

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ MIMO В РАДИОРЕЛЕЙНЫХ СТАНЦИЯХ

Михно К.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Дудак М.Н.

Аннотация. Данный тезис объясняет необходимость применения данных технологий в войсках связи.

Для понимания необходимости использования метода MIMO дадим ему определение. MIMO (англ. multiple-input and multiple-output) — метод пространственного кодирования сигнала, позволяющий увеличить полосу пропускания канала, в котором передача данных и прием данных осуществляются системами из нескольких антенн. Передающие и приёмные антенны разносят так, чтобы интерференция между соседними антеннами была слабой [1].

В современных системах связи, например, в сотовых системах связи, высокоскоростных локальных вычислительных сетях и др., существует необходимость повышения пропускной способности. Пропускная способность может быть увеличена путём расширения полосы частот. Тем не менее, применимость этих методов ограничена из-за требований биологической защиты, ограниченной мощности источника питания (в мобильных устройствах) и электромагнитной совместимости. Поэтому, если в системах связи эти подходы не обеспечивают необходимой скорости передачи данных, то эффективным может оказаться применение адаптивных антенных решёток со слабо коррелированными антенными элементами. Системы связи с такими антеннами получили название систем MIMO [2].

В общем случае в канале наблюдаются межсимвольная интерференция и частотная селективность, но во многих случаях длительность импульсов в беспроводных системах связи намного больше задержек сигналов, поступающих на приёмную антенну, что даёт возможность пренебрегать межсимвольной интерференцией в канале. Частотную селективность также приходится принимать во внимание, например, в системах связи стандарта IEEE 802.1, где используется технология OFDM. Однако в некоторых ситуациях можно использовать модель канала без частотной селективности. Для большего понимания разберем что такое технология OFDM.

OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing — мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) — технология цифровой модуляции с использованием большого количества близко расположенных ортогональных поднесущих (мультиплексирование). Каждая поднесущая модулируется одним из возможных методов (например, квадратурная амплитудная модуляция) на низкой символьной скорости, позволяя достигать близкую к теоретическому пределу суммарную скорость передачи данных, как и у других способов модуляции одной несущей в той же полосе пропускания. На практике сигналы OFDM получают применением обратного БПФ (Быстрое преобразование Фурье).

Massive MIMO — это технология, в которой количество пользовательских терминалов намного меньше, чем количество антенн базовой станции (мобильной станции).

Особенностью Massive MIMO является использование многоэлементных цифровых антенных решёток, с количеством антенных элементов 128, 256 и более. В целях упрощения аппаратной реализации и снижения стоимости таких многоканальных цифровых антенных решёток использование в них многомодовых оптоволоконных интерфейсов как разновидности радиофотоники является единственным разумным выбором не только при работе на приём сигналов, но и для передачи данных.

Снижению стоимости систем Massive MIMO в пересчёте на один канал способствует применение комбинированных методов децимации отсчётов АЦП, сочетающих снижение темпа поступления данных с их предварительной (anti aliasing) фильтрацией, смещением по частоте и квадратурной (I/Q) демодуляцией. Кроме того, упрощение обработки сигналов может достигаться адаптивным изменением количества каналов в системе Massive MIMO сообразно помеховой ситуации в эфире. Для этого следует использовать динамическую кластеризацию отдельных групп антенных элементов цифровой антенной решётки в подрешётки.

Схемотехническая база систем Massive MIMO базируется на использовании модулей обработки сигналов стандартов CompactPCI, PCI Express, OpenVPX. Технология Massive MIMO является одной из ключевых для реализации систем сотовой связи 5G и будет совершенствоваться по мере перехода к системам связи 6G [3].

Список использованных источников:

1. А. Г. Флакман. Адаптивная пространственная обработка в многоканальных информационных системах. Дис. д-ра физ.-мат. наук. — М., 2005. — С. 5
2. А. Г. Флакман. Адаптивная пространственная обработка в многоканальных информационных системах. // Дис. д-ра физ.-мат. наук. — М.: РГБ 2005 (Из фондов Российской Государственной библиотеки), стр. 29—30
3. В. И. Слюсар. Развитие схемотехники ЦАР: некоторые итоги. Часть 2. // Первая миля. Last mile (Приложение к журналу «Электроника: наука, технология, бизнес»). — № 2. — 2018. — С. 76—80