

ВИМІРЮВАННЯ АКУСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТУДІЇ ЗВУКОЗАПИСУ

Козлов А.І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)
e-mail: d_res@nure.ua

The paper investigates how and by how much the real acoustic characteristics of a recording studio may differ from the calculated or model ones, taking into account all factors. The characteristics of a home recording studio have been studied. The reverberation time is calculated according to the Eyring formula. A three-dimensional model of the room was created in the EASE acoustic design environment. Measurements were performed in a real studio using the EASERA program. At medium frequencies, the measured reverberation time is slightly lower than the calculated and model.

Технічна організація студії звукозапису є багатоетапним і коштовним процесом. Важливою його частиною є акустичний проект, який може проводитися як шляхом розрахунків [1], так і шляхом моделювання [2]. В обох випадках є ряд припущень. В роботі досліджується, як і на скільки можуть відрізнятися реальні акустичні характеристики студії звукозапису від розрахункових або модельних при врахуванні всіх факторів.

Досліджено характеристики домашньої студії звукозапису в м. Харкові. Розміри приміщення: 2,8x3,5x2,4 м. Підлога – ковролін на гумовій основі по дубовому паркету. Застосована обробка стелі і стін пористо-волокнистих плит з мінеральної вати щільністю 25 кг/м³. Для зменшення часу реверберації на нижніх частотах застосований гіпсокартон товщиною 2,5 см на відстані 15 см від стін і стелі. Встановлено двері 2 м x 0,7 м, є вікно в операторську 0,6 м x 0,4 м.

Виконано розрахунок часу реверберації за формулою Ейрінга для октавного ряду частот від 125 Гц до 8 кГц. Враховано основний фонд звукопоглинання (за рахунок стін, підлоги, стелі, дверей, вікна), додатковий фонд звукопоглинання (поглинання виконавцями, кріслами) і додатковий фонд звукопоглинання (за рахунок проникнення звукових хвиль в щілини і отвори приміщення). Для площі студії менше 15 м² оптимальним часом реверберації вважають 0,2-0,35 с. У нашому випадку площа 8,4 м², час реверберації близько 0,2 с, що називають "мертвою" акустикою. Це дозволяє позбутися від провалів АЧХ на низьких частотах, викликаних акустичними резонансами (формантне звучання). У центрі частотного діапазону допуски становлять $\pm 10\%$, на краях діапазону $\pm 25\%$.

У середовищі акустичного проектування EASE [2] створена тривимірна модель приміщення, в місці розташування виконавців

розміщені імітуючі гучномовці. Поверхні в моделі задані частотними залежностями коефіцієнтів поглинання. Задана площина можливого розташування мікрофонів – на відстані 1,5 м від підлоги.

Частотна характеристика часу реверберації за результатами моделювання вписується у межі нормальної роботи і її можна порівняти з розрахунковою. Модельний експеримент дав середній час реверберації приблизно на 0,05 с менше розрахункового. Зменшення часу реверберації є більш сприятливим випадком в порівнянні зі збільшенням, тому що розбірливість звуку покращується.

Проведено вимірювання в приміщенні реальної студії за допомогою програми EASERA [3]. За допомогою джерела звуку – активного студійного монітора, підключеного до зовнішнього аудіоінтерфейса, в приміщенні студії випромінювалися звукові хвилі випробувальних сигналів, тиск яких реєструвався в двох точках за допомогою мікрофонів. EASERA обчислювала часи реверберації T10, T20, T30 в октавних інтервалах відповідно до енергетичними діапазонами від -5 дБ до -15 дБ (T10), від -5 дБ до -25 дБ (T20) і від -5 дБ до -35 дБ (T30).

Вимірний час реверберації починаючи з частоти 1 кГц постійний і близький до 0,12 с, а на частоті 125 Гц не перевищує 0,22 с. Отримані експериментальні результати дуже близькі до розрахункових і модельних.

Розрахунковий, модельний і експериментальний графіки (рис.1) практично повністю збігаються на низьких і верхніх частотах. На середніх частотах вимірний час реверберації трохи нижче розрахункового та модельного. Зменшення часу реверберації є більш сприятливим випадком в порівнянні зі збільшенням, тому що це зменшує резонанси приміщення малого об'єму і робить частотну характеристику рівномірною.

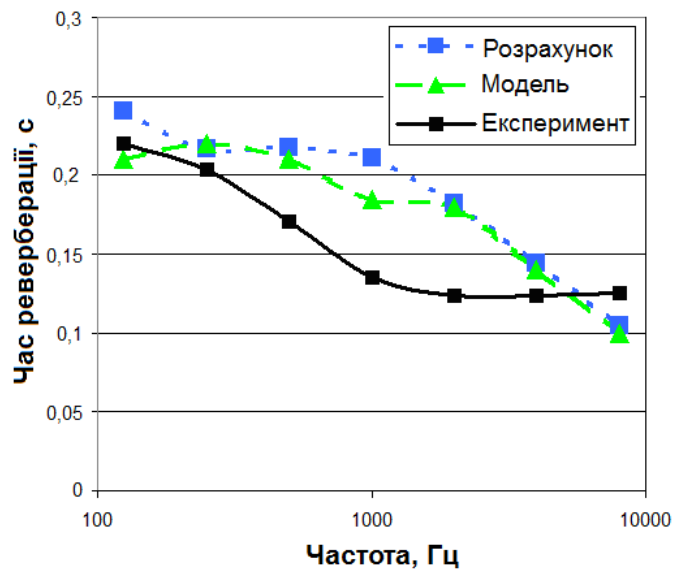


Рис.1

Перелік джерел: 1. Буйницький Д.В. Апаратно-программный комплекс для исследования акустических устройств // 23-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». – Харків, 16–18 квітня 2019 р. – с. 92-93. 2. Шевченко П.Д. Система вимірювання та аналізу акустичних характеристик приміщень: атестаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра. – Х.: ХНУРЕ. – 2019 р. – 68 с.