоких частотах (800–4000 Гц) и наименьшей – на низких (20...100 Гц). Одинаковые по интенсивности, но разные по частоте звуки воспринимаются как звуки разной громкости. В связи с чем, для физиологической оценки шума используются кривые равной громкости. Для того, чтобы приблизить результаты объективных измерений шума к субъективному восприятию, используют **корректированный уровень** звукового давления (уровень интенсивности), заключающийся в вводе зависящих от частоты звука поправок к уровню соответствующей величины (путем учета частотной характеристики шумомера). Вводимые поправки стандартизованы в международном масштабе, а наиболее употребляемой является коррекция А. Корректированный уровень звукового давления называется уровнем звука и измеряется в дБА. $L = L_A - \Delta L_A$.

Таблица 1

Стандартное значение коррекции A [2]

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

Громкостью называется субъективное ощущение, позволяющее слуховой системе располагать звуки по определенной шкале от звуков низкой интенсивности («тихие» звуки) к звукам большей интенсивности («громкие» звуки). Уровни звука в полосе шириной 1 Гц называются спектральной плоскостью, а зависимости (рис. 1) уровней звука от частоты называются спектром шума.

Постоянный шум может быть разложен на тональные (гармонические, синусоидальные) составляющие с указанием интенсивности и частоты каждого тона (разложение в ряд Фурье).

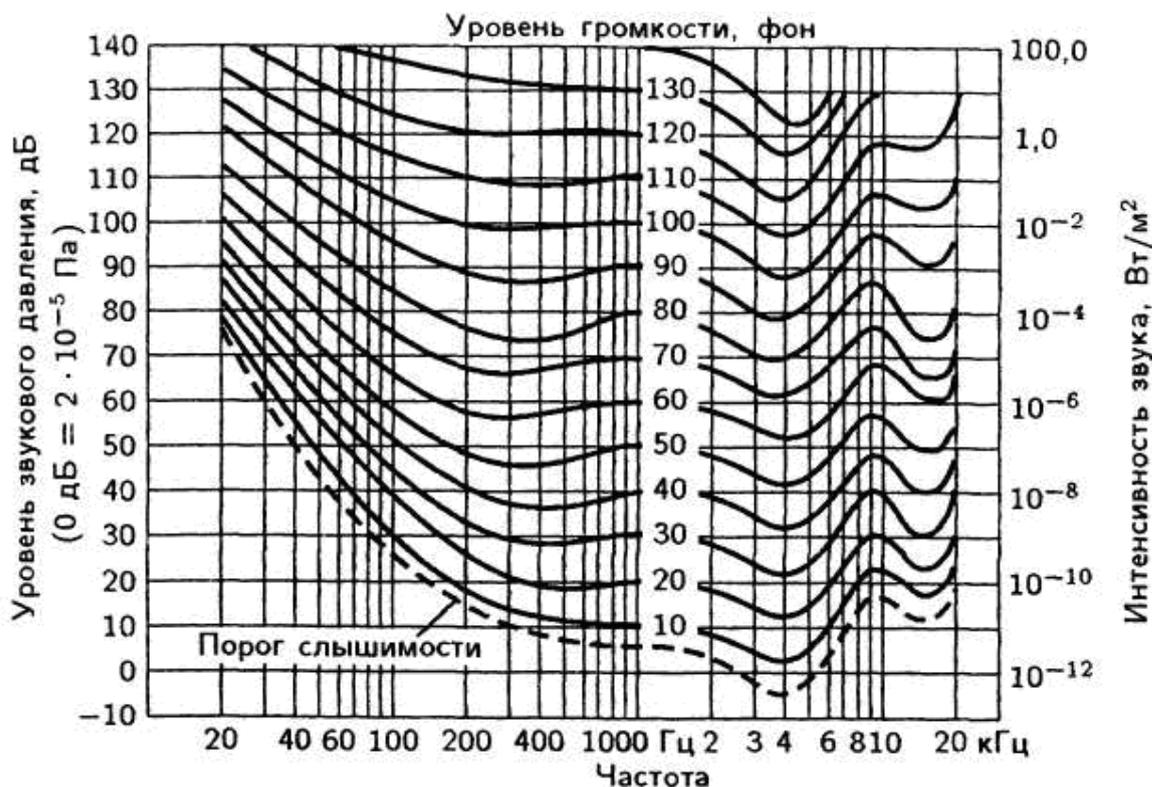


Рис. 1. Кривые равной громкости и зависимость уровня звукового давления в дБ от частоты при заданной громкости в фонах

ДЕЙСТВИЕ ШУМА НА ЧЕЛОВЕКА

Физиологическое воздействие шума на человека зависит от многих факторов: уровня звукового давления, его частного состава, времени воздействия частоты повторения и индивидуальных особенностей. Дискретные

составляющие в спектре шума увеличивают раздражающее действие по сравнению с исходным широкополосным шумом. На рис. 2 продемонстрированы зоны воздействия шума на человека в зависимости от уровня звука (L) и времени его воздействия (t) [1].

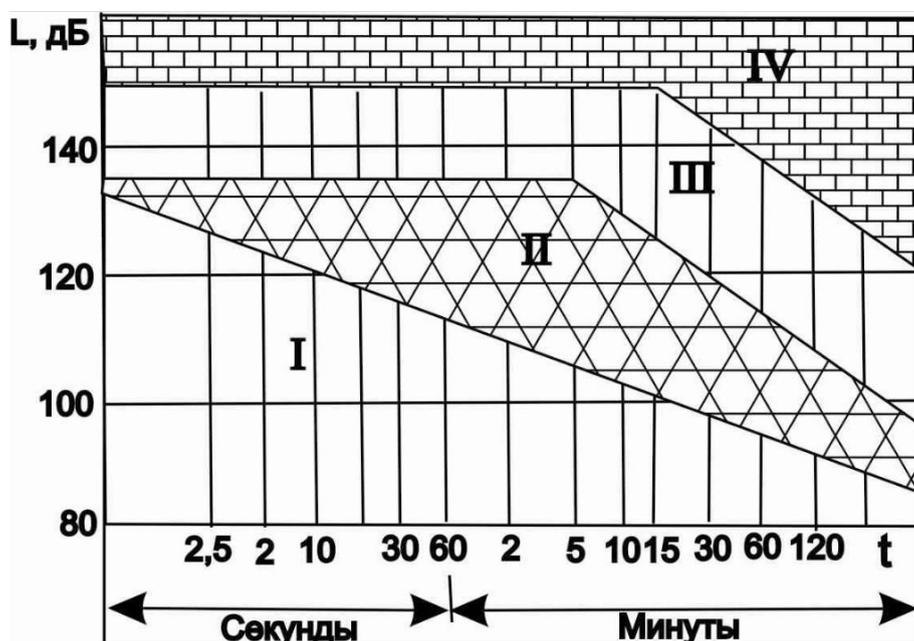


Рис. 2. Типичные зоны воздействия шума на человека:
 зона I – применение защитных средств не требуется;
 зоны II и III – защита органов слуха обязательна;
 зона IV – пребывание человека с любой защитой запрещено

Влияние производственного шума на организм человека также может сопровождаться развитием профессиональных заболеваний. Длительное воздействие шума на человека может приводить как к частичной, так и полной потере слуха – профессиональной тугоухости, а также оказывать глубокое воздействие на весь организм человека. Так, при шуме 130 дБ возникают болевые ощущения. Шум в 150 дБ для человека непереносим, а выше 190 дБ способен разрушать металлические конструкции. Шум, обладая кумулятивными качествами, накапливаясь в организме, оказывает негативное воздействие, в первую очередь, на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Шум-источник и причина многих заболеваний и функциональных расстройств (в том числе психических).

В зависимости от уровня и характера шума условно можно выделить несколько ступеней его воздействия на человека.

1. Отсутствие шума – полное отсутствие шума противоестественно, абсолютная тишина угнетает, пребывание в полной тишине более нескольких суток ведет к психическим расстройствам.

2. Шум 20–60 дБА – шумовой фон, постоянно действующий на человека в его повседневной деятельности. Степень вредности такого шума зависит от индивидуального отношения к нему. Первичный шум или шум,

воспроизводимый самим человеком, не беспокоит. Шум, превышающий 40 дБА, может создавать повышенную нагрузку на нервную систему, особенно при умственной работе. Воздействие на психику возрастает с увеличением частоты и уровня шума, а также с уменьшением ширины полосы частот шума.

3. Шум 60–80 дБА оказывает психологическое воздействие, создает значительную нагрузку на нервную систему человека (особенно при умственной работе). В результате наблюдается повышенная утомляемость, раздражительность, ослабление внимания, замедление психической реакции, снижение производительности и качества труда. При импульсных и нерегулярных шумах степень воздействия шума повышается.

4. Шум 80–110 дБА оказывает физиологическое воздействие на человека, приводит к видимым изменениям в его организме. Под влиянием шума свыше 80 дБА наблюдается ухудшение слуха. Однако изменения в функциональном состоянии нервной системы и ряда органов наступают значительно раньше, их совокупность характеризуется как **шумовая болезнь**. Длительное воздействие шума вызывает ряд заболеваний, связанных с перенапряжением нервной системы, таких как гипертоническая болезнь, в некоторых случаях желудочно-кишечные и кожные заболевания. Увеличение уровня звука от 70 до 90 дБА способствует снижению производительности труда на 20%.

5. Шум выше 110 дБА оказывает травматическое действие на органы слуха. При шуме, превышающем 140 дБА, возникает риск разрыва барабанной перепонки [2].

НОРМИРОВАНИЕ И ЗАЩИТА ОТ ШУМА

Для защиты человека от неблагоприятного воздействия шума необходимо регламентировать его интенсивность, спектральный состав, время воздействия. Нормирование допустимых уровней шума производится для различных мест пребывания населения (производство, дом, места отдыха) и основывается на ряде документов: **ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности, СП 51.13330.2011 Защита от шума**. Санитарные нормы допустимого уровня шума на промышленных предприятиях и в жилых зданиях различны, так как в цехе рабочие подвергаются воздействию шума в течение одной смены – 8 часов, а население крупных городов – почти круглосуточно. Допустимым считается уровень шума, который не оказывает на организм человека никакого негативного воздействия, не снижает его работоспособность и не влияет на его самочувствие и настроение. В нормативные показатели, исходя из характера шума и места расположения объектов, можно вносить поправки, колеблющиеся от -5 до +10 дБА. Нормативные уровни с учетом соответствующих поправок называются допустимыми уровнями, с которыми сопоставляются фактические уровни

звука в конкретной ситуации. Нормируемыми параметрами для постоянных шумов являются допустимые уровни звукового давления в 8 октавных полосах частот (L , дБ) и уровни звука (L_A , дБА). Для непостоянных шумов – эквивалентные и максимальные уровни звука, а также дозы шума. Допустимые уровни постоянного шума на рабочих местах в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 приводятся в виде предельных спектров (ПС) уровней звукового давления или допустимых уровней звука в зависимости от вида трудовой деятельности или рабочего места. Для непостоянных шумов на производстве максимально допустимыми считаются эквивалентный уровень шума $L_{A экв} = 80$ дБА или доза $D = 1 \text{ Па}^2 \times \text{час}$ [3].

Совокупность допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот называется **предельным спектром**, а указанный метод нормирования – **нормированием по предельному спектру шума**. Например, ПС-80 обозначает предельный спектр, имеющий в указанной октавной полосе допустимый уровень звукового давления 80 дБ. Значения предельно допустимых уровней звукового давления (табл. 2) в нормируемых октавных полосах частот установлены с учетом одинакового физиологического и психологического воздействия шума на человека.

Таблица 2

Допустимые уровни звука и звукового давления на рабочих местах

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, руководящая работа, конструирование и проектирование	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные работы в лаборатории	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Рабочие места в помещениях диспетчерской службы и другие	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электропоездов, поездов метрополитена	99	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиры) легковых автомобилей	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Рабочие места в кабинах и салонах самолетов и вертолетов	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
--	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Одним из способов устранения негативного воздействия шума на окружающую среду является использование звукоизолирующих экранов между источником шума и жилой застройкой или заповедной зоной. Правильное проектирование конструкций машин и оборудования и их исправное состояние позволяет уменьшить шум на 20...25 дБ. Комплекс строительно-акустических мероприятий, предусматривает различные акустические и архитектурно-планировочные решения, использование которых позволяет значительно снизить уровень производственного шума на пути его распространения.

Звукоизолирующие свойства конструкций обусловлены способностью отражать звук, и характеризуется коэффициентом звукопроницаемости (τ), звуковой мощности ($P_{пр}$), прошедшей через ограждение ($P_{пад}$), к падающей $\tau = (P_{пр}/P_{пад})^2$.

Звукоизолирующие преграды (рис. 3) в виде стен, перегородок, кожухов, кабин, перегородок служат для того, чтобы не пропускать звук из шумного замкнутого объема. Поглощение звука обусловлено диссипацией колебательной энергии в тепловую из-за потерь на трение в порах материала. Поэтому для эффективного звукопоглощения необходимо использовать пористые структуры, а для звукоизолирующих конструкций наоборот требуются плотные, твердые и массивные материалы. Способность материалов поглощать звук оценивается коэффициентом звукопоглощения (α), который представляет собой отношение звуковой мощности, поглощенной материалом, к мощности, падающей на него.

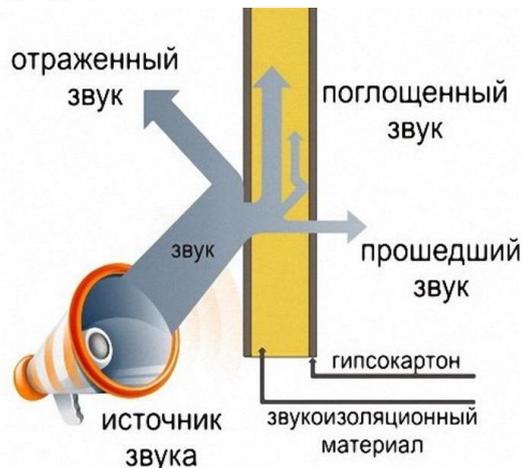


Рис. 3. Схема работы звукоизоляции

Так, например, кирпич, бетон имеют $\alpha = 0.01 - 0.05$, а для звукопоглощающих материалов – ультратонких капроновых волокон, минеральной ваты, древесноволокнистых и минераловатных плит с профилированной поверхностью, пористого поливинилхлорида $\alpha > 0.2$. Установка звукопоглощающих облицовок снижает шум на 6...8 дБ в зоне отраженного звука и на 2...3 дБ вблизи источника шума. Звукоизоляция, как и

другие способы борьбы с шумом, применяется в том случае, если уровень звукового давления источника шума превышает допустимый уровень (норму) $L > L_n$. Разница этих значений составляет требуемую величину звукоизоляции $\Delta L_{гр} = L - L_n$. Фактическое ослабление шума ограждениями должно удовлетворять неравенству $\Delta L \geq \Delta L_{гр}$. Для определения ΔL практически используются аналитический, графический, экспериментальный способы. При ориентировочных расчетах аналитическим способом звукоизоляция однослойного плоского ограждения определяется по формуле:

$$\Delta L_{расч} = 20 \lg(M \cdot f) - 47,5,$$

где M – масса 1 м² ограждения;

f – частота звука, Гц.

Из формулы следует, что значение звукоизоляции ограждения зависит от массы и частоты, увеличиваясь при каждом удвоении этих параметров на 6 дБ – закон массы. Но он справедлив не для всех частот. На низких частотах эффективность звукоизоляции определяется жесткостью ограждения и резонансными явлениями в ограждаемых объемах. Первая частота собственных колебаний производственных конструкций обычно не превышает 15–30 Гц и лежит ниже нормируемого диапазона частот. В этом диапазоне значительной изоляции обычно не требуется. В области высоких частот вновь наблюдается ухудшение звукоизоляции из-за пространственного резонанса изгибных колебаний самих ограждений.

Таблица 3

Характеристики, определяющие звукоизолирующие свойства строительных материалов

№ п/п	Наименование материалов	Толщина плоского слоя, мм	Поверхностная плотность, кг/м ²
1	Древесноволокнистая плита (ДВП)	3	3,3
2	Сталь	8	59,6
3	Шифер	7	13,7
4	Древесностружечная плита (ДСП)	20	17,3
5	Фанера	10	1,6
6	Дюралюминий	0,5	6,9
7	Стекло органическое	6	3,8
8	Пенопласт	95	1,3
9	Гипс	13	12,8

Также, необходимо упомянуть о том, что эквивалентный уровень измеряется интегрирующими шумомерами и может быть определен расчетным методом. Суть метода заключается в том, что диапазон, подлежащий измерению уровней звука, разбивают на интервалы, затем через

равные промежутки времени в течение определенного периода производят измерения уровня звука по шкале А шумомера и подсчитывают количество отсчетов в каждом интервале.

Допустимые уровни шума для различных видов трудовой деятельности согласно ГОСТ 12.1.003-83 представлены в табл. 4.

Таблица 4

Уровни шума для различных видов трудовой деятельности с учетом степени напряженности труда [3]

Вид трудовой деятельности	Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
Работа по выработке концепций, новых программ; творчество; преподавание	40
Труд высших производственных руководителей, связанных с контролем группы людей, выполняющих преимущественно умственную работу	50
Высококвалифицированная умственная работа, требующая сосредоточенности; труд, связанный исключительно с разговорами по средствам связи	55
Умственная работа, выполняемая только с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; высокоточная категория зрительных работ	60
Умственная работа, по очному графику с инструкцией (операторская), точная категория зрительных работ	65
Физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем	80

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Определение уровней шума работающего оборудования и звукоизолирующей способности ограждающих конструкций (плит) в задаваемых диапазонах частот производится на учебной экспериментальной установке (рис. 4). Она включает в себя акустическую трубу с излучателем шума, набор образцов испытываемых материалов и шумомер [4].

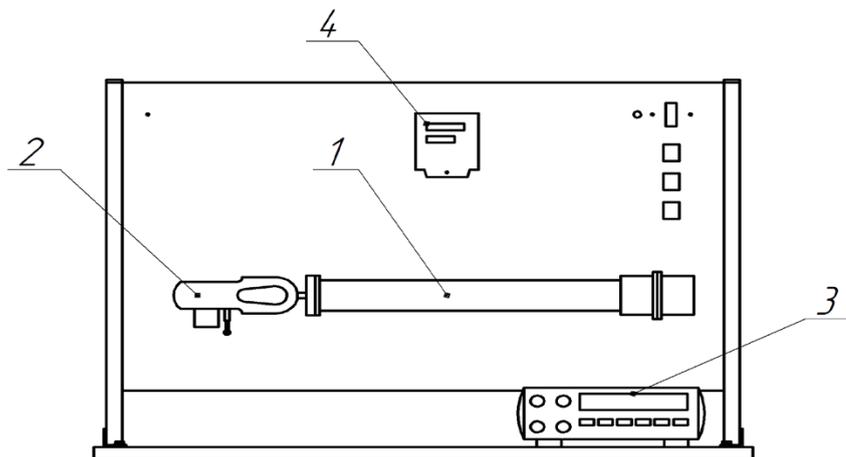


Рис. 4. Лабораторная установка:

- 1 – акустическая труба с излучателем шума; 2 – измеритель шума;
3 – генератор шума Victor 2002; 4 – цифровой измеритель ТРМ 200

Требования безопасности при выполнении лабораторной работы

1. Работа выполняется в строгом соответствии с методическими указаниями бригадой, состоящей не менее чем из двух человек.

2. Делать какие-либо переключения на приборах, не предусмотренные порядком выполнения работы, запрещено.

3. Разрешается использование цифрового шумомера только в соответствии с инструкцией по его эксплуатации. Воздействие ветра на микрофон вносит в результаты измерений дополнительные помехи. При его порывах необходимо использовать ветрозащитный чехол микрофона для устранения пиковых значений постороннего сигнала.

4. Нельзя допускать падений, ударов и воздействий на шумомер сильных вибраций.

К работе с лабораторным стендом допускаются лица, ознакомленные с его устройством и принципом действия. Все подключения и работы на стенде проводить сухими руками.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить методические указания, подготовить форму отчета о выполненной работе, в которую внести название и цель работы, основные сведения об изучаемых процессах, схему экспериментальной установки, заготовить табл. 2 для записи результатов измерений и вычислений. Записать данные установки, условия опыта.

2. Ознакомиться с инструкцией генератора Victor 2002 (Документация к стенду).

3. Ознакомиться с инструкцией Цифрового шумомера УТ 351/352 (Документация к стенду).

4. Включить питание установки с помощью автомата «Сеть 220 В».

5. Включить звуковой генератор кнопкой ВК1.

6. Включить компьютер и запустить программу проведения

лабораторной работы «Определение уровня акустического загрязнения». Кнопкой «Пуск» на лицевой панели включить программу измерений.

7. Вывести генератор на выбранные частоты.

8. Произвести измерения синусоидального сигнала, при которой уровень звукового давления на частоте 250 Гц находился бы в пределах от 90 до 100 дБ. Троекратно измерить уровень звукового давления на частотах 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Результаты занести в табл. 5 отчёта по лабораторной работе.

9. Установить звукоизолирующую перегородку 2 (рис. 4) и повторить троекратные измерения уровня звукового давления на тех же частотах. Результаты измерений занести в табл. 5.

10. Построить гистограммы спектров шума для различных образцов звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов. Характеристикой постоянного шума на рабочих местах является эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА, определяемый по формуле:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

где P – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

P_0 – минимальное значение звукового давления в воздухе, воспринимаемое органами слуха, принимается равным 2×10^{-5} Па.

Среднеквадратичная величина звукового давления определяется по формуле:

$$P = \sqrt{(L_{A1} - L_{CP})^2 + \dots + (L_{Ai} - L_{CP})^2}$$

где i – число измерений (в данной работе $i=3$);

L_{CP} – среднее арифметическое:

$$L_{CP} = \frac{L_1 + \dots + L_i}{i}.$$

Эффективность \mathcal{E} звукоизолирующей перегородки определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{L - L_{3И}}{L} \cdot 100\%.$$

11. Рассчитать L_{Acp} и $L_{3Иcp}$ по предоставленной формуле для каждой из среднегеометрических частот. Результаты вычислений занести в табл. 5 отчета.

12. Рассчитать среднеквадратичные величины звукового давления (P_A и $P_{3И}$) для измерений без звукоизоляционной перегородки и с ней по предоставленной формуле. Результаты вычислений занести в табл. 5 отчёта.

13. Рассчитать эквивалентный уровень звука (L_A и $L_{3и}$) для измерений без звукоизоляционной перегородки и с ней по предоставленной формуле. Результаты вычислений занести в табл. 5 отчёта.

14. Вычислить эффективность \mathcal{E} звукоизолирующей перегородки по предоставленной формуле.

15. Построить гистограмму распределения эффективности звукоизоляции от среднегеометрической частоты шума.

16. Построить график полученного спектра и предельного.

17. Составить отчет о лабораторной работе, в котором провести сравнение результатов замеров уровней звукового давления с допустимыми значениями $L_{доп}$ по СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

18. Сделать выводы по выполненной работе.

Таблица 5

Результаты определения эффективности использования звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов

Наименование и свойства материала	Среднегеометрические частоты, Гц	Эквивалентный уровень звука (L_A)	Эквивалентный уровень звука ($L_{3и}$)	Коэффициент эффективности (\mathcal{E})
	63			
	125			
	250			
	500			
	1000			
	2000			
	4000			
	8000			
	63			
	125			
	250			
	500			
	1000			
	2000			
	4000			
	8000			
	63			
	125			
	250			
	500			
	1000			
	2000			
	4000			
	8000			

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение шума.
2. Перечислить основные физические параметры, характеризующие звук.
3. Что дает применение автоматики для снижения акустической нагрузки компрессоров на окружающую среду?
4. Дать основную классификацию шума.
5. Перечислить основные ступени воздействия шума на организм человека.
6. Дать определение предельного спектра.
7. Описать лабораторный стенд «Влияние шума».
8. Рассказать о порядке выполнения данной лабораторной работы.
9. Перечислить основные формулы, необходимые при выполнении данной лабораторной работы.
10. Как изменяется суммарный уровень шума в зависимости от расстояния от компрессора.
11. Влияет ли изменение частот и амплитуд на изменение уровня шума.
12. Какие животные, по Вашему мнению, имеют значительно более низкий порог слышимости, чем люди?

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. – М.: Изд-во Логос, 2016. – 432 с.
2. Николайкин Н.И. Экология: учебник для ВУЗов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: Дрофа, 2004. – 624 с.
3. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: ИПК изд-во Стандартов, 2008. – 13 с.
4. Жукова Е.В. Шум как гигиеническая и социальная проблема: учебное пособие / Е.В. Жукова, Г.В. Куренкова, М.О. Потапова; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра профильных гигиенических дисциплин. – Иркутск: ИГМУ, 2020. – 56 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплинам «Инженерная экология»
и «Медико-биологические основы безопасности»
для студентов всех направлений подготовки

Составители: Амельченко М.О.
Антонова И.И.