

Ордена Трудового Красного Знамени  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ»  
(«МТУСИ»)

Лабораторная работа № 101  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ И МИКРОФОНА

Кафедра ТиЗВ  
Москва 2016

Лабораторная работа № 101  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ И МИКРОФОНА

Составители: А.С. Яновский

Редактор

Корректор

Подписано к печати 12.02.2016 , п.л. 0,8 , тир. 1,  
зак.666 , изд. № III. Бесплатно.

Московская типография № 9 Союзполиграфпрома. Москва, Волочаевская ул.,  
д.40

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение методов измерения основных характеристик громкоговорителей и микрофонов в заглушенной камере.

## ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Измерения чувствительности микрофонов и громкоговорителей должны проводиться в условиях свободного поля при очень низком уровне акустических и электрических помех. При измерениях на открытом воздухе акустические помехи неизбежны. Ветер, дождь и т.д. делают такие измерения невозможными. Точная аппаратура для акустических измерений, как правило, не рассчитана для работы на открытом воздухе. Поэтому измерения характеристик микрофонов и громкоговорителей проводят в специальных звукоизолированных заглушенных камерах, в которых создаются условия, эквивалентные свободному пространству.

Звукомерная заглушенная камера МТУСИ расположена в отдельном здании, изолированном от лабораторного корпуса института и связанном с ним подземным переходом. Здание заглублено на 4 м в землю и примерно на столько же возвышается над землей. Измерительные камеры, находящиеся в боковых секциях здания, полностью изолированы от него.

Заглушенная камера является прямоугольным параллелепипедом около 7 м длиной, 6 м шириной и 6 м высотой. Стены камеры стоят на бетонном фундаменте, изолированном от фундамента здания. Потолок железобетонный. Пол выполнен в виде монолитной бетонной плиты, лежащей на стальных рессорах. Стены камеры отделены от фундамента виброизоляционной прокладкой и не имеют механических связей со зданием. Единственный дверной проем со стальной рамой Р плотно закрывается массивной стальной дверью, которая укреплена на тележке и перемещается по рельсам. Благодаря уплотнению достигается высокая звукоизоляция.

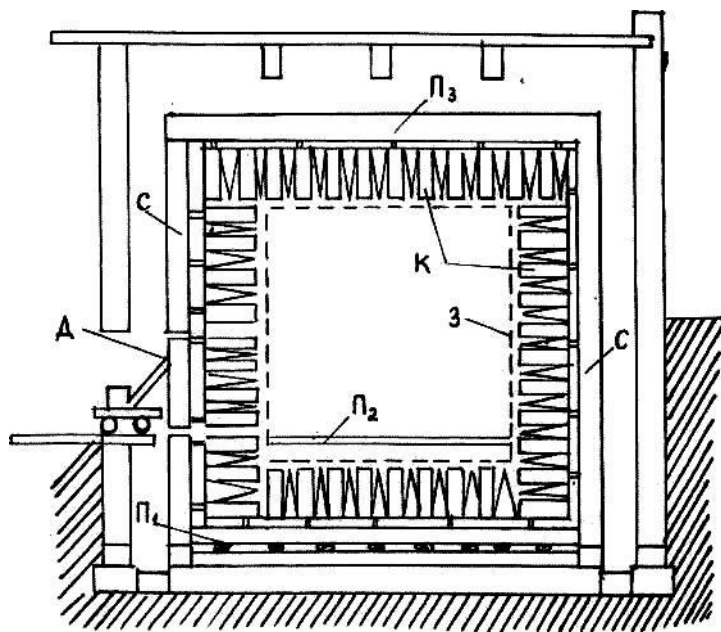


Рис. I

На рис. I показан разрез заглушенной камеры с закрытой дверью. По всей внутренней поверхности камеры, включая дверь Д, укреплены клинья К из пропитанного фенольными смолами стекловолокна. Конструкция крепления клиньев образует зазор 15-20 см между клиньями и поверхностью стен С и потолка П<sub>3</sub>. На полу камеры П<sub>1</sub> клинья стоят без крепления. Такая конструкция обеспечивает поглощение более 99% падающей звуковой энергии на всех частотах, кроме самых низких. Для сохранения пористости проклейка клиньев сделана слабой. Занавеси З из акустически прозрачной ткани из стекловолокна защищают клинья от случайного прикосновения. Для проведения студентами измерений в камере предусмотрен решётчатый пол П<sub>2</sub>, расположенный над нижними клиньями примерно на одном уровне с полом аппаратной. В камере предусмотрены специальные растяжки для подвеса измеряемой и измерительной

аппаратуры и щитки для их подключения. В средней части камеры находится поворотное устройство, на котором укрепляется исследуемый микрофон. С помощью этого устройства можно поворачивать микрофон при снятии характеристик направленности как вручную, так и дистанционно. Громкоговоритель расположен таким образом, чтобы высота его рабочего центра над уровнем пола равнялась высоте рабочих центров измерительного и исследуемого микрофонов. Рабочая ось громкоговорителя должна быть направлена на рабочий центр измерительного микрофона. Расстояние между громкоговорителем и микрофонами равно 1,65 м.

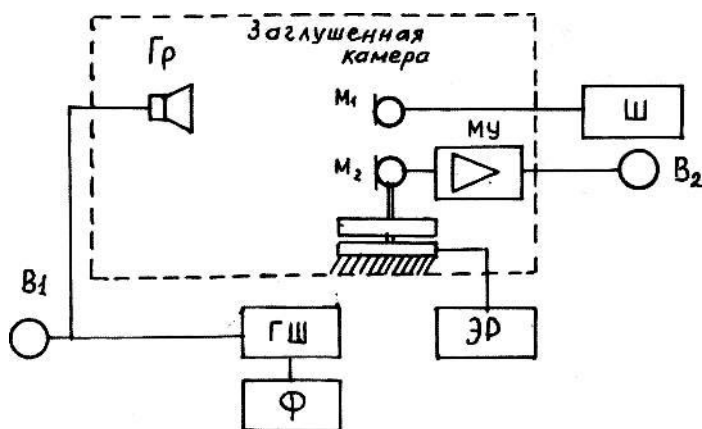


Рис. 2

На рис. 2 приведена структурная электрическая схема измерительной установки. Источником измерительного сигнала является персональный компьютер (ПК) с установленным приложением Spectralab. В качестве усилителя сигнала выступает генератор шума ГШ типа Г2-12. Подаваемое на вход громкоговорителя напряжение контролируют с помощью вольтметра В1. В качестве этого вольтметра используется прибор, встроенный в генератор Г2-12.

Измеряемые микрофоны М1 и М2 закреплены на небольшом расстоянии друг от друга на стойке поворотного стола ПС (типа 3921 фирмы Брюль и Кьер). По экранированному кабелю напряжение с выхода микрофона подается на вход звуковой карты (Ш и В<sub>2</sub>), что позволяет измерить уровень создаваемого звукового давления. Для снятия диаграмм направленности предусмотрено специальное электронное реле ЭР, с помощью которого электрический привод поворотного стола включается на время, необходимое для его поворота на 10°, 20° или 30° (см. приложение 2). Выбор угла поворота производится с помощью переключателя, находящегося на лицевой панели электронного реле.

В качестве первого измерительного микрофона используют динамический микрофон. Второй измеряемый микрофон является электретным и ему для работы необходимо подать дополнительное питание. Чтобы это сделать, надо в панели управления звуковой карты переключить кнопку +12V во включенное положение, что подаст усиление на микрофонный вход (на схеме это обозначено как МУ). **ВНИМАНИЕ!** Динамический микрофон необходимо измерять без дополнительного питания!

## ЗАДАНИЕ

1. Определить частотную характеристику звукового давления, развиваемого громкоговорителем.
2. Определить характеристику направленности электретного микрофона.
3. Определить характеристику направленности динамического микрофона.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

### 1. Подготовка к работе

1. Ознакомиться с описанием лабораторной работы.
2. Внимательно прочитать инструкцию по технике безопасности и расписаться в соответствующем журнале.
3. Проверить правильность всех соединений измерительной установки.
4. Получив разрешение преподавателя, зажать свет в звукомерной камере, откатить дверь, зайти в камеру и проверить расстановку аппаратуры: поворотный стол должен стоять на нулевой позиции, ось исследуемого микрофона (светлая сторона) направлена на центр громкоговорителя.
5. Включить измерительную аппаратуру.
6. Проверить работоспособность схемы, после чего выйти из камеры.
7. На ПК запустить SpectraLab.
8. **!!! Проверить, что в случае подключения электретного микрофона в панели управления звуковой карты включено питание +12V, а в случае подключения динамического - выключено !!!**

## 2. Определение частотной характеристики чувствительности микрофона

1. Нажать F8, открыть "01 АЧХ.cfg".
2. Кликаем Utilities, затем Signal Generator.
3. На всплывающем окне выбираем Feed Sweep.
4. Ставим галочку рядом с Peak Hold (на панели быстрого доступа).
5. В левом верхнем углу кликаем Run и получаем на экране частотную характеристику (ЧХ), дойдя до конца исследуемого частотного диапазона (20 кГц), нажать Stop.
6. Фиксируем получившуюся ЧХ нажатием кнопки 1 справа на экране (Overlays, set).

## 3. Определение характеристик направленности микрофона

1. На ЧХ выбираем 3 частоты из диапазона малых, средних и высоких частот. Рекомендуется выбирать частоты с достаточно высоким уровнем.
2. На всплывающем окне Generate выбираем Multiple Tones. Появится табличка Tone Settings, в которую необходимо внести значения 3 частот, выбранных в предыдущем пункте. (Левая кнопка Frequency (Hz), первые три строчки)
3. Снимаем галочку с Peak Hold.
4. Ставим галочку рядом с первой малой частотой (первая строка), а также рядом со второй и третьей строкой.
5. Жмём «OK».
6. Нажать RUN. После появления пиков, поставить последовательно курсор мыши на их максимумы, не отпуская левой кнопки мыши. Записать полученные значения в таблицу.



7. На пульте (слева от компьютера) жмём кнопку VOR.
8. В это время в камере микрофон поворачивается на нужный градус (когда горит светодиод).
9. Светодиод гаснет – микрофон повернулся.
10. После чего заносим в таблицу значения для 3 выбранных частот.
11. Повторить пункты 7 – 10 для каждого значения шага поворота.
12. Переключаем микрофон на динамический.
13. Выключаем усиление +12V в панели управления звуковой карты.
14. Повторяем пункты 6-11 (на тех же частотах).

#### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Структурная схема измерительной установки.
4. Таблицы с результатами измерений.
5. Характеристики направленности в полярных координатах.
6. Выводы по результатам измерений.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое уровень звукового давления?
2. Что такое чувствительность громкоговорителя?
3. Что такое чувствительность микрофона?
4. Что такое характеристика направленности микрофона?
5. Как устроен диффузорный громкоговоритель?
6. Как устроен динамический и электретный микрофоны?
7. Какие ещё типы микрофонов вы знаете?
8. В чём различие между микрофонами разных типов?
9. Каким образом осуществляется изменение характеристики направленности микрофона?
10. Как зависит направленность микрофона от частоты?
11. Почему измерение проводится в заглушенной камере?
12. На каких сигналах проводятся измерения?
13. Как зависит звуковое давление от расстояния?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожков М.А. Электроакустика. М., "Связь", 1978 (§ 2.6; 5.1-5.3; 5.5; 6.1-6.3; II.2.
2. ГОСТ 16122-70. Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний и измерений.
3. ГОСТ 16123-70. Микрофоны. Методы электроакустических испытаний и измерений.

## Поворотный стол для снятия полярных характеристик микрофонов и громкоговорителей

Для снятия полярных характеристик микрофонов и громкоговорителей в заглушенной камере используют поворотный стол типа 3921 фирмы Брюль и Кьер. Полярные характеристики электроакустических аппаратов могут быть записаны автоматически, путем сочетания поворотного стола с самописцем типа 2305.

При выполнении лабораторной работы студентами автоматическая запись заменяется снятием характеристик направленности по точкам. Для осуществления дистанционного управления поворотным столом дополнительно применено реле времени и электромагнитный тормоз.

Электронное реле времени типа ЭРВ подключает стол к сети на определенные промежутки времени. Для того, чтобы крышка стола не вращалась после снятия питания, стол снабжен электромагнитным тормозом, освобождающим мотор лишь при включении питания. Тормоз представляет собой колодку, укрепленную на подвижном якоре электромагнита. При подведении питания к столу якорь электромагнита притягивается и колодка освобождает двигатель стола.

Для удобства пользования реле при снятии характеристик направленности электроакустической аппаратуры временные интервалы были несколько изменены путем подбора соответствующих величин сопротивлений. Полученные временные интервалы соответствуют углам поворота, равным  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ , и  $30^\circ$ .

Дистанционное управление поворотным столом осуществляют следующим образом. Тумблер "выдержка", находящийся на лицевой панели, ставят в положение "выключено", а тумблер "автомат", подключающий реле к сети, - в положение "вкл". При этом загорится лампочка  $L_1$ , расположенная под этим тумблером. Через 4-5 мин, после того как реле прогреется и будет готово к работе, переключатель "секунды", проградуированный в градусах, ставят на нужный угол. Для поворота стола тумблер "выдержка" переводят в положение "вкл", запуская схему реле времени. В центре лицевой панели

при этом загорится неоновая лампочка, которая продолжает гореть в течение заданного интервала времени. Если лампочка погаснет, то это означает, что схема закончила отсчет. После этого тумблер "выдержка" следует поставить в положение "выключено" и лишь через 10-15с можно приступить к следующему повороту стола. При включении схемы ранее указанного срока реле будет отсчитывать произвольные интервалы времени, что приведет к получению неверных результатов (это объясняется тем, что конденсатор реле времени не успеет зарядиться до номинального напряжения).

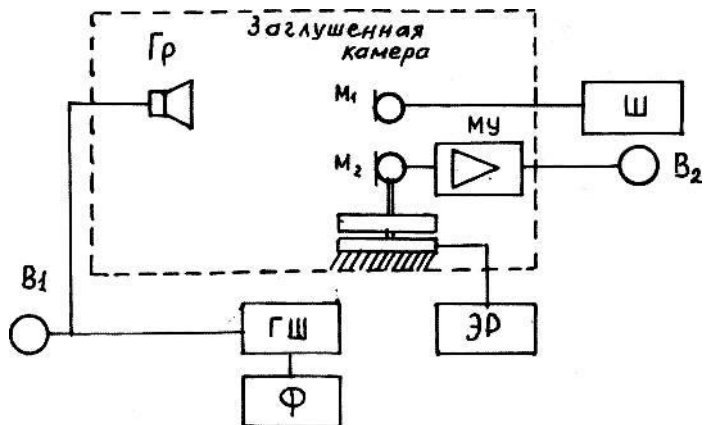


Рис.2.