

УДК 020.20

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТЕНН НА LTE-ДИАПАЗОНЕ, РАССМОТРЕНИЕ МОДЕЛИ  
СМАРТ АНТЕННЫ**

**Ахатаев Амирхан Арманович**

[Micro\\_dz@mail.ru](mailto:Micro_dz@mail.ru)

Магистрант кафедры «Радиотехника электроники и телекоммуникации»  
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

На сегодняшний день время многие пользователи используют интернет, подключенный на LTE-диапазоне. Однако, если в крупных городах уже не имеется проблем с покрытием сети и скоростью интернета, то в пригородных зонах, абоненты сталкиваются с

проблемой слабого приема сигнала. Причиной этого является не только непосредственно слабый сигнал, но и возникновение множества многолучевого распространения сигнала по пути от базовой станции (БС) к абоненту. В данной статье описывается возможность внедрения смарт-антенны в технологии LTE, которая адаптируется к условиям приема сигнала.

Стандарт LTE сейчас заменил WiMAX, а портативные маршрутизаторы продают многие вендоры сотовых операторов. Рынок внешних антенн значительно расширился, в интернете можно найти десятки различных видов. В открытых источниках есть много предложений о сбыте внешних антенн для подключения к-модемам LTE. Мобильные операторы не рекомендуют этого делать и даже грозят снятием модема с гарантии, так как разъемы на модемах считаются исключительно сервисными. Некоторые организации предлагают установку под ключ и создание целых систем для загородных домов, используя активные усилители и дополнительные антенны, устанавливаемые внутри дома для местной раздачи сигнала. Но для связи с базовой станцией в подавляющем большинстве случаев используются остронаправленные антенны, чаще всего печатные антенные решетки, имеющие ширину луча около 20-25 градусов. [1]

Основная проблема направленных антенн заключается в том, что они вручную один раз направляются на определенную БС и, в случае потери сигнала от этой БС, связь прерывается. Решением этой проблемы являются смарт-антенны, которые сами настраиваются на базовую станцию без всякого участия человека. Чаще всего они применяются для установки на подвижные объекты создания временных каналов связи там, где это необходимо.

Что такое смарт антенна? Основой smart-антенны является специальная конструкция – антенная решетка (АР), представляющая собой совокупность дискретных элементов, когерентно по отношению к другим элементам принимающих или излучающих электромагнитные сигналы. В качестве элементов АР чаще всего используют простейшие устройства: вибраторы, щели, спирали, рупоры и т.п. Как правило, эти устройства объединены в регулярные структуры правильной геометрической формы. Элементы АР подключены к приемопередатчику через многоканальную систему приемовозбудителей, что позволяет получать в раскрыве АР различные распределения поля, формируя таким образом различные ДН. Результирующая ДН формируется вследствие «интерференции» волн, излучаемых элементами АР. Принципиальная особенность АР состоит в том, что ее ДН оказывается легко управляемой путем изменения комплексной амплитуды и поляризации волн, излучаемых элементами АР. Например, для формирования ДН в виде узкого луча фазовые сдвиги при запятках элементов АР должны соответствовать распределению фаз, создаваемому в ее раскрыве плоской волной, приходящей с того же направления. Изменение ориентации луча также осуществляется путем регулирования фазовых соотношений в запятке упомянутых элементов.

На практике чаще всего используют т.н. фазовый метод управления ДН антенной решетки, метод частотного сканирования или их сочетание [5].

Смарт антенны бывают двух типов: адаптивная и переключающаяся. Адаптивная антенна – это, антенная решетка с возможностью мгновенного синтеза лучей в произвольных направлениях. Переключающаяся антенна отличается тем, что имеет несколько антенн в различных направлениях, и, смотря в каком направлении сигнал сильнее, та или иная антенна подключается, остальные неактивны. Таким образом, смарт-антенна отличается от известных систем тем, что адаптируется под изменяющиеся условия приема. Часто сигнал с разных базовых станций может отличаться в зависимости от времени суток или времени года.

Исследовательский процесс состоит в разработке прототипа простой смарт антенны на платформе 4NEC2, ANSYS.

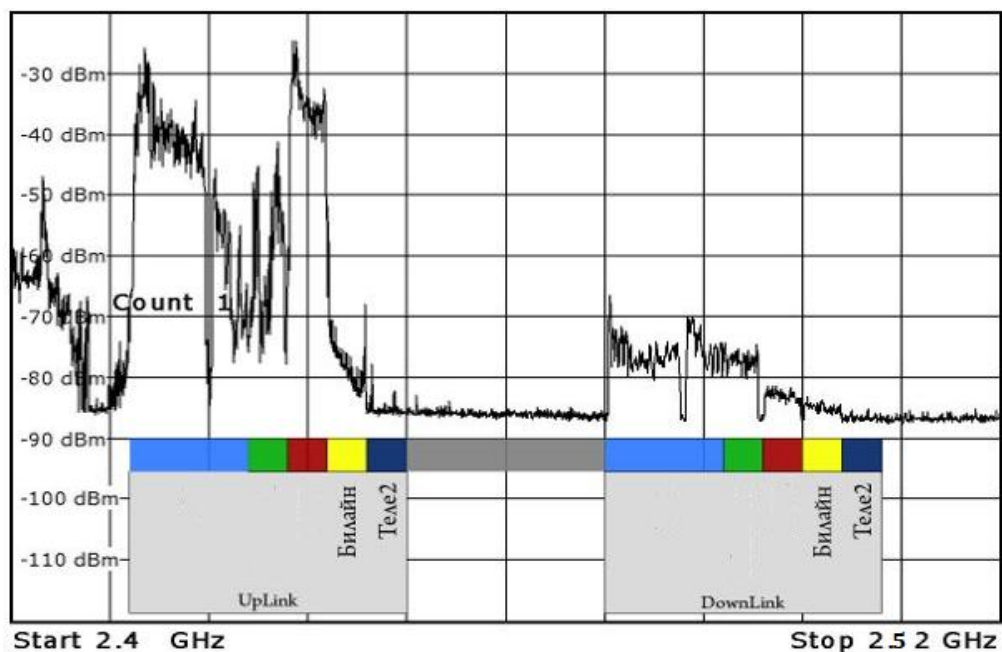


Рисунок 1. График диапазонов частот на которых базируются операторы [1]

Известно, что частотный диапазон, выделенный для LTE, составляет 200 МГц – 2,4 до 2,6 ГГц. Чтобы убедиться в этом, к анализатору спектра была подключена всенаправленная антенна, сам анализатор был переведен в режим накопления и оставлен на достаточно долгое время. Результаты приведены на рис.1. Там же на график нанесены под диапазоны различных операторов (информация о частотах операторов найдена из открытых источников). Лишних комментариев не требуется, кроме того, что на графике также захвачены верхние каналы Wi-Fi [2].

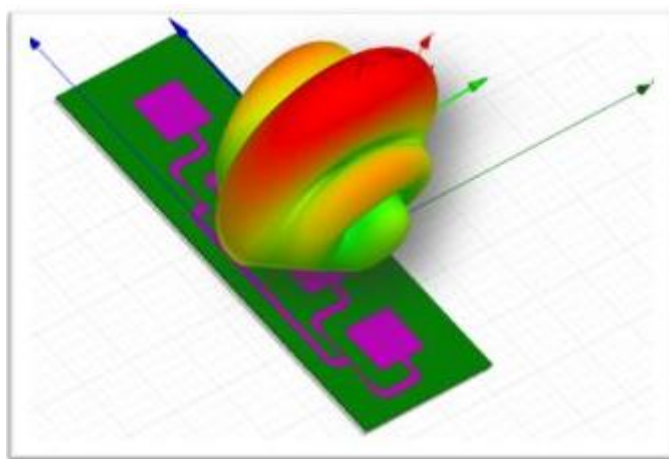


Рисунок 2. – Пример прототипа конструкции, где каждая грань отдельная антенна [1]

Исходя из проведенного моделирования, можно сделать следующие выводы:

- 1) предлагаемая конструкция должна представлять собой барабан из 8 граней и включать в себя СВЧ-переключатель и плату управления. Каждая грань — это отдельная антенна, представляющая собой печатную решетку 4x1.
- 2) Чтобы лучи не перекрывались, но и не возникало «слепых» зон, ширина луча по азимуту составляет 65 градусов и 19 градусов по углу места для достижения высокого усиления (~12 дБи). В качестве подложки микро полосковых патчей был использован жесткий утеплитель толщиной 5 мм.
- 3) Диэлектрическая проницаемость такого материала составляет ~1, а вносимые потери пренебрежимо равны нулю. Антенны были рассчитаны на частоту 2,6 ГГц, КСВ

составляет в центральной частоте близким к 1, по краям диапазона поднимается до 2, что приемлемо.

В качестве примера был взят рабочий прототип, т.е. из управляемых элементов были использованы pin-диоды, а управляющаяся платой контроля, которая, получает информацию от модема, выбирая наилучший прием сигнала включает канал. Проверка сигналов всех антенн должна происходить в периодичности 1 раз в минуту. Таким образом, при изменениях помеховой обстановки или силы сигнала от БС, смарт антенна может выбрать другое направление. [3-4]

Применение технологии смарт-антенн значительно повышает уровень сигнала работы беспроводной сети, особенно при большой плотности клиентских устройств, например, в гостиницах, конференц-центрах, выставочных комплексах и в высших учебных заведениях. Стоит учесть, что применение Wimax постепенно потеряла свою актуальность после введения технологии LTE, в статье указывается возможность рассмотрения смарт антенн в LTE, обосновывая это тем, что в предшествующей технологии данный тип антенны показывал себя отлично. Любая организация, активно применяющая Wi-Fi, выиграет от использования смарт-антенн прежде всего в тех местах, где обычно много постоянно перемещающихся пользователей с несколькими беспроводными устройствами. На эту инновационную технологию следует обратить особое внимание, столкнувшись с проблемой высокой плотности клиентских устройств в своей беспроводной сети.

#### **Список использованных источников:**

1. «Смарт антенны», Третий пин. Контрактная разработка электроники взято <https://habr.com/ru/company/thirdpin/blog/408935/>
2. «Почему смарт-антенна наилучшее решение для беспроводных сетей с большой плотностью клиентских устройств», Zyxel. Сетевые устройства для бизнеса. <https://habr.com/ru/company/zyxel/blog/340438/>
3. Частотные диапазоны сотовых операторов Казахстана. <https://dalsvyaz.ru/articles/chastotniy-diapazon-kz>
4. Y.L.He, W. W. Yang and W.Q. Tao, "Three-Dimensional Numerical Study of Natural Convective Heat Transfer of Liquids in a Cubic Enclosure", Numerical Heat Transfer, Part A, 47: с. 917-934, 2005.
5. Гепко И.А., Олейник В.Ф., Чайка Ю.Д., Бондаренко А.В. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития. – К.: «ЕКМО», 2009. – 672 с.