

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫХ СИГНАЛОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ОСНОВЕ АТОМАРНЫХ ФУНКЦИЙ

Построение спектрально-эффективных сигналов с заданной скоростью спада спектра вне занимаемой полосы при высокой концентрации энергии внутри занимаемой полосы частот возможно с использованием теории  $R$ -отображений [1]. Показано, что имеются локальные функции класса  $C^\infty$ , обладающие одновременно свойствами многочленов и сплайнов. Такие функции получили название атомарных. Они являются финитными и представляют собой решение дифференциального уравнения вида:

$$y^{(n)}(t) + a_1 y^{(n-1)}(t) + \dots + a_{n-1} y'(t) + a_n y(t) = \sum_{k=1}^N C_k y(at - b_k).$$

Уравнение вида:  $y'(t) = ay(2t+1) - ay(2t-1)$  с условиями  $\text{supp} = [-1, 1]$ ,  $y(-1) = y(1) = 0$ ,  $y(0) = 1$  является простейшим. Его решение, записанное на основе преобразования Фурье, есть атомарная функция  $up(t)$ :

$$up(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{iut} \prod_{k=1}^{\infty} \frac{\sin(u2^{-k})}{u2^{-k}} du.$$

Из свертки функций  $\theta_n(t)$  и  $up(t)$  составляется другая важная функция, определенная на интервале  $[-(N+2)/2; (N+2)/2]$ , которая обозначается  $fup_N(t)$ :

$$fup_N(t) = \theta_N(t) * up(2t) = \theta_{N-1}(t) * up(t),$$

причем  $fup_0(t) \equiv up(t)$ .

В [2] проведено исследование спектральных свойств атомарных функций и показана возможность их применения в задачах синтеза антенн с заданными свойствами, а также при построении цифровых антенных решеток.

В работе выполнено имитационное моделирование построения спектрально-эффективных сигналов на основе атомарных функций с помощью программного продукта SIMULINK.

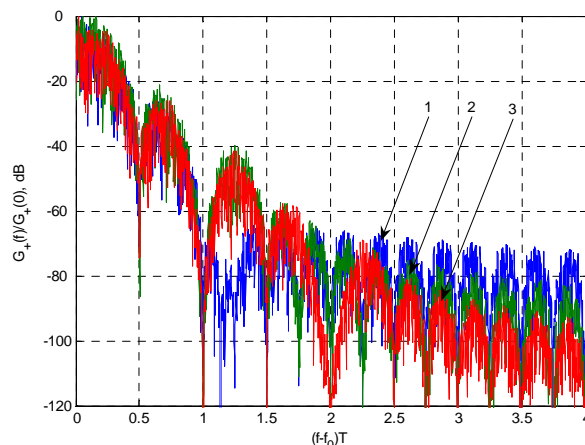


Рис. 1. Энергетические спектры сигналов на выходе квадратурного устройства формирования спектрально-эффективных сигналов с огибающей вида  $up(t)$  длительностью  $2T$ . Кривая 1 соответствует сигналам при  $n=5$ , кривая 2 – при  $n=7$ , кривая 3 – при  $n=10$

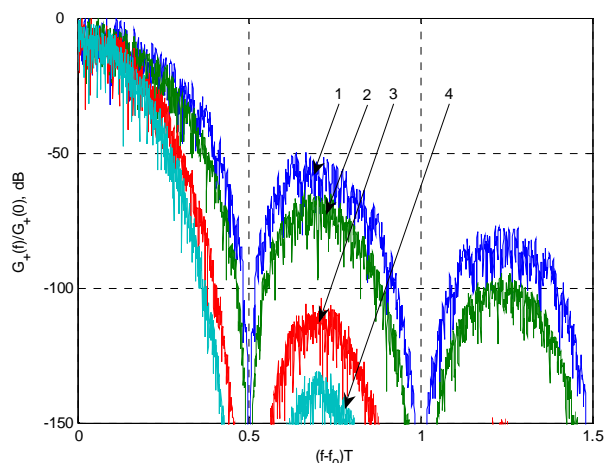


Рис. 2. Энергетические спектры сигналов на выходе квадратурного устройства формирования спектрально-эффективных сигналов с огибающей вида  $fup_N(t)$  длительностью  $2T$ . Кривая 1 соответствует сигналам при  $N = 2$ , кривая 2 – при  $N = 3$ , кривая 3 – при  $N = 6$ , кривая 4 – при  $N = 8$

В качестве устройства формирования сигналов использовалось квадратурное устройство. При этом в каждом из каналов устройства формирования осуществлялось построение огибающей АФМ сигналов на основе атомарных функций. Таким образом, происходило формирование последовательностей сигналов с различными законами изменения огибающей и фазы колебания. На рис. 1 и 2 приведены формы нормированного энергетического спектра случайных последовательностей сигналов.

Как видно из рис. 1, 2, использование атомарных функций для построения спектрально-эффективных сигналов позволяет формировать последовательности сигналов с высокими скоростями спада уровня внеполосных излучений. При этом возможно предварительное задание концентрации энергии в полосе частот и скорости спада уровня внеполосных излучений для использования требуемых атомарных функций. Существенным ресурсом для улучшения спектральных свойств случайных последовательностей сигналов является введение межсимвольной интерференции.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Рвачев В.Л. Теория  $R$ -функций и некоторые ее приложения.- Киев: Наукова думка, 1982.-552 с.
2. Кравченко В.Ф. Спектральные свойства атомарных функций в задачах цифровой обработки сигналов. – Радиотехника и электроника, 2001, т.46, №5, с.534-552.