

МЕТОД ДЕМОДУЛЯЦИИ N-OFDM СИГНАЛОВ В ЦИФРОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКЕ

В качестве одного из перспективных методов модуляции сигналов в каналах спутниковой связи может рассматриваться неортогональная частотная дискретная модуляция (N-OFDM). При использовании в наземной станции связи технологии цифрового диаграммообразования (ЦДО) оптимальная демодуляция N-OFDM сигналов возможна по результатам дополнительного стробирования отсчетов АЦП в рамках одноэтапной обработки. В основе ее лежит подстановка значений характеристик направленности (ХН) вторичных пространственных каналов приемной цифровой антенной решетки (ЦАР) в матричную запись откликов частотных фильтров, синтезированных в результате операции быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Альтернативный вариант обработки состоит в переходе к двухэтапной демодуляции N-OFDM сигналов. Суть ее сводится к тому, что на первом этапе определяются амплитуды сигналов по выходам вторичных приемных каналов ЦАР в каждом временном стробе. Для этого могут использоваться оценки угловых координат бортовых передатчиков космических аппаратов, полученные на этапе вхождения в связь в случае низкоорбитальных платформ либо по известным координатам геостационарных объектов.

Оптимальная оценка вектора амплитуд в каждом временном стробе может быть получена в известном виде $\hat{W} = (Q^T Q)^{-1} Q^T U$, где W – вектор амплитуд сигналов, Q – матрица значений ХН приемных каналов ЦАР, U – вектор напряжений сигналов по их выходам.

Набор полученных оценок векторов амплитуд W для заданных угловых направлений приема далее используется в роли напряжений сигналов при формировании сетки частотных фильтров с помощью БПФ. Их отклики можно выразить в виде $\hat{W}_{FFT} = FA + n_W$, где \hat{W}_{FFT} – вектор напряжений сигналов по выходу частотных фильтров, A – вектор амплитуд сигналов, F – матрица произведений АЧХ частотных фильтров и фильтров дополнительного стробирования (ФДС) отсчетов АЦП, n_W – шумовой вектор. Оптимальная оценка вектора амплитуд, необходимая для демодуляции данных, определяется выражением $\hat{A} = (F^T F)^{-1} F^T \hat{W}_{FFT}$. Таким образом, на конечном этапе процедуры двухэтапной демодуляции применяется сигнальная матрица F меньшей размерности, составленная лишь из значений АЧХ фильтров БПФ и ФДС, без учета ХН приемных каналов ЦАР, что позволяет упростить вычислительные операции.