

Электронный архив УГЛТУ

Министерство общего и профессионального образования РФ

УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

КАФЕДРА ОХРАНЫ ТРУДА

В.Н. СТАРЖИНСКИЙ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА**

**методические указания к лабораторной работе**

Екатеринбург 2000

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Краткое знакомство с основными понятиями промышленной акустики и нормированием производственного шума в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Шум. Общие требования безопасности".
2. Изучение методики измерения производственного шума с помощью электроакустической аппаратуры.
3. Оценка результатов исследования шума.
4. Оценка эффективности средств защиты от шума.

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ФИЗИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ШУМА

Звук как физическое явление представляет собой волновое движение упругой среды, как физиологическое явление он определяется ощущением, воспринимаемым органом слуха при воздействии звуковых волн.

При распространении звуковой волны в различных точках звукового поля возникают периодические сжатия и разрежения среды. Число периодических сжатий или разрежений в секунду, наблюдаемых в фиксированной точке среды, называется частотой звука. Ухо человека может воспринимать только те колебания среды, частота которых находится в пределах от 20 до 20000 Гц.

Периодические сжатия и разрежения в звуковой волне оцениваются звуковым давлением, представляющим разность в величине давления, существующего в данный момент времени при наличии звуковой волны и средним давлением, которое наблюдается в отсутствие звукового поля.

Большой динамический диапазон воспринимаемых ухом звуковых давлений затрудняет использование абсолютных значений звукового давления. Поэтому введена логарифмическая шкала уровней звукового давления, измеряемая в децибелах. Уровень звукового давления  $L$ , дБ, связан с абсолютным значением звукового давления  $P$  зависимостью

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

где  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па - стандартное звуковое давление, соответствующее порогу слышимости нормального уха на частоте 1000 Гц.

Диапазон уровней, воспринимаемых человеческим ухом, простирается от 0 до 140 дБ.

Шум - это всякие нежелательные звуки, например, мешающие восприятию полезных звуков или нарушающие тишину, или же оказывающие вредное или раздражающее действие на организм человека.

Производственный шум есть беспорядочное (хаотическое) сочетание звуков, различных по частоте и интенсивности.

Важнейшей характеристикой шума является его частотный спектр - функция, указывающая на характер распределения энергии по частотному диапазону.

В практике акустических расчетов и измерения шума принято представлять спектры в полосах частот определенной ширины.

За среднюю частоту полосы принимают среднегеометрическую частоту  $f_{cp}$ , Гц:

$$f_{cp} = \sqrt{f_n \cdot f_v},$$

где  $f_n$  - нижняя граничная частота,  
 $f_v$  - верхняя граничная частота.

Полоса, у которой  $f_B/f_H = 2$ , называется октавой, если  $f_B/f_H = 1,26$ , то ширина полосы равна 1/3 октавы.

Для сравнения шума машин, нормирования и других аналогичных целей используется представление спектров шума в октавных полосах.

По характеру спектра шумы подразделяются на широкополосные с непрерывным спектром шириной более одной октавы и тональные, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона. Тональный характер шума устанавливается измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шумы следует подразделять на:

- *постоянные*, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 6 дБА при измерениях на временной характеристике "медленно" шумомера.
- *непостоянные*, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не менее чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике "медленно" шумомера.

Непостоянные шумы в свою очередь подразделяются на:

- *колеблющиеся* во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени; - прерывистые, уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным и превышающим уровень фонового шума, составляет 1 с и более;
- *импульсные*, состоящие из одного или нескольких сигналов, каждый длительностью менее 1с, при этом уровни звука, измеренные при включении характеристики "медленно" и "импульс" шумомера, отличаются не менее чем на 10 дБ.

Особенность восприятия шума человеком заключается в том, что оно не только зависит от уровня звукового давления, но и от его спектрального состава. Два звука, имеющих одинаковый уровень, но разную частоту, будут восприниматься как разные по громкости. Звук более низкой частоты будет казаться более громким. Воспринимаемая ухом громкость звука - величина субъективная.

При длительном воздействии шума большой интенсивности наступают стойкие изменения в органе слуха, что приводит к тугоухости и глухоте. Изменению органа предшествует изменение других функциональных систем организма, в первую очередь, центральной нервной системы. Таким образом, вредное воздействие шума сказывается на всем организме в целом. Кроме того, в условиях производства шум способствует травматизму, приводит к потере профессиональной трудоспособности.

Основные методы борьбы с шумом:

- ослабление в источнике возникновения;
- изоляция шума;
- поглощение шума.

Наиболее радикальная мера борьбы с шумом - применение малошумных машин и механизмов. Однако, это не всегда возможно из-за сложности конструктивных изменений в машинах. Поэтому чаще используются методы звукоизоляции и звукопоглощение.

В данной лабораторной работе исследуется эффективность звукоизолирующей перегородки и звукопоглощающей облицовки в помещении.

**НОРМИРОВАНИЕ ШУМА**

Современные нормы допустимых уровней звукового давления (ГОСТ 12.1.003-83) представляют собой семейство кривых предельных спектров и регламентируют уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц (табл. 1).

Таблица 1

Предельно допустимые уровни звукового давления, дБ и уровни звука, дБА на рабочих местах

Наименование помещений	Среднегеометрическая частота октавных полос, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, помещения лабораторий, помещения приема больных	71	61	54	49	45	42	40	36	50
Помещения управлений (рабочие комнаты)	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Кабины наблюдения и дистанционного управления	94	87	82	78	75	73	71	70	80
То же, с речевой связью по телефону	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Постоянные рабочие места производственных помещений и на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	80

В табл.1 приведены допустимые уровни звукового давления для широкополосного шума. Для тонального и импульсного шума, измеренного шумомером на характеристике "медленно", допустимые уровни принимаются на 5 дБ меньшими, чем указано в табл. 1.

Для шума, создаваемого в помещениях с установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, допускаемые уровни звукового давления следует принимать на 5 дБ меньшими, приведенных в табл. 1.

Шум считается допустимым, если измеренные уровни звукового давления во всех октавных полосах нормируемого диапазона частот будут ниже регламентируемых значений.

Для ориентировочной оценки шума нормами допускается использование его общего уровня, измеренного по шкале "А" шумомера и именуемого "уровнем звука" в дБА.

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМА**

Для исследования и измерения шума применяются специальные приборы шумомеры в комплекте с анализаторами спектра шума (спектрометрами) или октавными фильтрами.

Принцип действия шумомеров основан на преобразовании звуковой энергии в электрическую, усилении и измерении сигнала. В качестве чувствительного элемента, воспринимающего звуковые колебания, используются микрофоны.

При проведении измерений микрофон шумомера должен быть направлен в сторону источника звука и удален не менее чем на 0,5 м от человека, проводящего измерения.

Измерения шума на рабочих местах производятся в соответствии с ГОСТ 20445-75 "Измерение шума на рабочих местах" на уровне уха работающего при включении не менее 2/3 установленного оборудования и характерном режиме его работы.

Измерение шума в производственных помещениях, не имеющих шумного оборудования (кабины наблюдения и дистанционного управления), проводятся при закрытых окнах и включенной механической вентиляции в трех точках, удаленных не менее чем на 2 м от ограждающих конструкций, а для кабин и помещений малого размера - в середине кабины или помещения.

Измерение шума на территориях, прилегающих к зданиям с нормируемым в них уровнем шумов, производится на высоте 1,2 м от поверхности земли в точках, расположенных на расстоянии 2 м от зданий.

Методы измерения шумовых характеристик машин регламентируются по ГОСТ 12.1.028-80 "Машины. Методики для выполнения измерений шумовых характеристик".

## ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

Установка состоит из тракта воспроизведения шума 1, звукомерной камеры 2 и измерительного тракта 3 (рис. 1).

Камера 2 размерами 1,2 x 0,6 x 0,6 м имитирует производственное помещение, в котором имеется источник шума - громкоговоритель, питаемый через усилитель от генератора шума. Для измерения шума в камере установлен микрофон измерителя шума и вибрации ИШВ-1.

Звукопоглощающая облицовка из ультратонкого стекловолокна (УТВ) выполнена в виде матов, закрепленных к стенкам камеры. Звукопоглотитель закрывается щитами из древесноволокнистой плиты. Звукоизолирующая перегородка представляет собой щит из древесноволокнистой плиты, устанавливаемый поперек камеры между источником шума и микрофоном.

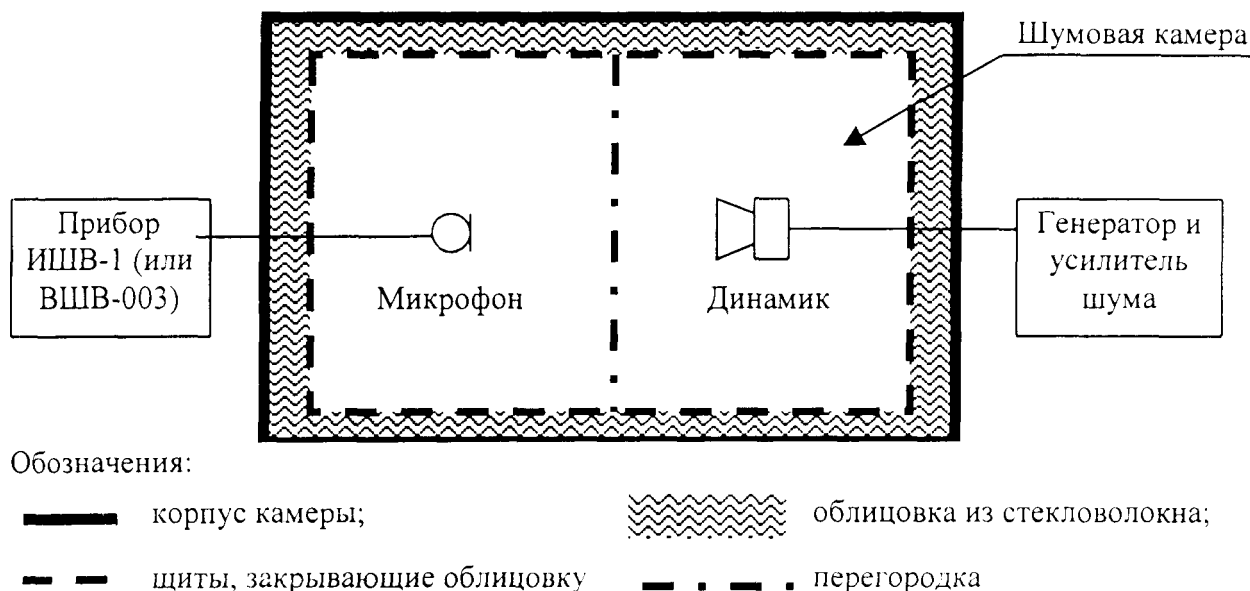


Рис.1. Схема установки для исследования шума

## ХАРАКТЕРИСТИКА И УСТРОЙСТВО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

Прибор ИШВ-1 обеспечивает измерение среднеквадратичных значений общих и октавных уровней звукового давления от 30 до 130 дБ в диапазоне частот от 20 до 12500 Гц. Шкала индикаторного стрелочного прибора отградуирована в децибелах. В приборе применен измерительный конденсаторный микрофон М-101 для преобразования звуковых давлений в электрические сигналы. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В.

Электрические сигналы от микрофона поступают в предусилитель, согласующий высокоомное сопротивление микрофона со входом прибора. На входе прибора (см. рис.2) имеется делитель напряжения, служащий для деления напряжения входного сигнала от 30 до 90 дБ. Рукоятка переключателя ступеней выведена на лицевую панель прибора с обозначением "Делитель-1". Далее сигнал поступает на вход первого усилителя, усиливается и с его выхода - на переключатель "Род измерений". В положении переключателя "А", "В" или "С" сигнал поступает на корректирующие фильтры, в положении "Фильтры" - проходит через октавные фильтры. После этого сигнал поступает на переключатель "Делитель-II", являющийся делителем напряжения на 40 дБ со ступенями по 10 дБ, далее на второй усилитель, среднеквадратичный детектор и стрелочный прибор.

Переключателем "Род работы" прибор включается и выключается, им задается динамическая характеристика режима работы "Быстро" или "Медленно".

Фильтры коррекции А, В и С формируют частотные характеристики, близкие к характеристикам чувствительности человеческого уха соответственно на уровнях громкости 40, 70 и 90 фон (фоны и децибелы численно равны для частоты звука 1000 Гц).

Октавные фильтры, через которые сигнал проходит при положении переключателя "Род измерений" - "Фильтры", предназначены для выделения из сигнала колебаний анализируемой октавной полосы частот. Каждый фильтр состоит из трех резонансных контуров определенной емкости и индуктивности. Настройка на требуемую частоту осуществляется переключателем "Частота", который подключает соответствующий фильтр.

Разъем "Вход" служит для подключения к прибору предусилителя с микрофоном. Разъем "Выход" предназначен для подключения к прибору анализирующих и регистрирующих приборов.

Разъем "Калибр" служит для проведения электрической калибровки прибора.

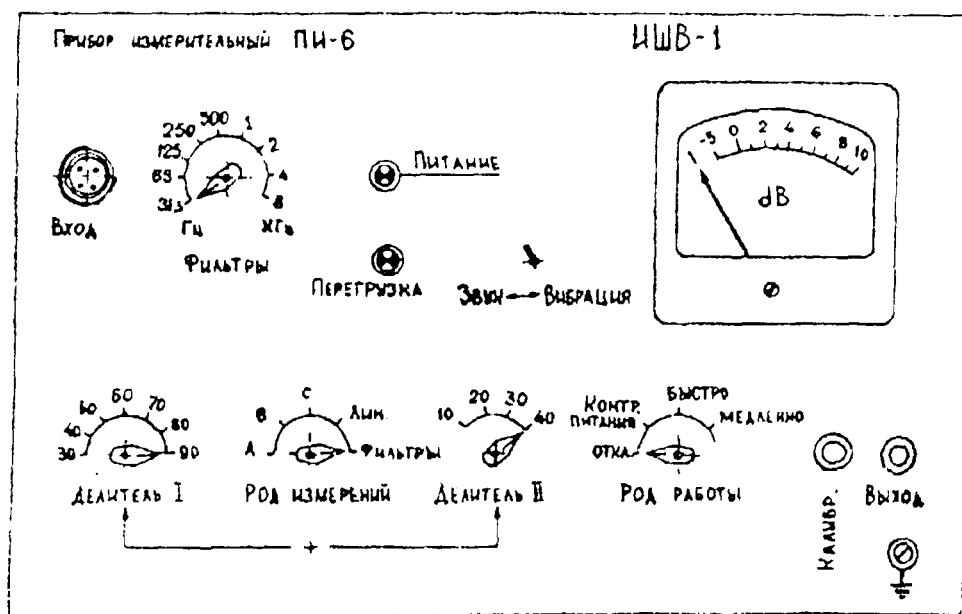


Рис. 2. Лицевая панель измерительного прибора ИШВ-1

## ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Подготовить установку к работе:

Во избежание случайного поражения электрическим током проверить наличие заземляющих проводов на клеммах корпусов приборов и их присоединение к шинам заземления. Части звуковой камеры должны плотно прилегать одна к другой в месте стыковки. Штекер, которым заканчивается кабель, идущий от микрофона к звуковой камере, должен быть закреплен на разъеме "Вход" измерительного прибора. Переключатель "Делитель-1" установить на 80 дБ, а "Делитель-II" - на 40 дБ, "Род работы" - отключен.

Проверить соединение выхода генератора шума со звуковой камерой. Включить вилки питания измерительного прибора и тракта воспроизведения шума в розетки "220 в". Переключатель "Род работы" измерительного прибора установить в положение "контроль питания", при этом стрелка прибора должна находиться в секторе с надписью "батарея", а сигнальная лампа - мигать.

После 5 минут прогрева установка готова к работе.

## ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ЗВУКА ПО ШКАЛЕ "А"

Установить переключатель "Род измерений" в положение "А", переключатель "Делитель-1" установить на 80 дБ, а "Делитель-II" - на 40 дБ, "Род работы" в положении "Быстро". Включить генератор шума, при этом стрелка прибора должна прийти в движение. Если она находится левее нулевого деления, то нужно выводить ее в правую часть шкалы установкой переключателя "Делитель-1" на меньшее значение. Уровень звукового давления отсчитывается сложением показаний переключателей "Делитель-1", "Делитель-II" и стрелочного прибора.

## ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ОКТАВНЫХ ПОЛОСАХ ЧАСТОТ

Переключатель "Делитель-1" установить на 80 дБ, а "Делитель-II" - на 40 дБ, "Род измерений" - на "Фильтры". Переключатель "Частота" - в положение 63 или 8000 Гц (в ближайшее из них). При включенном генераторе шума с помощью переключателя "Делитель-1" вывести стрелку прибора в правую половину шкалы и произвести отсчет (суммированием показаний обоих переключателей и стрелочного прибора). Внести результат измерений в таблицу. Установить переключатель "Частота" в следующее положение и аналогично произвести измерение.

Примечание: После окончания измерений переключатель "Род работы" установить в положение "ОТКЛ"

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

Измерение уровней звукового давления в камере без средств шумоглушения

1. Включить генератор шума (уровень сигнала устанавливает преподаватель). Крышка камеры должна быть закрыта. Включить шумомер и занести полученные данные  $L$  (дБ) и  $L_a$  (дБА) в 1 строку таблицы отчета, (табл. 2)
2. По данным измерений построить график уровней звукового давления в октавных полосах частот, кривую допустимых уровней, и сравнить фактические уровни с допустимыми.

## Определение эффективности установки звукоизолирующей перегородки

1. Открыть крышку камеры и, не меняя положение микрофона и громкоговорителя, установить звукоизолирующую перегородку в паз посередине камеры. Снова закрыть крышку. Включить источник шума и измерительный прибор, произвести измерение шума так же, как это делалось в предыдущем случае. Полученные данные занести в строку 3 таблицы отчета.
2. Построить на графике спектр шума в камере после установки звукоизолирующей перегородки  $L_n$ .
3. По результатам измерений шума в камере без средств шумоглушения и со звукоизолирующей перегородкой (строка 1 и 3 таблицы 2) определить эффективность установки звукоизолирующей перегородки, которая равна разности  $L - L_n$ , дБ. Занести в строку 4 полученные значения, а на графике 2 построить кривую эффективности перегородки.
4. Сделать выводы об эффективности звукоизолирующей перегородки.

## Определение эффективности звукопоглощающей облицовки

1. Открыть крышку камеры и, не меняя положение микрофона и громкоговорителя, аккуратно убрать звукоизолирующую перегородку и щиты, закрывающие звукопоглощающую облицовку, установленную стационарно на стенках и крышке камеры. Закрыть крышку. Включить источник шума и измерительный прибор, провести измерение шума, как это делалось в предыдущих случаях. Полученные данные занести в строку 5 таблицы отчета.
2. На графике 1 построить спектр шума в камере со звукопоглощающей облицовкой  $L_{обл}$ .
3. По результатам измерения без средств шумоглушения и со звукопоглощающей облицовкой определить эффективность ее установки, которая равна разности  $L - L_{обл}$ , дБ. Занести в строку 6 таблицы отчета полученные значения. На графике 2 построить кривую эффективности звукопоглощающей облицовки.
4. Сделать выводы об эффективности звукопоглощающей облицовки.

Таблица 2

## Протокол проведения эксперимента

Параметр	Среднегеометрическая частота октавных полос, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. без шумоглушения									
2. ПДУ (норма) $L_{дон}$									
3. с перегородкой $L_n$									
4. снижение $L - L_n$									
5. с облицовкой $L_{обл}$									
6. снижение $L - L_{обл}$									



График 1

Уровни звука, дБ



График 2

Снижение, дБ

