

## СЕКЦИЯ: ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.317.353

### ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИЛЬБЕРТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИГНАЛА С ОДНОПОЛОСНОЙ УГЛОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

© И.Т. Степаненко, М.А. Савельев, Е.В. Степаненко, Е.В. Майстренко

Ключевые слова: однополосный сигнал, преобразование Гильберта, угловая модуляция.

Рассматривается способ получения однополосного сигнала с угловой модуляцией на основе аналитического сигнала. Приведено выражение для получения однополосного сигнала при модуляции однотональным сигналом.

Однополосный сигнал (ОПС) в декаметровом диапазоне длин волн является основным и получил широкое распространение в магистральной радиосвязи, в системах низовой и производственной связи. Это объясняется рядом существенных преимуществ. Ширина спектра в 2 раза уже, чем при АМ. Однако сформированный ОПС на основе АМ-колебания обладает слабой помехозащищенностью. Существенно большей помехозащищенностью обладает сигнал с угловой модуляцией (УМ). У сигнала с УМ амплитуда является постоянной величиной, однако ширина спектра зависит от индекса угловой модуляции, что ограничивает применение УМ в достаточно узком ВЧ диапазоне. Применение ОПС с угловой модуляцией позволяет использовать данный вид модуляции и в ВЧ диапазоне. Однако, обладая преимуществами сигнала с УМ, ОПС приобретает недостатки сигнала с АМ.

В общем виде амплитудно-фазомодулированный сигнал может быть представлен как

$$u(t) = x(t) \cos(\omega_0 t + \psi(t)).$$

В работе [1] показано, что изменяя амплитуду сигнала по гармоническому закону, можно добиться исключения из спектра отдельных гармоник требуемой частоты. Для полного подавления нужной боковой составляющей требуется более сложный закон изменения амплитуды путем ввода искажений гармонического сигнала.

Если  $x(t) = A(t) \cos \psi(t)$ , то аналитический сигнал записывается в виде

$$x'(t) = x(t) + j\hat{x}(t) = A(t)e^{j\psi(t)},$$

где  $\hat{x}(t)$  – процесс, сопряженный по Гильберту с  $x(t)$ ,

$$\hat{x}(t) = A(t) \sin \psi(t),$$

$$A(t) = \sqrt{x^2(t) + [\hat{x}(t)]^2};$$

$$\psi(t) = \arctg \frac{\hat{x}(t)}{x(t)}.$$

Известно, что в спектре аналитического сигнала содержатся только положительные частоты [2]. Умножение аналитического сигнала  $x'(t)$  на  $e^{j\omega_0 t}$  переносит спектр на частоту  $\omega_0$ . Действительный сигнал с верхней боковой полосой

$$u(t) = \operatorname{Re}(x'(t)e^{j\omega_0 t}) = \operatorname{Re}(A(t)e^{j\psi(t)}e^{j\omega_0 t}). \quad (1)$$

Преобразование выражения (1) приводит представление ОПС к сигналу с изменяющейся амплитудой и фазой (частотой). Закон изменения мгновенной частоты

$$\omega(t) = \omega_0 t \pm \frac{b(t) \frac{db(t)}{dt} - \hat{b}(t) \frac{d\hat{b}(t)}{dt}}{b^2(t) + \hat{b}^2(t)}.$$

Данное выражение позволяет представить аналитический сигнал с угловой модуляцией в виде

$$\hat{u}(t) = U e^{j[\psi(t) + j\hat{\psi}(t)]} e^{j\omega_0 t}, \quad (2)$$

где  $\hat{\psi}(t)$  – преобразование Гильберта от  $\psi(t)$ .

При модуляции однотональным гармоническим сигналом  $m \sin \Omega t$

$$u(t) = Ue^{-m\cos\Omega t} \cos(\omega_0 t + m\sin\Omega t)$$

Моделирование полученного сигнала в среде Maple по полученному спектру подтверждает формирование ОПС с угловой модуляцией с нижней боковой полосой (рис. 1).

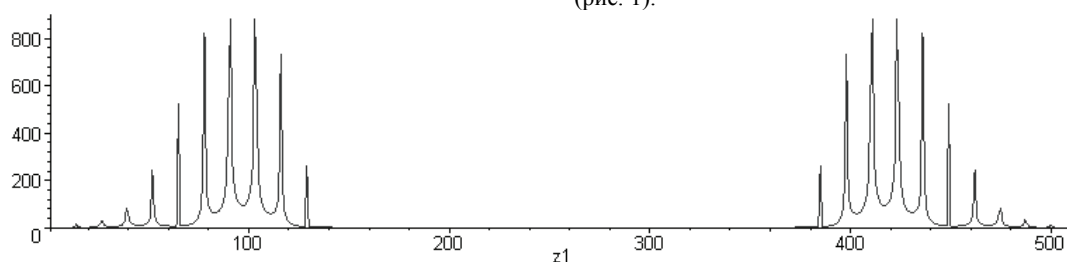


Рис. 1. Моделирование сигнала в среде Maple

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степаненко И.Т., Савельев М.А. Формирование однополосного сигнала // Вестн. Тамб. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. Тамбов, 2003. Т. 8. Вып. 1. С. 219.
2. Теория электрической связи: учебник для вузов / А.Г. Зюко и др.; под ред. Д.Д. Кловского. М.: Радио и связь, 1998. 432 с.

Поступила в редакцию 15 ноября 2008 г.

Stepanenko I.T., Savelyev M.A., Stepanenko E.V., Maistrenko E.V. Application of Hilbert's transformation for receiving signal with single-band angular modulation. The way of reception of single-band signal with angular modulation on the basis of analyt-

ical signal is considered. The expression for reception of single-band signal at modulation with one-voice-frequency signal is resulted.

Key words: single-band signal, Hilbert's transformation, angular modulation.

#### LITERATURE

1. Stepanenko I.T., Savelyev M.A. Single-band signal formation // Reporter of Tamb. Univ. Ser. Natural and Technical Sciences. Tambov, 2003. V. 8. Iss.1. P. 219.
2. Theory of electric coupling: textbook for institutions of higher professional education / A.G. Zyuko et al.; Edited by D.D. Klovsky. M.: Radio and Communication, 1998. 432 pp.

УДК 378.147

## ИННОВАЦИОННЫЕ УЧЕБНЫЕ МУЛЬТИМЕДИА РЕСУРСЫ В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ-ИНФОРМАТИКОВ<sup>1</sup>

© В.Ю. Лыскова, Н.Л. Королева, А.М. Лысков

Ключевые слова: инновационные учебные ресурсы, мультимедиа образовательные ресурсы, подготовка студентов-информатиков.

В статье рассматриваются особенности и составляющие инновационного учебного ресурса как компонента образовательного процесса. Приводятся разработанные студентами-информатиками кафедры информатики и информационных технологий ТГУ им. Г.Р. Державина инновационные мультимедийные ресурсы трех типов.

Создание образовательных электронных изданий определено в качестве одного из основных направлений стратегии информатизации всех форм и уровней образования в России.

Требования повышения качества и эффективности высшего образования обуславливают интерес к различным формам электронного обучения. Одним из путей разрешения этой проблемы нам представляется создание концепции использования в процессе подго-

товки специалистов-информатиков инновационных образовательных ресурсов.

Применение в учебном процессе компьютерных средств и информационных технологий позволит:

- перевести учебный процесс на качественно более высокий уровень;
- предоставить обучаемому возможность выбора стратегии усвоения учебного материала;
- дифференцированно и индивидуализированно организовать учебный процесс (например, за счет возможности выбора степени сложности и темпа изучения материала);
- осуществлять контроль и оценку результатов обучения с обратной связью и диагностикой ошибок;

<sup>1</sup> Тема поддержана в рамках Национального проекта «Образование» среди образовательных учреждений высшего профессионального образования, внедряющих инновационные образовательные программы в 2007–2008 гг.