

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ РЕШЕТОК В МНОГОЧАСТОТНЫХ СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Сульдин А. В.

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск

В настоящее время одним из самых перспективных путей развития многочастотных системах мобильной связи является использование многоэлементных антенных решеток как на передающем, так и на приемном концах линии связи.

В многочастотных системах мобильной связи есть основания полагать независимыми замирания сигналов в M ветвях разнесения, а также помехи, действующие в этих ветвях. Вместе с тем, в известной литературе отсутствует информация относительно связи параметров полей комплексных амплитуд (амплитудно-фазовых характеристик каналов), соответствующих M приемным антеннам. Для получения такой информации необходимо либо указать точные параметры и расположение антенн, либо провести экспериментальные исследования.

Все системы совместной обработки сигналов, принимаемых на M антенн, можно разделить на три группы: системы с автовыбором ветви разнесения (рис.1.1), системы со сложением сигналов (рис.1.2) и смешанные системы. Рассмотрим возможные варианты построения таких систем более подробно.

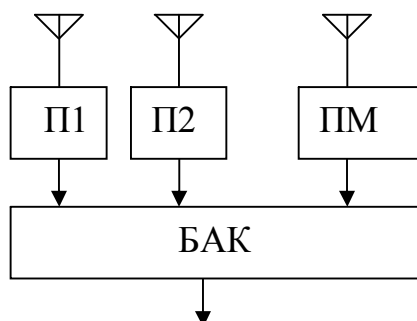


Рис.1.1. Система с автовыбором

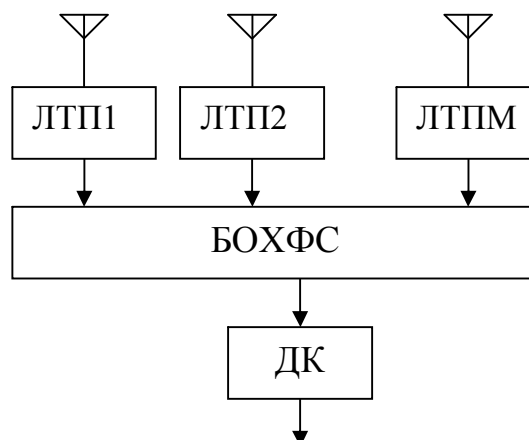


Рис.1.2. Система с квазикогерентным сложением

В системах с автовыбором из M каналов доступа к информации (рис.1.1) с помощью блока выбора и коммутации (БАК) выбирается наилучший по какому-либо показателю качества. Такими показателями могут быть:

а) характеристики потока ошибок на входе декодера в обычных системах OFDM с помехоустойчивым кодированием;

б) оценки параметров поля комплексных амплитуд (коэффициентов корреляции и отношения сигнал/шум) или соответствующие им выбранные номера планов расположения пилот-сигналов в адаптивных системах;

в) частоты ошибок приема пилот-сигналов;

г) смешанные показатели качества.

Предполагая, что основной задачей системы с несколькими антеннами является борьба с независимыми релейскими замираниями, можно дать потенциальную оценку выигрыша в отношении сигнал/шум при условии правильного выбора наилучшего канала.

Действительно, вероятность того, что максимальный уровень U_m^2 релейской величины

U_i с распределением $w(U_i) = \frac{U_i}{2B_0} e^{-\frac{U_i^2}{2B_0}}$ окажется меньше q (функция распределения U_m^2)

$$F_M(q_i) = P\left\{\max_{1 \leq i \leq M} U_i^2 < q\right\} = \left(1 - e^{-\frac{q}{2B_0}}\right)^M.$$

При этом повышается среднее значение сигнал/шум $\bar{q}_M = \int_0^{\infty} q dF_M(q)$. Значения выигрыша $Q = 10 \lg(\bar{q}_M / q_1)$ приведены в табл. 1.1.

Табл. 1.1

M	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q, дБ	1,5	2,5	3,1	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6

Анализ приведенных данных показывает, что система с автовыбором уступает системе со сложением сигналов, особенно при больших M . При когерентном сложении выигрыш составил бы, очевидно, например, при $M = 2$ выигрыш $Q=3$ дБ, при $M=4$ – $Q = 6$ дБ, при $M=10$ – $Q = 10$ дБ.

Для достижения потенциального выигрыша дБ необходимо осуществить квазикогерентное сложение сигналов (рис.1.2).

Для этого в каждом канале после выделения квадратурных составляющих в линейных трактах приемников (ЛТП) на основе пилот-сигналов осуществляется оценка комплексных амплитуд и их вероятностных характеристик в блоке оценивания характеристик и формирования сигналов (БОХФС). Затем в этом же блоке осуществляется квазикогерентное сложение всех M сигналов и вычисление оценочно-корреляционных интегралов. После принятия решения о номере переданного значения многоуровневого сигнала поток таких решений поступает в декодер (ДК), исправляющий возникающие ошибки.

При разработке подобной системы, позволяющей в принципе достичь потенциально возможного выигрыша, возникает важный вопрос уже поставленный в начале данной статьи. Совпадают или нет корреляционные характеристики случайных полей комплексных амплитуд в M ветвях разнесения. Если эти характеристики совпадают, что наиболее вероятно, то появляется вероятность одновременного использования всех M наблюдаемых полей квадратурных компонент для рекуррентного оценивания параметров. Это приведет к M -кратному уменьшению дисперсии ошибок оценивания P и ρ или к такому же сокращению времени адаптации. При этом необходимо модифицировать предложенные псевдоградиентные алгоритмы с учетом неполного совпадения P и ρ в различных ветвях, а также M -кратного повышения размерности поля наблюдений. При отличающихся характеристиках M каналов возникают проблемы правильной организации плана расположения пилот-сигналов, обеспечивающего минимальные потери пропускной способности. Одним из возможных путей нахождения компромисса является выбраковка части ветвей разнесения и применения плана, соответствующего наихудшему из оставшихся каналов, т.е. комбинирования автовыбора и квазикогерентного слежения.

Наконец, следует обратить внимание на дополнительные возможности, возникающие при использовании M_1 передающих и M_2 приемных антенн. В этом случае

можно наряду с передачей сообщений, применять ортогональные пилот-сигналы в разных передающих антеннах и осуществлять анализ качества и характеристики M_1M_2 возможных информационных каналов, что может существенно повысить помехоустойчивость без существенного усложнения аппаратуры мобильного абонента.