



УДК 004.942

МОДЕЛЬ ПРИЦЕЛЬНОЙ УЗКОПОЛОСНОЙ ПОМЕХИ

MODEL SIGHTING NARROW-BAND INTERFERENCE

П.Г. Лихолоб, А.Д. Буханцов, С.Н. Девицына, А.В. Курлов
P.G. Likholob, A.D. Bukhantsov, S.N. Devitsyna, A.V. Kurlov

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

e-mail: likholob@bsu.edu.ru, bukhantsov@bsu.edu.ru, devitsyna@bsu.edu.ru, kurlov@bsu.edu.ru

Аннотация. В данной статье приведены модели узкополосных помех и механизм задания их параметров. Предложен алгоритм генерации субполосной помехи, позволяющий на основе известных моделей сформировать узкополосную помеху, структура которой ближе к шуму как случайному процессу по сравнению с рассмотренными моделями помех.

Resume. This article presents the model of narrow-band interferences and the mechanism for specifying their parameters. The proposed algorithm for generating subband interference, allowing on the basis of known patterns to form a narrow-band interference whose structure is closer to the noise as a random process in comparison with the considered noise models.

Ключевые слова: узкополосная помеха, заградительная помеха, генератор прицельной помехи, доля энергии, частотный интервал, модель субполосной помехи, субполосная матрица

Keywords: narrow-band interference, obstruction hindrance, generator of sighting interference, the share of energy, frequency interval, the model subband interference, subband matrix

В настоящее время генераторы пространственного зашумления используются, как правило, для маскировки информативных побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) персональных компьютеров, рабочих станций компьютерных сетей и комплексов на объектах вычислительной техники. Для подавления средств сотовой связи, несанкционированно используемых в режиме радиомикрофона или в учебных аудиториях при проведении экзамена, могут использоваться различного рода блокираторы. Такие устройства являются фактически генераторами заградительной помехи, блокирующими частотный диапазон того или иного стандарта сотовой связи в небольшом радиусе. Как генераторы шума, так и блокираторы сигналов «подавляют» относительно широкий диапазон частот и могут привести к невозможности использования легальных средств радиосвязи, радиодоступа и беспроводных сетей.

Генераторы прицельной узкополосной помехи меньше влияют на работу санкционированных беспроводных технологий в пределах контролируемой территории или помещения, так как имеют относительно узкий спектр частот, соизмеримый с полосой пропускания подавляемого устройства. Кроме того, непрерывное совершенствование технических средств разведки (ТСР), в том числе в направлении уменьшения ширины полосы используемых частот с целью снижения вероятности их обнаружения, по-прежнему оставляет актуальными вопросы модернизации и разработки новых схем генераторов узкополосной помехи.

В данной работе представлен алгоритм генерации узкополосной помехи, позволяющий реализовать генератор узкополосного шума на основе собственных векторов субполосной матрицы.

Математические основы

В качестве первой узкополосной помехи предлагается рассматривать Гауссов радиоимпульс [1]:

$$g(t) = U_m \cdot e^{(-\beta t^2)} \cdot \sin(\omega_0 \cdot t) = U_m \cdot e^{-\left(\frac{\Delta\Omega}{2}\right)^2} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t) \quad (1)$$

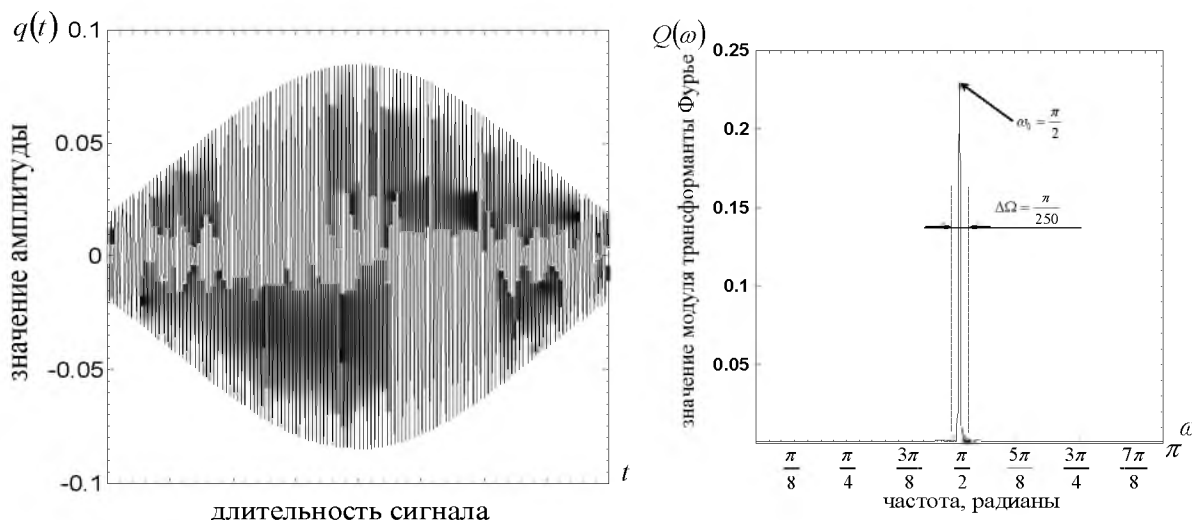
где t - дискретное время; U_m - амплитуда Гауссова импульса; f_0 - центральная частота; $\sqrt{\beta}$ - ширина видеоимпульса по уровню 0.5 :

$$\beta = \left(\frac{\Delta\Omega}{2}\right)^2 = \left(\frac{2\pi \cdot \Delta f}{2 \cdot f_0}\right)^2, \quad \tau_{su} = \frac{1}{\sqrt{\beta}} \quad (2)$$

где τ_{su} - длительность гауссова радиоимпульса; $\Delta\Omega$ - ширина частотной полосы занимаемого радиоимпульсом, рад; Δf - ширина частотного интервала занимаемого радиоимпульсом, Гц; f_0 - частота дискретизации, Гц.

На рисунке 1 представлены графики такого радиоимпульса как узкополосной помехи во временной (а) и частотной (б) областях соответственно.

$$a_k = \begin{cases} 4\pi\Delta f / f_0 & , i = k \\ \sin(4\pi\Delta f / f_0 (i - k)) \cdot \cos(4\pi f_0 / f_0 (i - k)) & i \neq k \end{cases}, \quad i, k = 1, \dots, N \quad (5)$$



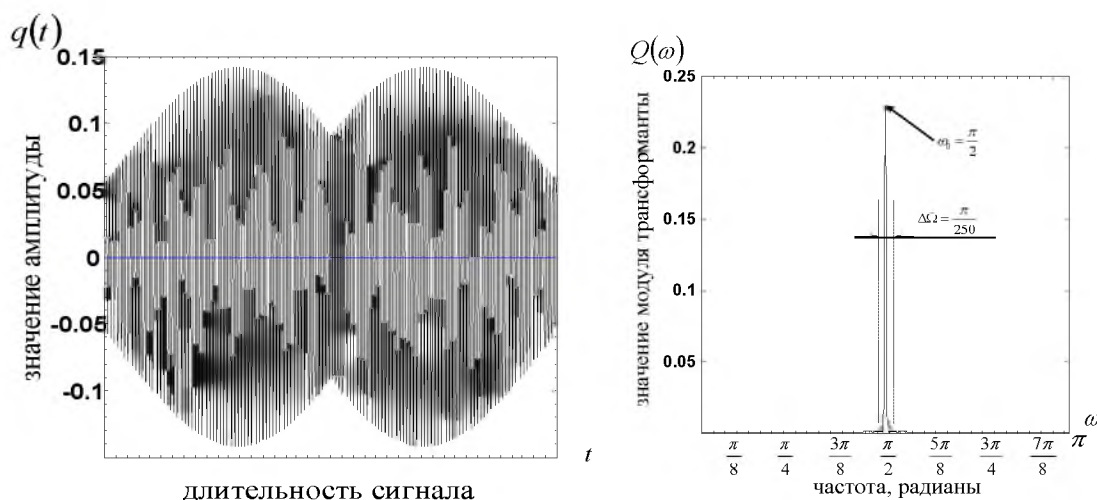
а) график функции $q(t)$ (a) б) нормированный амплитудный спектр $Q(\omega)$
 a) The graph of the function $q(t)$ (a) b) Normalized amplitude range $Q(\omega)$

Рис. 3. Собственный вектор субполосной матрицы $q(t)$
 Fig. 3. The Eigen vector of the subband matrix $q(t)$

Одним из свойств собственных векторов субполосной матрицы является сосредоточенность энергии в частотной полосе $f_k \in (f_k - \Delta f, f_k + \Delta f)$ (рис. 3, б), при этом энергия в этом частотном интервале пропорциональна собственному числу λ_k , [3]. На рис. 4 приведен сигнал, соответствующий сумме собственных векторов \bar{q}_k субполосной матрицы A , с собственными числами близкими к единице $\lambda_k \approx 1$:

$$\bar{q} = \sum_{k=1}^J \bar{q}_k, \quad (6)$$

Как видно из рисунка 4, собственный вектор во временной области обладает периодичностью, что позволяет его обнаружить и компенсировать, поэтому на основе рассмотренного математического аппарата предлагается следующий алгоритм формирования субполосной помехи, структура которой близка к шуму.



а) график функции $q(t)$ (a) б) нормированный амплитудный спектр $Q(\omega)$
 a) The graph of the function $q(t)$ (a) b) Normalized amplitude range $Q(\omega)$

Рис. 4. Собственный вектор субполосной матрицы $q(t)$
 Fig. 4. The Eigen vector of the subband matrix $q(t)$



Zhiljakov E.G. Variacionnye metody analiza signalov na osnove chastotnyh predstavlenij / E.G. Zhiljakov, S.P. Belov, A.A. Chernomorec// *Voprosy radioelektroniki, ser. JeVT, vyp.1.* – Moskva: Izd-vo OAO «СНИИ «Jelektronika», 2010. – 185s.

3. Жиляков Е.Г. Вариационные методы анализа и построения функций по эмпирическим данным / Е.Г. Жиляков. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – 160с.

Zhiljakov E.G. Variacionnye metody analiza i postroenija funkcij po jempiricheskim dannym [Tekst]/ E.G. Zhiljakov. – Belgorod: Izd-vo BelGU, 2007. – 160s.

4. Жиляков Е.Г. Разработка нового способа формирования сигналов для систем доступа к широкополосным мультимедийным услугам / Е.Г. Жиляков, Д.В. Урсол, В.З. Магергут// *Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика.* – № 19(138) вып. 24.1 – 2012. – С. 207-212.

Zhiljakov E.G. Razrabotka novogo sposoba formirovaniya signalov dlja sistem dostupa k shiroko-polosnym mul'timedijnym uslugam [Tekst]/ E.G. Zhiljakov, D.V. Ursol, V.Z. Magergut// *Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika, № 19(138) vyp. 24.1 – 2012. – S. 207-212.*

5. Иванов М.А., Чугунков И.В. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей / Иванов М.А., Чугунков И.В. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. – 240 с.

Ivanov M.A., Chugunkov I.V. Teorija, primenenie i ocenka kachestva generatorov psevdosluchajnyh posledovatel'nostej [Tekst]/ Ivanov M.A., Chugunkov I.V. – М.: KUDIC-OBRAZ, 2003. – 240 s.

6. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Физматлит, 2004. – 560с.

Gantmaher F.R. Teorija matric / F.R. Gantmaher. – М.: Fizmatlit, 2004. – 560s.