



ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Попова Ивана Леонидовича «Определение зоны мягкой эстафетной передачи в стандарте сотовой связи технологии МДКР», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Актуальность темы диссертации

В последние годы стремительно развиваются сети беспроводного широкополосного доступа (ШПД), например Wi-Fi, WiMax, LTE, McWiLL и др. Вопрос частотно-территориального планирования является одним из важнейших при создании подобного рода сетей. Для его решения проектировщики используют такие специализированные программные продукты, как ATOLL, Mentum Planet, ASSET и др.

У операторов сотовой связи имеется достаточно широкий набор программных средств для расчета прохождения сигналов по трассам в различных условиях. Модели распространения действительно, как отмечено в диссертации, составляют одну из важнейших сторон в указанных комплексах. Они, как правило, либо встроенные или являются продуктом внешних разработчиков, участвующих в кооперации с вендорами программных комплексов. В этих моделях в зоне близкого распространения используется расчетная имитация многократных переотражений лучей с интерференционным комбинированием. А в средней и дальних зонах – настраиваемые, как правило, 4-х параметрические, модели затухания.

Но поскольку точных данных об электродинамических показателях зданий, растительности, о дифракционных показателях нет, а собрать их в глобальном масштабе невозможно, то значительные усилия приходится прилагать для настройки

таких моделей по результатам драйв-тестов. Хорошим результатом настройки считается среднеквадратическая расчетная ошибки порядка 4 – 5 дБ. Более высокая точность практически недостижима, поскольку сезонное появление/исчезновение растительности, выпадение осадков, рефракционные изгибы трасс из-за градиента температуры и плотности воздуха у поверхности Земли, усыхание бетонных стен новых зданий, застройка пустырей, неточность определения мест установки антенн не позволяют решать задачу без погрешности. Кроме того, абонент может в пределах 3 – 4 дБ случайным образом экранировать антенну.

Все это приводит к тому, что задача расчета затухания при распространении должна рассматриваться как сугубо статистическая и проектировщики не должны стремиться использовать трудоемкие методы для достижения сверхточных показателей по отдельным компонентам, которые, все равно, будут «замаскированы» случайными составляющими других компонент.

Таким образом, процедура определения количества и мест расположения базовых станций (БС) требует от проектировщиков высокой квалификации и опыта работы с целым набором различных специализированных программных продуктов. В связи с этим актуальной задачей становится разработка относительно простого физического имитатора радиоканала и формирования с его использованием набора номограмм (при заданном качестве канала), предназначенных для эскизного проектирования или проверочных расчетов

Оценка содержания диссертации и ее завершенность

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Во введении приведен краткий библиографический обзор, являющийся обоснованием актуальности исследований. Формулируются цель и решаемые задачи, определены объект, предмет исследования, теоретическая и практическая значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту. Представлена апробация работы и сведения о внедрении её результатов.

В первой главе сначала приведено описание алгоритма эстафетной передачи в системах сотовой связи третьего поколения, классификация различных типов и видов хэндовера. Приводится обзор методов имитации функционирования радиоканалов

систем сотовой связи, среди которых особое внимание уделяется программным комплексам, используемым операторами сотовой связи при расчёте прохождения сигналов по различным трассам. Рассматривается проблема влияния многолучевого распространения сигнала на процедуру хэндовера. Формируется основная задача диссертации.

Во второй главе рассматриваются работы, опубликованные по проблематике натуральных измерений в условиях многолучевости, определяются предполагаемые к использованию критерии качества радиоканала.

Предложена концепция имитатора радиоканала, по которой была собрана экспериментальная установка. С ее использованием автор провел ряд измерений. Их результатом стал набор значений характеристик радиоканала, при вариациях значений параметров.

Третья глава посвящена градуировке ФИРК для определения зависимости качества радиоканала от дальности действия радиоканальных устройств между оконечными радиоустройствами (ДДРУ). Для получения данных учитывающих многолучевое распространение сигнала в главе используется модель Окамура-Хата. В затухание, полученное при экспериментальном определении качества радиоканала, вводятся поправочные коэффициенты, учитывающие различные факторы распространения сигнала.

Расчёт с использованием модели Окамура-Хата позволил создать номограммы зависимости слоговой разборчивости от ДДРУ, которые позволяют, например, оценить размер соты для системы радиосвязи, работающей в диапазоне 2,4 ГГц.

В четвертой главе, с использованием номограмм, определяется размер зоны мягкого хэндовера. В основу определения моментов инициации процедуры хэндовера был положен принцип разбиения соты на области с разными классами качества связи. Определены диапазоны размеров зоны хэндовера в городе Москва и зависимости минимально необходимого времени для совершения этого процесса от размера зоны и скорости передвижения абонента.

В пятой главе, выполнено сравнение результатов, полученных при использовании ФИРК, с результатами функционирования реальных радиоканалов.

Используются примеры:

- проверки технических требований к радиоканалам, используемым при организации радиointерфейсов диапазона 2,4 ГГц стандарта Radio Ethernet 802.11g (Wi-Fi);

- определения размера соты в сети стандарта 3G в городе Москва для диапазона 2,4 ГГц;

- определения ДДРУ для радиоканала (по известным данным натурального испытания) в сети связи двух компьютеров при радиointерфейсе Radio Ethernet 802.11g диапазона 2,4 ГГц;

- определения обеспечения ДДРУ при изменении необходимой мощности излучения (по известным данным натурального испытания).

В заключение диссертации подведен итог проделанной работы.

В диссертации представлены следующие новые результаты:

1. Концепция и физическая реализация имитатора радиоканала с ничтожным уровнем многолучевости, предоставляющий набор функции для определения качества реального радиоканала, как в условиях свободного пространства.

2. В результате градуировки имитатора радиоканала в области определения дальности действия радиоканальных устройств автор получил значения для прогноза и расчета характеристик реального радиоканала.

3. Впервые (с использованием имитатора) при фиксированных значениях КНИ и разборчивости выполнена попытка определить размер зон эстафетной передачи для сети сотовой связи диапазона 2,4 ГГц.

В работе также приведены примеры, иллюстрирующие результаты исследований.

Считаю, что диссертационная работа И. Л. Попова представляет законченное научное исследование, содержащее интересные результаты.

Замечания по диссертации

1. Судя по схемам стенда на рис. 2.2 и 2.3 автору был недоступен для измерений спектроанализатор. Это подтверждается и содержанием главы 2. Поэтому базовые принципы теории и практики радиосвязи, связанные с «привязкой» основных рабочих показателей с уровнем сигнал/(помеха+шум), автор причудливым способом формулирует через коэффициент нелинейных искажений, замеряемый в блоке КНИ. В сотовых сетях стандартов GSM, UMTS и LTE для этого используют показатели E_b/N_0 , E_c/N_0 и R_sR_p , соответственно. Это явно фиксирует оторванность методики от практики сотовой связи существующих стандартов.

2. Автор на стр. 26 – 31 декларирует и прорабатывает связь коэффициента нелинейных искажений с затуханием сигнала при прохождении по трассе в эфире или по линии ИФМР стенда. Это тоже отличается от установившихся представлений и закрепленных ГОСТАМИ определений коэффициента нелинейных искажений, однозначно увязываемого с технологическими параметрами (в основном, передатчика, и в меньшей степени малошумящего усилителя приемника) аппаратуры.

3. Для градуирования стенда без применения спектроанализатора автор применяет на стр. 39 причудливую методику. Он оценивает отношение сигнал/шум на входе приемника по слоговой разборчивости Wi-Fi аудиокарты YARKONIA BX-501 (стр. 24, 59, 60), пользуясь для пересчета устаревшим стандартом ГОСТ Р 50840-95, который предполагает использование магнитофонов 1-го класса сложности и телефонных аппаратов П-171.

3. На стр. 24, 59 и 60 автор делает странное заключение о том, что «при организации радиоканалов ... технологии мобильной связи третьего поколения 3G используют радиокарты разных производителей (YARKONIA BX-501, YARKONIA X400, Wiwat WT 2,4, Wiwat WR 2,4 и т.п.)». На этом основании автор переносит технические параметры указанных карт, которые по сути являются маломощными радиоудлинителями, на технологию UMTS. Ясно, что такое обобщение неверно. И уж точно никакой HO (хэндовер) указанные карты не поддерживают

4. Не понятно почему на рис. 2.1 автор приводит отрицательные значения для слоговой разборчивости и почему для отношений с/ш порядка 60 дБ слоговая разборчивость на рис. 2.1 составляет всего 10%.

5. Автор постоянно использует определение отношения сигнал/шум по методике СИНАД (стр. 14, 19, 23, 24, 27, ...), которое предназначено исключительно для систем аналоговой передачи речи. Для цифровых систем, к которым относятся сотовые сети, указанная методика никак не может использоваться. В них требуемые значения сигнал/шум зависят от того какая модуляция и какой кодер применяются в канале. А СИНАД жестко устанавливает сигнал/шум =12 dB, что обеспечивает определенный уровень качества разборчивости речи на слух.

6. Автор в название работы вынес понятие мягкого хэндовера, однако нигде в работе даже не упоминает основные технологические параметры управления хэндовером в сетях стандарта UMTS (Active Set, пороги включения/исключения сот из Active Set, максимальное число сот, включаемых в Active Set). На стр. 13 автор ошибочно утверждает, что «мягчайший» хэндовер является разновидностью «мягкого» и что его реализуют в рамках одной соты. Это совершенно не верно. Softer HO выполняется когерентным взвешенным сложением радиосигналов, принимаемых разными антеннами в рамках одного сайта. А Soft HO – это коммутационный выбор потока данных из нескольких каналов, которые могут поддерживаться сотами одного или разных сайтов.

7. На стр. 34 автор утверждает, что выбранные уровни чувствительности в позициях 1 и 8 отвечают ГОСТ 12252-66. Но этот ГОСТ устарел и даже аннулирован. И относился он к «радиостанциям народнохозяйственной низовой УКВ радиосвязи», что совсем не соответствует технологии UMTS.

8. На стр. 36 автор указывает, что при градуировке ФИРК и дальности действия радиоустройств использовался ГОСТ Р 53363-09. Но указанный ГОСТ относится исключительно к радиорелейным линиям связи с прямой видимостью и никак не может быть использован для сетей стандарта UMTS. И точно, указанный ГОСТ никак не связан с режимом HO.

9. Автор многократно использует неудачный термин «шумы многолучевости» (стр. 4, 5,6, 17, 21, название главы 2, ...). В теории связи многолучевость принято классифицировать как источник помех, а не шума. Шумы же связывают по физике природы возникновения с тепловыми эффектами (теорема Найквиста, Шотки).

10. На стр. 8 автор утверждает, что соты преимущественно имеют шестиугольную форму. Это абсолютно неверно. Форма зон обслуживания сот имеет очень причудливую нерегулярную структуру, напоминающую «лоскутное одеяло». Зоны пересечения сот в сетях UMTS стремятся как можно сильнее сокращать, чтобы уменьшить территории подверженные эффекту «Pilot Pollution». Для этого в первую очередь оптимизируют наклоны (Tilt) и высоты подвесов антенн.

11. Для расчетов зон с заданным уровнем разборчивости речи автор использует привязку к уровням сигнал/шум устанавливаемую ГОСТ Р 50840-95 для аналоговых систем радиопередачи речи. Эти уровни совсем не соответствуют цифровым системам. Кроме того, он их связывает в работой Wi-Fi радиокарты (радиоудлинитель). Поэтому в таблицах 3.1, 4.1 получены максимальные значения дальности менее 65 м. А outdoor соты в UMTS имеют размеры, по крайней мере несколько сотен метров, а на периферии до нескольких километров. Поэтому использование данных этих таблиц для расчета зон хэндовера в главе 4 (табл. 4.5), нельзя считать корректным.

12. При расчетах автор использует на стр. 52, 53, 63, 68 значения мощности передатчика UMTS 43 dBm (или 46 dBm). Надо заметить, что такие уровни относятся к групповому каналу, а в отдельном абонентском логическом канале мощность как правило сбалансирована для линий Down и Up. Поэтому для терминала класса 3 она составляет до 250 mW, а для терминалов класса 4 – 125 mW. Поэтому расчеты трасс абонентских линий выполнены с ошибкой.

13. На стр. 63 автор утверждает, что в центре Москвы средний радиус соты составляет 340 м, а диаметр – 680 м. Это не верно. Если взять сеть МегаФон, то для сети UMTS средняя дистанция между базовыми станциями (Inter Site Distance) в центре Москвы составляет 550 м, поэтому радиус соты в среднем составляет 275 м. И так как сайты UMTS имеют в основном трехсекторную структуру, то антенна соты

находится с краю зоны обслуживания. А радиусы сот, как это не парадоксально, сопоставимы с диаметром зон обслуживания. И этот диаметр существенно меньше указанных 800 м.

14. Вряд ли можно согласиться с ориентацией приложения результатов диссертации на крупных операторов сотовой связи, было бы целесообразным в большей степени использовать приложения в области технологической, например, в сетях железнодорожной общетехнологической связи (ОбТС) сетях охраны и т.п.

15. Результаты диссертации следует позиционировать не к области тонких моделей, а как некий «калькулятор».

16. Автор на стр. 32, 33 использует нестандартное обозначение dBu, которое не представляется возможным расшифровать.

Я вижу практическую ценность в подходе, предложенном автором, по привязке рабочих характеристик к шкале разборчивости речи, а также определенную возможную пользу от построенных номограмм для специальных исследований.

Выводы

Диссертация И.Л.Попова, конечно, существенно потеряла в ценности из-за многочисленных неточностей, указанных в замечаниях, но, несмотря на это, можно отметить, что она представляет собой самостоятельную законченную работу, посвященную актуальной проблеме сети беспроводного широкополосного доступа. Результаты диссертации имеют определенную новизну и сопровождаются обоснованиями и измерениями. Работа обладает внутренним единством и определенной завершенностью.

Оформление диссертации отвечает современным издательским требованиям. Диссертация достаточно снабжена информативным материалом, который иллюстрируют основные результаты.

Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Считаю, что совокупность результатов диссертации И.Л.Попова «Определение зоны мягкой эстафетной передачи в стандарте сотовой связи технологии МДКР» можно квалифицировать как оригинальную научную работу, результаты которой

представляют оригинальный подход к теории и практике сетей и устройств телекоммуникаций.

Считаю, что рецензируемая работа, несмотря на недостатки, удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор Попова Ивана Леонидовича заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата по указанной специальности.

Генеральный директор

ЗАО «Национальный институт радио

и инфокоммуникационных технологий»

доктор технических наук, профессор



О.А.Шорин