

УДК 621.373

Л.В. Хвостівська, канд. техн. наук, В.Л. Дунець, А.П. Серпутко
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИГНАЛІВ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

L.V. Hvostivska Ph.D., V.L. Dunetc, A.P. Serputko
**SIMULATION MODELING OF SIGNALS FOR TESTING ALGORITHM OF
RADIOSYSTEMS**

В сучасних ринкових умовах спостерігається значний прогрес у розвитку радіотехнічних систем (РТС) і широке їх застосування у різних галузях діяльності людини. Процедура проектування РТС включає у свою структуру етап експериментального налагодження і випробувань РТС шляхом відпрацювання алгоритмів обробки радіосигналів [1].

Натурні дослідження (випробування та налагодження) РТС зумовлені складністю інтерпретації отриманих результатів (отримують шляхом обробки радіосигналів) в умовах експерименту із зміни умовами та вимагають великих фінансових і часових затрат.

Одним із методів, який уможливує процедуру якісного попереднього дослідження роботи РТС на базі діючих алгоритмів обробки радіосигналів із мінімальними затратами експерименту є метод імітаційного моделювання [2].

Аналізом наукових праць встановлено, що імітаційне моделювання здійснюється на базі імітаторів, в ядрі є яких лежить математична модель радіосигналів в каналах зв'язку у вигляді емпіричного, детермінованого та випадкового представлень.

Емпіричні моделі адекватно описують радіосигнали та дають змогу апроксимують результати експериментальних вимірювань шляхом вимірювання радіосигналу в реальних РТС з його відновленням за результатами експерименту [3]. Така модель не дає змогу проводити дослідження РТС в широкому діапазоні умов (без впливу різного роду факторів). Детерміновані моделі описують фундаментальні уявлення про поширення радіосигналів [Соколова А.В., Борзова А.Б., Сухаревського О.І., Васильця В.А., Корнеєва Ю.А.] в геометричних та електричних середовищах з високим ступенем адекватності імітації. Проте модель такого типу не ураховує у своїй структурі фактору випадковості, що є притаманним для умов реального експерименту.

Статистичні моделі описують радіосигнали як випадкові процеси у вигляді ймовірнісних моделей [4]. Перевагою відомих статистичних моделей [Введенського Б.А., Кловського Д.Д., Галкіна А.П., Самойлова А.Г., Басса Ф.Г., Фукса І.М., Кларка Р.Х. (Clarcke R.H.), Потапова А.А.] є можливість адекватного опису радіосигналів із урахуванням фактору випадковості. Моделі такого типу знайшли найбільшого застосування при моделюванні і розробці імітаторів радіосигналів в РТС із різними середовищами їх передачі. Оскільки реальні радіотехнічні сигнали характеризують окрім випадковості та властивістю періодичності, тому відомі статистичні моделі не відображають ці властивості в поєднанні.

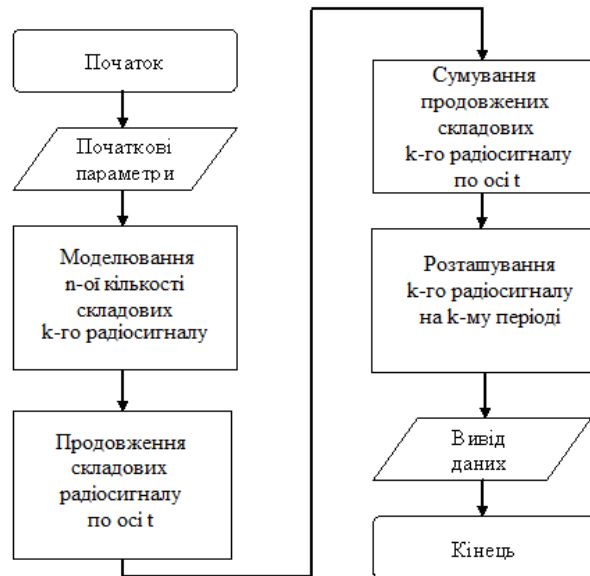
Тому розроблення імітаційної моделі радіосигналів із урахуванням властивостей випадковості із періодичності є актуальною науковою задачею при адекватному дослідженні алгоритмів обробки реальних РТС.

Реальні радіосигнали за своєю структурою є складними сигналами з n -ми кількостями складових з певною випадковістю та повторюваністю (періодичністю) T в часі t .

Із урахування структури радіосигналів розроблено алгоритм його моделювання, який зображено на рис.1.

Згідно до алгоритму (рис. 1) спочатку моделюються n складових радіосигналу в межах їх часового діапазону k -го періоду, відповідно від 0 до T_{nk} , потім змодельовані складові розташовуються на часовій осі в залежності від їх послідовного розміщення, а часові області якими вони не належать заповнюються нулями згідно виразу:

Рис.1. Алгоритм моделювання



радіосигналів

$$\xi_k(t) = \sum_{k \in Z} \tilde{\xi}_{nk}(t), \quad t \in [0, T_k), \quad T_1 \neq T_2 \neq \dots \neq T_k, \quad (1)$$

$\tilde{\xi}_{nk}(t)$ - продовжені по часовій області складові радіосигналу $\xi_{nk}(t)$, $t \in [0, T_{nk})$ (заповнення нулями часових областей, яким не належать складові):

$$\tilde{\xi}_{nk}(t) = \begin{cases} \xi_{nk}(t), & t \in [T_{(n-1)k}, T_{nk}) \\ 0, & t \notin [T_{(n-1)k}, T_{nk}) \end{cases}, \quad (2)$$

де T_{nk} – тривалість n -ої складової на k -му періоді радіосигналу, $T_{1k} \neq T_{2k} \neq \dots \neq T_{nk}$.

Імітаційну модель n -ої складової радіосигналу на одному k -му періоді T_k побудовано у вигляді синусоїди із експонентційним затуханням на характерних часових інтервалах, яка враховує амплітуди складових A_{nk} та їх часові тривалості T_{nk} з елементами випадковості ψ_A, ψ_T :

$$\xi_{nk}(t) = (A_{nk} + \psi_A) \sin(2 \cdot \pi \cdot (t + \psi_T) \cdot f_{nk}) \cdot e^{-t \cdot K_{nk}} \cdot L_{nk}, \quad t \in [0, T_{nk}) \quad (3)$$

Імітаційна модель (3) адекватно описує радіосигналу із урахуванням складності його структури, елементів випадковості та повторюваності, що є характерним при дослідженні алгоритмів роботи реальних РТС.

Література

- Испытания РЛС (оценка характеристик)./ А.И. Леонов, С.А. Леонов., Ф.В. Нагулино и др.: под ред. А.И. Леонова. М.: Радио и связь, 1990.-208с.
- Борисов, Ю.П. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств / Ю.П. Борисов, В.В. Цветнов. – М.: Радио и связь, 1985. – 176 с.
- Галкин А.П., Лапин А.Н., Самойлов А.Г. Моделирование каналов систем связи. М.: Связь, 1979. - 96 с.
- Самойлов А.Г. Имитаторы многолучевых радиоканалов // Проектирование и технология электронных средств. 2003. - № 4.-С. 32-36.