

ПОЛІГАРМОНІЧНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ АЧХ ЗВУКОВИХ ТРАКТІВ

**Л. В. Крупельницький, к.т.н., доцент,
В. А. Гарнага, к. т. н., старший викладач
Ж. П. Гончар, магістрант
Вінницький національний технічний університет
garnaga.v@gmail.com**

Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) є однією із найважливіших характеристик якості каналів і трактів радіомовлення та звукового супроводу телебачення. Відомі декілька методів вимірювання та оперативного контролю АЧХ та її окремих параметрів – нерівномірності, відхилення від заданої форми, неідентичності між каналами. При вимірюванні АЧХ виникає також задача одночасної оцінки інших частотних характеристик – фазочастотної характеристики (ФЧХ) та характеристики групового часу затримки (ГЧЗ).

Найпростіший із методів пов'язаний з використанням генератора низьких частот та вольтметра або вимірювача рівня. Вимірювання виконують по чергово для кожної точки із фіксованого ряду частот, подаючи на вхід звукового тракту однотональний (моногоармонічний) сигнал з генератора. Вимірювачем оцінюють середньоквадратичне значення вихідного сигналу. Недоліком такого моногоармонічного методу є досить великі затрати часу на вимірювання та обробку результатів. Як правило, передбачається вимірювання АЧХ при рівні вхідного сигналу мінус 21 дБ відносно номінального, а рівні вихідних сигналів необхідно віднормувати відносно рівня на опорній частоті 1 кГц. Результати, звичайно, необхідно представляти у децибелах, у табличній та графічній формах. При вимірюванні АЧХ міжміських каналів передачі звукового мовлення затрати часу зростають також у зв'язку з необхідністю узгоджувати процес вимірювання між двома операторами, а в результати вимірювань вноситься додаткова випадкова похибка

через флуктуацію в часі коефіцієнту передачі каналу. Моногармонічний метод погано пристосований до контролю форми АЧХ при оперативних регулюваннях .

В моногармонічному методі додатково, при наявності взірцевого опорного каналу, за допомогою фазометра, можна виміряти також і ФЧХ . Така можливість є тільки в студійних звукових трактах без пристроїв запису-відтворення звуку. Характеристику групового часу затримки , яка математично є похідною від ФЧХ , можна оцінити виконуючи вимірювання різниці фаз між близькими частотами і враховуючи можливі переходи фази через період. Але, через складність, такий метод вимірювання ГЧЗ практично не використовують.

Оптимальним для вимірювань АЧХ і ФЧХ звукових каналів і трактів, на погляд авторів, є полігармонічний сигнал (ПГС), сформований з суми 10-20 гармонічних складових, значення частот яких можуть задаватись користувачем із нормованого ряду або довільно. Всі амплітуди і початкові фази гармонічних складових однакові. Для отримання АЧХ і ФЧХ необхідно виконати аналіз спектру вихідного сигналу звукового тракту, вибрати опорну частоту (наприклад, 1000 Гц) та розрахувати відхилення рівня сигналу на інших частотах, що дає нерівномірність АЧХ. Для отримання ФЧХ розраховується різниця фаз між кожною спектральною складовою та опорною. Оскільки вимірювання АЧХ і ФЧХ відносні, по одній виборці сигналу, то мінімізуються похибки через флуктації коефіцієнту передачі звукового каналу, а також немає потреби в опорному сигналі для виміру ФЧХ. Останнє суттєво, наприклад, для виміру характеристик міжміських каналів звукового мовлення або трактів запису-відтворення магнітофонів.

Технічна реалізація методів вимірювань з використанням полігармонічних сигналів можлива в системах з цифроаналоговим і аналого-цифровим перетворювачами (ЦАП і АЦП) та процесором цифрової обробки сигналів. Прикладом такої вимірювально-інформаційної системи є, розроблений за участю авторів, комп'ютерний аналізатор параметрів звукових трактів АПЗТ-02 та АПЗТ-03.