1. А.с. 998994 СССР, МКИ G 01 V 3/06. Устройство для геоэлектроразведки / И.М.Бучма, В.Б.Дудыкевич, Е.Т.Чуныс (СССР) // Бюл. изобрет. 1983. № 7. 2. А.с. 1337813 СССР, МКИ G 01 R 25/00. Устройство для индикации квадратурного сдвига фаз между двумя гармоническими сигналами / И.М.Бучма (СССР) // Бюл. изобрет. 1987. № 4. 3. А.с. 1453336 СССР, МКИ G 01 R 25/00. Устройство для индикации квадратурного сдвига фаз между первыми гармониками переменных сигналов / И.М.Бучма (СССР) // Бюл. изобрет. 1989. № 3. 4. А.с. 1425808 СССР, МКИ H 03 F 3/36. Усилитель постоянного тока / И.М.Бучма и З.Р.Мычуда (СССР). // Бюл. изобрет. 1988. № 35. 5. А.с. 1665499 СССР, МКИ H 03 F 3/38. Усилитель постоянного тока / И.М.Бучма, З.Р.Мычуда, П.В.Мокренко (СССР) // Бюл. изобрет. 1991. № 27. 6. А.с. 1190292 СССР, МКИ G 01 R 25/00. Устройство для индикации квадратурного сдвига фаз между двумя гармоническими сигналами / И.М.Бучма, А.З.Горук (СССР) // Бюл. изобрет. 1985. № 41. 7. Зайцев Г.А, Проць Р.В. Высокостабильная фазосдвигающая схема на RC и RL элементах // Отбор и передача информации, 1979. Вып.57. 8. Зайцев Г.А., Мизюк Л.Я., Проць Р.В. Балансный модулятор с аддитивной коррекцией погрешности // Отбор и передача информации. 1980. Вып.60. 9 .Земельман М.А. Автоматическая коррекция погрешностей измерительных устройств. М., 1972. 10. Жукинский И.Н. Методы повышения разрешающей способности дифференциально-нулевых индикаторов периодического сравнения // Пробл. техн. электродинамики. 1973. Вып.40. С.52-58. 11. Жукинский И.Н. Компенсация флуктуационной нестабильности амплитуд в электроизмерительных устройствах периодического сравнения // Техническая электродинамика. 1979. N 1. С.92-94. 12. Орнатский .П., Скрипник Ю.А. Автоматические приборы сравнения для измерения коэффициентов передачи датчиков // Автометрия 1968. N 1. С.68-79. 13. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы. 1986. С.509. 14. Ройтман М.С., Седов В.И., Рыбин Ю.К. Прецизионный широкополосный указатель квадратурности напряжений // Тез. докладов II республ.научно-техн. конф. "Электронные измерительные приборы и системы с коммутационно-модуляционными преобразователями". Львов: ЛоЛПИ. 1971. С.9-10. 15. Светов Б.С., Мизюк Л.Я., Поджарый В.М. Рудная электроразведка по методике эллиптически поляризованного поля. М. 1969. 16. Скрипник Ю.А. Методы выделения измерительной информации из гармонических сигналов. К., 1971.

УДК 621.391. 822

МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНИХ ПЕРІОДИЧНИХ ШУМІВ З ДИСКРЕТНИМИ РОЗПОДІЛАМИ

© Микола Приймак , Богдан Яворський, 2000

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя, кафедра “Біотехнічні системи”, вул. Руська, 56, 282001, Тернопіль , Україна.

Вперше запропоновано метод моделювання (з подальшою його реалізацією на ЕОМ) дискретних періодичних білих шумів із заданими дискретними розподілами, наведені результати моделювання і оцінка математичного сподівання та дисперсії пуассонівського періодичного білого шуму.

Впервые предложен метод моделирования (с его дальнейшей реализацией на ЭВМ) дискретных периодических белых шумов с заданными дискретными распределениями, приведены результаты моделирования и оценка математического ожидания и дисперсии пуассоновского периодического белого шума.

For the first time had offered method simulation (with later his realization on the computer) of the discrete periodical white noises with datas discrete distributions. Results of the simulation and estimation of the mathematics expectation and of the dispersion Poison periodical white noise had produced.

У загальній проблемі дослідження стохастично періодичних сигналів важливою є задача моделювання їх на ЕОМ, зокрема моделювання стохастично періодичних шумів. Нагадаємо, що сигнал вважається стохастично періодичним, якщо періодичним є його певні ймовірнісні характеристики, хоча для самих реалізацій детермінована періодичність відсутня. Для опису стохастично періодичних сигналів використовуються періодичні процеси $\{\xi(t), t \in (-\infty, \infty)\}$, тобто процеси, багатовимірні функції розподілу яких є періодичними:

$$F(x_1,\ldots,x_n;t_1,\ldots,t_n) = P\{\xi(t_1) < x_1,\ldots,\xi(t_n) < x_n\} =$$
$$= F(x_1,\ldots,x_n;t_1+T,\ldots,t_n+T).$$

Якщо властивості стохастично періодичних сигналів розглядаються в межах перших двох моментних функцій, як їх модель використовують періодично корельовані процеси, для яких періодичним є математичне сподівання, кореляційна функція і, як наслідок, дисперсія:

$$M\xi(t) = M\xi(t+T),$$
$$R(t_1,t_2) = R(t_1+T, t_2+T),$$
$$D\xi(t) = D\xi(t+T).$$

Стохастично періодичні сигнали, явища, що їх породжують, привертають увагу науковців здавна із багатьох причин. По-перше, ці сигнали зустрічаються в більшості галузей науки і техніки і в навколишньому світі взагалі. Це морське хвилювання, навантаження енергосистем, електрокардіограми, різного виду біопотенціали, деякі метеофактори (температура, освітленість), сонячна активність та ін.

З іншого боку, стохастично періодичні сигнали вивчені значно меншою мірою, ніж, наприклад, стаціонарні процеси і періодичні (детерміновані) функції, поєднання властивостей яких і породжує стохастичну періодичність.

Серед стохастично періодичних сигналів особливе місце займають стохастично періодичні шуми. Це дробовий шум електронних приладів в ненасиченому режимі, коли середній струм змінюється періодично, вхідні потоки деяких систем масового обслуговування, шуми кавітації.

Моделлю стохастично періодичних шумів у випадку, коли аргумент змінюється неперервно, є періодично білий шум, що розглядається як узагальнена похідна від процесу з незалежними приростами.* Коли аргумент шуму є дискретним, як модель використовується дискретний періодичний шум, тобто послідовність незалежних випадкових величин $\{\xi_j, j \in Z\}$, функція розподілу яких є періодичною з деяким періодом L:

$$F(x;j) = P\{\xi_j < x\} = F(x;j+L).$$

Періодичні білі шуми мають самостійне значення, а також широко використовуються для обґрунтування моделей ряду стохастично періодичних сигналів імпульсного характеру, оскільки вони є однією із причин або взагалі єдиною причиною виникнення стохастичної періодичності.

Перейдемо до питання моделювання періодичних білих шумів. Відомі методи переважно ґрунтуються на зображенні періодичного шуму у вигляді суми

$$\xi_j = \eta_j + f_j, j \in Z, \quad (1)$$

де η_j – стаціонарний шум, тобто послідовність незалежних однаково розподілених випадкових величин, f_j – детермінована періодична послідовність з періодом L: $f_j = f_{j+L}$. Крім того, використовується добуток

$$\xi_j = \eta_j \cdot f_j, \quad (2)$$

для якого η_j і f_j мають той самий зміст, що і в (1). Згідно із закономірностями утворення шуми (1) і (2) в технічній літературі ще називають адитивним і мультиплікативним періодичними шумами.

При всій простоті реалізації виразів (1) і (2) на ЕОМ, ці шуми досить обмежені за своїми ймовірнісними властивостями. Періодичній шум (1) враховує періодичність тільки першої моментної функції – математичного сподівання. Легко бачити, що для періодичного шуму (2) його математичне сподівання і дисперсія функціонально зв’язані.

Моделювання періодичних білих шумів , які позбавлені цих недоліків, стало можливим лише з виділенням їх конкретних класів. Як вже згадувалося, в літературі дано означення класу періодичних білих шумів для випадку, коли їх аргумент змінюється неперервно. З цього класу виділені гауссів і пуассонівський періодичні білі шуми Але оскільки числовими методами можливо моделювати тільки дискретні шуми, дамо означення дискретного періодичного білого шуму, вибравши для цього розподіл Пуассона.

---

* *Красильников О.І., Марченко Б.Г., Приймак М.В. Процеси з незалежними приростами і періодичні білі шуми. // Відбір і обробка інформації. 1996. Вип.10(86). С.22-27.*

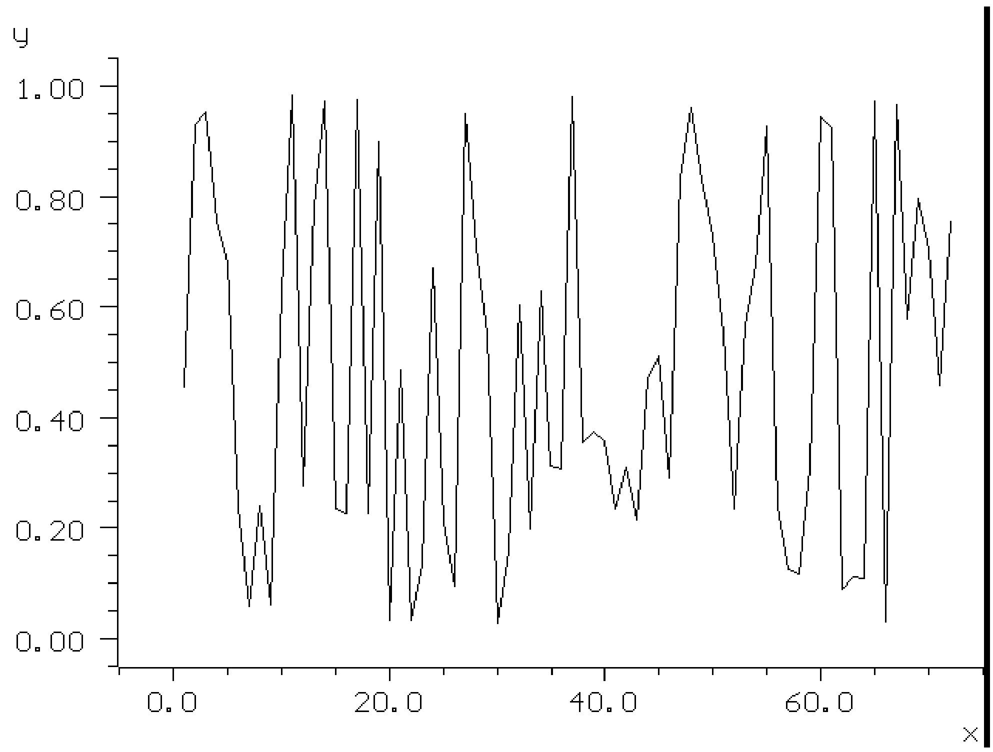

Рис. 1. Реалізація базового білого шуму

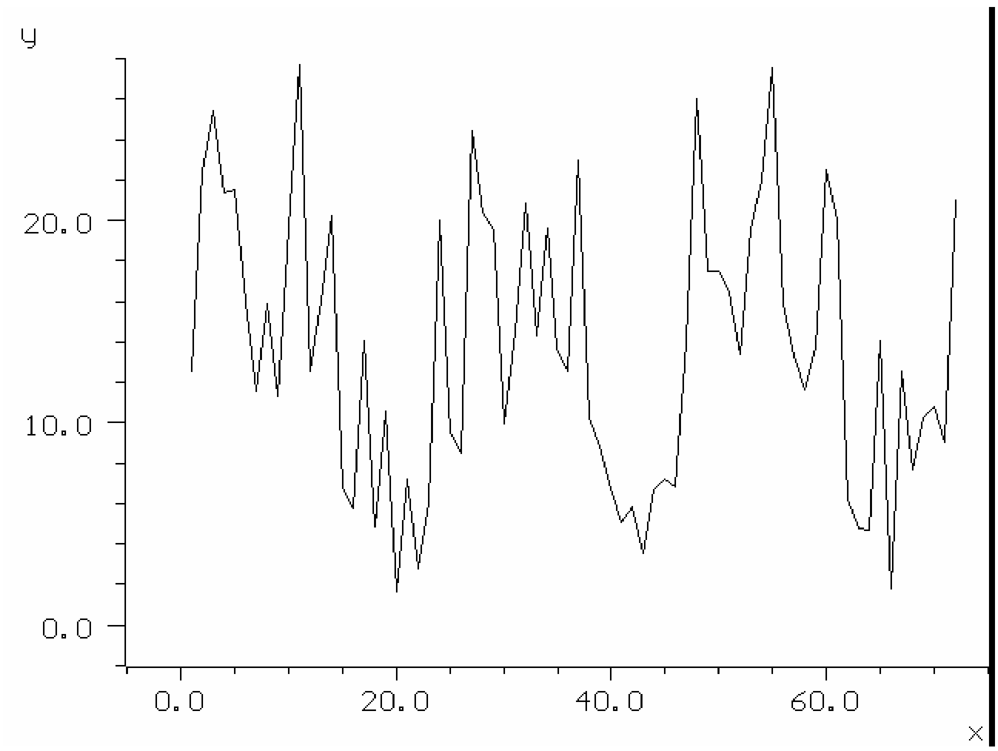

Рис. 2. Реалізація пуассонівського періодичного білого шуму

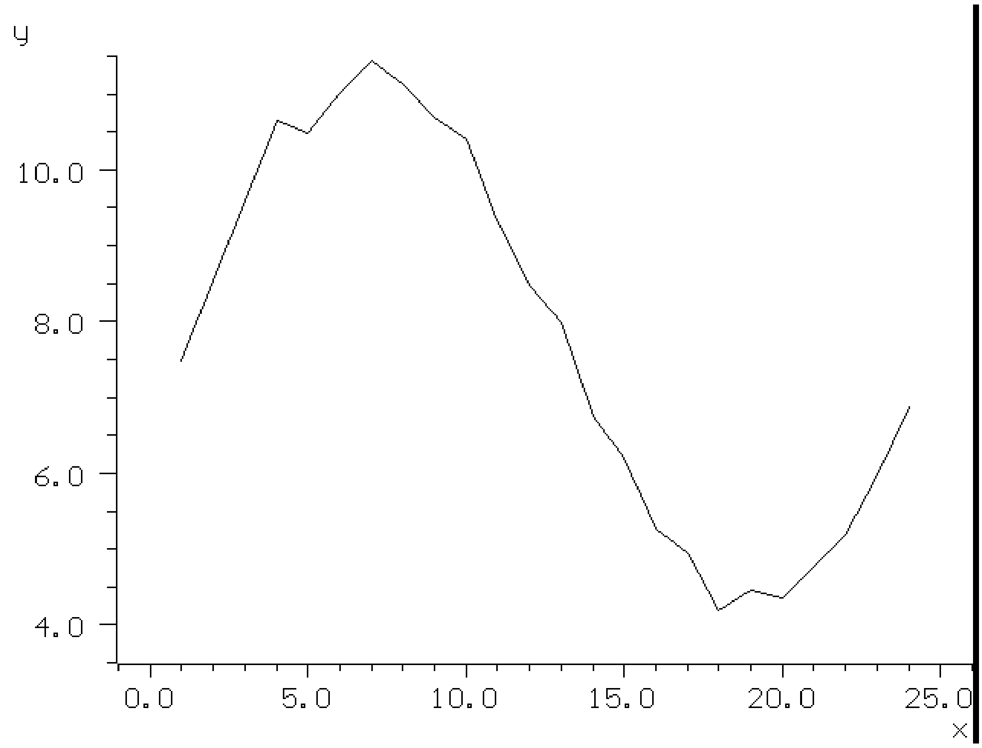

Рис. 3. Оцінка математичного сподівання пуассонівського періодичного білого шуму

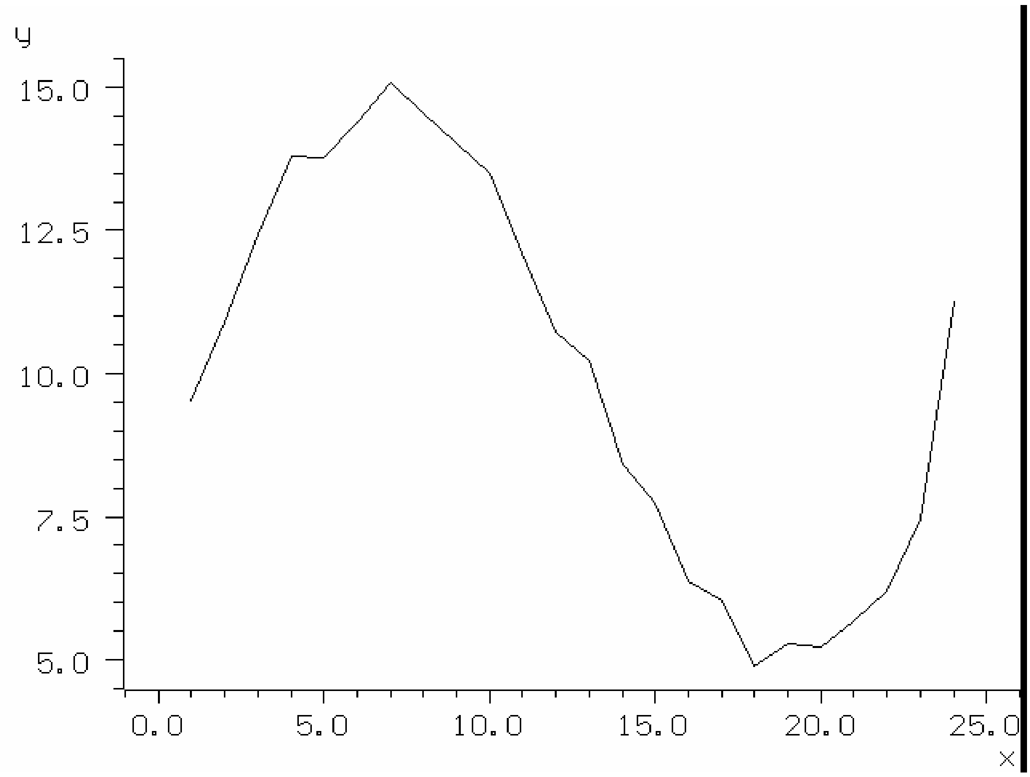

Рис. 4. Оцінка дисперсії пуассонівського періодичного білого шуму

Означення. Білий шум $\{\xi_j, j \in Z\}$ називається пуассонівським періодичним білим шумом, якщо для його розподілу

$$P\{\xi_j = k\} = \frac{\lambda_j^k}{k} e^{-\lambda_j}$$

параметр λ_j є періодичним, тобто існує ціле $L > 0$, що

$$\lambda_j = \lambda_{j+L}. \qquad (3)$$

Це означення дає можливість побудови алгоритму моделювання пуассонівського періодичного білого шуму Для цього, використовуючи базовій білий шум, необхідно реалізувати на ЕОМ відоме перетворення його елементів в елементи послідовності, розподіленої за законом Пуассона. Але тут, на відміну від моделювання пуассонівського шуму, параметр λ якого постійний, необхідно враховувати закономірність (3), тобто періодичність параметра λ_j. Аналіз цих оцінок показує їх майже періодичну поведінку, причому значення оцінок близькі до відповідних значень, обчислених згідно з (4). Це узгоджується з загальним теоретичним положенням про поведінку оцінок математичного сподівання і дисперсії випадкових величин, розподілених за законом Пуассона.

Отримані в даній роботі результати мають важливе теоретичне і прикладне значення, оскільки тут вперше запропоновано ефективний метод моделювання періодичних білих шумів і реалізовано цю можливість для розподілу Пуассона. Результати моделювання у свою чергу можуть бути використані для моделювання стохастично періодичних сигналів, для розв'язуваннч задач імітаційного моделювання явищ, процесів, характерною особливістю яких є стохастична періодичність.

УДК 681.325

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ВИМОГ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ

© Адріан Наконечний, 2000

Державний університет "Львівська політехніка", кафедра "Автоматика і телемеханіка", вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна.

Розглядаються доцільність і основні критерії розділення сигналів на вузько- і широкосмугові. Показано, що від цього залежить вибір дійсної аналітичної моделі, а отже, і спосіб обробки сигналів. Наголошується, що для аналізу широкосмугових сигналів найбільш придатним є малохвильове перетворення, яке забезпечує найкращу роздільну здатність в усьому діапазоні частот.

Рассматриваются необходимость и основные критерии разделения сигналов на узко- и широкополосные. Показано, что от этого зависит выбор действительной аналитической модели, а значит, и способ обработки сигналов. Подчеркивается, что для анализа широкополосных сигналов наиболее приемлемым представляется маловолновое преобразование, которое обеспечивает наилучшую разделительную способность во всем диапазоне частот.

The importance and criterions of the signals division into narrow- and wideband have been presented in this article. There has been showed that the selection of valid analytical model depends on this fact, and hence, depends also on signal processing method. There has been emphasized that wavelet transform is the most appropriate for the wideband signals analysis. This transform gives the best resolution through all frequency range.

Вступ. Відомо, що при аналізі та обробці широкосмугових сигналів, які часто застосовують на практиці, досить гостро постає проблема забезпечення необхідної роздільної здатності в широ-