

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ ЧАСТОТНОГО УПЛОТНЕНИЯ СИГНАЛОВ N-OFDM НА ОСНОВЕ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ ХАРТЛИ

Исследованы предельные возможности частотного уплотнения сигналов, сформированных по методу N-OFDM на основе преобразования Хартли. Путем имитационного моделирования проверена достоверность соответствующей нижней границы Крамера–Рао для оценок амплитуд сигналов.

Для повышения пропускной способности линий связи используется метод неортогональной частотной дискретной модуляции (N-OFDM), основанный на уплотнении частотных каналов за счет передачи несущих на неортогональных частотах [1, 2]. Реализация данного метода с использованием классического преобразования Фурье сталкивается с рядом трудностей, среди которых следует отметить вычислительную сложность с учетом комплексного представления чисел. Использование преобразования Хартли (ПХ) позволяет отказаться от комплексной записи данных и упростить аппаратную реализацию метода N-OFDM [3].

Целью статьи является определение потенциальных границ частотного уплотнения сигналов, сформированных по методу N-OFDM на основе преобразования Хартли, с вероятностью правильной демодуляции сообщений, равной 0,9973.

Для определения потенциальных границ частотного уплотнения сигналов N-OFDM был выполнен вычислительный эксперимент, основанный на использовании имитационной программы, разработанной в среде Delphi 7. Суть эксперимента заключается в следующем. Сообщение фиксированной длины преобразовывалось в последовательность десятичных символов $A = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_M]^T$, используемых в качестве амплитуд сигналов различных несущих. Далее моделировалась выборка W из T временных отсчетов напряжений сигнальной смеси, подлежащая передаче на M частотах [3]:

$$W = P \cdot A = \begin{bmatrix} \text{cas } \omega_1(s_1 - z_1)\Delta t & \text{cas } \omega_2(s_1 - z_2)\Delta t & \cdots & \text{cas } \omega_M(s_1 - z_M)\Delta t \\ \text{cas } \omega_1(s_2 - z_1)\Delta t & \text{cas } \omega_2(s_2 - z_2)\Delta t & \cdots & \text{cas } \omega_M(s_2 - z_M)\Delta t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{cas } \omega_1(s_T - z_1)\Delta t & \text{cas } \omega_2(s_T - z_2)\Delta t & \vdots & \text{cas } \omega_M(s_T - z_M)\Delta t \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_M \end{bmatrix} \quad (1)$$

где $\text{cas } \omega_M S_{TM} = \cos \omega_M S_{TM} + \sin \omega_M S_{TM}$ — функция Хартли [3]; $\omega_m = 2\pi f_m$; f_m — частота m -й несущей на выходе цифро-аналогового преобразователя (ЦАП); s_t — порядковый номер t -го временного отсчета сигнальной выборки;