

**А. І. Литвин-
Попович**

ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛІВ В РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

У статті описані результати досліджень методів оцінювання параметрів сигналів в радіотехнічних системах, при цьому головну увагу приділено системам радіолокаційного зондування атмосфери. Проведено порівняльний аналіз ефективності методів оцінювання параметрів сигналів

Ключові слова: радіотехнічні системи, радіолокаційне зондування атмосфери, обробка радіолокаційних сигналів, оцінювання параметрів сигналів

1. Вступ

Однією з важливих операцій, що виконуються при обробці сигналів в радіотехнічних системах (РТС), є оцінювання параметрів сигналів. Це є невід'ємна частина будь-якої вимірювальної системи — незалежно від галузі застосування, виду та особливостей використовуваних в ній сигналів. Зокрема, в радіолокаційних системах така процедура дозволяє виміряти параметри цілі, а в системах дистанційного зондування — параметри середовища, наприклад атмосфери. Точність результатів, отриманих РТС, істотно залежить від процедури оцінювання параметрів сигналу, отже вдосконалення процедур оцінювання параметрів сигналу, в тому числі на фоні завад та шумів, є актуальною задачею.

2. Постановка проблеми

В РТС сигнал завжди реєструється на фоні шумів (як мінімум — власних шумів самої системи), а часто — ще й на фоні різноманітних завад. Наявність шумів призводить до появи випадкової (флуктуаційної) похибки, а наявність завад, здебільшого — до появи систематичної похибки. Досить важливою задачею є розробка таких методів оцінювання параметрів сигналу, що мінімально чутливі до шумів та завад, та дають максимально точні оцінки за умов реальної заводової обстановки.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження. Найбільш загальним та універсальним підходом до оцінювання параметрів сигналів є використання багатоканального (паралельного) приймального пристрою, що складається з набору кореляторів або узгоджених фільтрів [1]. Кожен канал такого пристрою налагоджено на певне значення невідомого параметру сигналу, і завдання полягає в пошуку максимально можливого відгуку системи на вхідний сигнал. Коли такий відгук

знайдено — то канал, на виході якого його було отримано, узгоджений саме з реальним значенням невідомого параметру. Така система, детально розглянута у [1], дозволяє проводити вимірювання параметрів довільних сигналів. Пристосування системи до того чи іншого сигналу, того чи іншого невідомого параметру цього сигналу полягає лише в формуванні відповідної множини «зразкових» сигналів для каналів кореляційного приймача. При великому діапазоні пошуку параметрів сигналу, такий приймач має включати в себе значну кількість каналів, що ускладнює обробку інформації в реальному часі, проте ця проблема може бути спрощена за рахунок використання паралельних обчислювальних систем, таких як багатоядерні центральні процесори, чи графічні процесори (ГП).

При вирішенні задачі оцінювання параметрів для конкретного вузького класу сигналів часто можна досягти тих же результатів з меншими затратами обчислювальних ресурсів. В роботах [2–4] розглянуті особливості реалізації методів оцінювання параметрів для сигналів, розсіяних атмосферними неоднорідностями, в системах радіолокаційного зондування атмосфери (так званих радіолокаційних станціях вертикального зондування). Амплітудні спектри таких сигналів, що спостерігаються при часі накопичення одиниці-десятки секунд, мають приблизно гаусову обвідну, що дозволяє використати дещо спрощений підхід, що базується на відомих методах мінімізації функцій декількох змінних. Разом з тим, при обробці розсіяних сигналів на малих часових інтервалах, обвідна амплітудного спектру вже не є функцією Гауса, і в результаті ці спрощені методи дають суттєві похибки, що розглянуто в роботах [5, 6].

3.2. Результати досліджень. Загальна структурна схема, що пояснює реалізацію методів оцінювання параметрів сигналів, наведена на рис. 1. Зразкові сигнали для каналів цієї схеми формуються відповідно до очікуваних параметрів та виду сигналу, що оброблюється.

Вихідні сигнали пристрою порівняння в цьому випадку — факт наявності сигналу (d) та оцінка

його невідомого параметру (j). Ці сигнали формуються після оцінювання кореляційного інтегралу між вхідним сигналом та зразковими сигналами, де зразкові сигнали $x_i(t)$ формуються наступним чином: діапазон можливих значень невідомого параметру ділиться на число каналів приймача, і кожен з каналів бере зразковий сигнал з певним фіксованим значенням з цього діапазону.

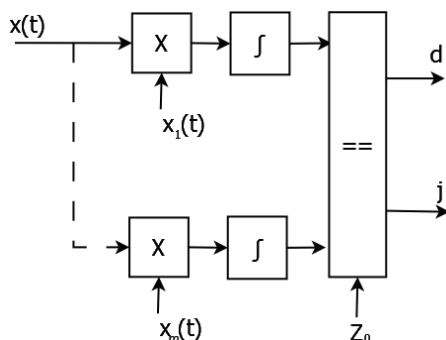


Рис. 1. Загальна структурна схема вимірювання параметрів сигналів

Кількість каналів приймача визначається з двох умов: з припустимих втрат вірогідності правильного виявлення сигналу та з припустимою похибкою оцінювання невідомого параметру сигналу. На рис. 2 наведено залежність похибки оцінювання від співвідношення сигнал/шум при різному шагу сітки по невідомому параметру (крива 1 відповідає мінімальному шагу сітки, 5 — максимальному). При зменшенні шагу сітки, похибка вимірювання суттєво зменшується. За рахунок адаптивного формування сітки опорних сигналів на основі априорних оцінок параметрів сигналу, можна суттєво знизити величину похибки при збереженні темпу видачі результатів системою.

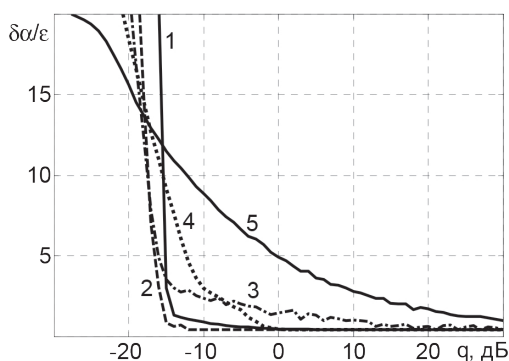


Рис. 2. Залежність похибки оцінювання від співвідношення сигнал/шум

Література

- Литвин-Попович А. И. Обнаружение сигналов в условиях априорной параметрической неопределенности [Текст] / А. И. Литвин-Попович // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч. -техн. сб. — 2012. — Вып. 168. — С. 16–21.
- Литвин-Попович А. И. Параметризация спектров рассеянных сигналов в РЛС вертикального зондирования атмосферы [Текст] / А. И. Литвин-Попович, В. Н. Олейников // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч. -техн. сб. — 2008. — Вып. 152. — С. 49–52.
- Литвин-Попович А. И. Повышение эффективности цифровой обработки сигналов РЛС вертикального зондирования атмосферы [Текст] / А. И. Литвин-Попович, В. Н. Олейников // Прикладная радиоэлектроника. — 2008. — № 4, том 7. — С. 400–403.
- Литвин-Попович А. И. Особенности реализации методов оценивания параметров рассеянных сигналов в системах дистанционного зондирования атмосферы [Текст] / А. И. Литвин-Попович, В. Н. Олейников // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч. -техн. сб. — 2009. — Вып. 160. — С. 314–320.
- Литвин-Попович, А. И. Анализ состояния атмосферы на малых временных интервалах [Текст] // А. И. Литвин-Попович, В. Н. Олейников // Прикладная радиоэлектроника. — 2010. — № 4, Т. 9. — С. 513–520.
- Литвин-Попович А. И. Обработка радиолокационных сигналов в параллельных вычислительных системах [Текст] / А. И. Литвин-Попович // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч. -техн. сб. — 2011. — Вып. 166. — С. 165–172.

ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А. И. Литвин-Попович

В статье описаны результаты исследований методов оценивания параметров сигналов в радиотехнических системах, при этом основное внимание уделено системам дистанционного зондирования атмосферы. Проведен сравнительный анализ эффективности методов оценивания параметров сигналов.

Ключевые слова: радиотехнические системы, радиолокационное зондирование атмосферы, обработка радиолокационных сигналов, оценивание параметров сигналов.

Андрей Игоревич Литвин-Попович, доцент кафедры радиоэлектронных систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, тел.: (068) 432-93-36, e-mail: andrey_res@ukr.net.

SIGNAL PARAMETER ESTIMATION IN RADIO ELECTRONIC SYSTEMS

A. Lytvyn-Popovych

The article describes results of a signal parameter estimation research for radio electronic systems, with emphasis given to remote sensing systems. Comparative analysis of signal parameter estimation methods has been provided.

Keywords: radio electronics system, radar remote sensing of the atmosphere, radar signal processing, signal parameter estimation.

Andrii Lytvyn-Popovych, associate professor, radioelectronics systems department, Kharkiv national university of radioelectronics, tel.: (068) 432-93-36, e-mail: andrey_res@ukr.net.