

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Осеннего К.Н. «ПЛАНИРОВАНИЕ СИСТЕМ АБОНЕНТСКОГО РАДИОДОСТУПА С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность работы

Эффективное планирование сетей доступа является ключевой проблемой для большей части операторов, желающих удержать своих абонентов и увеличить доход от внедрения новых услуг. Подобные тенденции характерны как для стран, с развитой структурой телекоммуникаций, так и для развивающихся регионов. Поэтому выбор наиболее подходящей технологии и способа построения сетей доступа становится определяющим с позиций эффективных затрат на строительство и эксплуатацию сетей, а также возможностей расширения списка услуг в будущем. Одной из основных целей исследований в области сетей доступа является построение экономически эффективного абонентского сегмента, обеспечивающего, в то же время, доставку пользователю требуемого набора услуг.

Среди многих факторов, которые необходимо принимать во внимание при планировании сетей доступа, ключевым является их высокая стоимость. В телефонных сетях общего пользования основная часть абонентских линий построена на базе медных кабелей. При продолжающемся применении медного кабеля в сетях доступа затраты на сетевую инфраструктуру будут расти в связи с увеличением цен на медь, а также с ростом стоимости проектных, строительных работ и эксплуатационных расходов в таких сетях. Поэтому постоянно, особенно в последние годы, идет активный поиск новых решений, среди которых одним из наиболее важных является применение в сетях общего пользования систем беспроводного абонентского доступа.

При организации беспроводного доступа может быть использовано большое число различных видов технологий – как технологий фиксированной беспроводной связи, так и технологий мобильных сетей связи на основе систем второго и третьего поколений. В последние годы все более популярным становятся системы фиксированного радиодоступа на базе технологии CDMA, обеспечивающей существенные преимущества по сравнению с другими технологиями, применяемыми в сетях беспроводного доступа. **Вместе с тем, многие вопросы эффективного планирования таких сетей остаются открытыми, что и определяет актуальность рассматриваемой диссертационной работы.**

Содержание работы

Работа содержит Введение, четыре главы и Заключение. В *первой главе* анализируются основные принципы построения сетей радиодоступа на базе различных технологий. Детально рассматриваются характеристики и особенности функционирования сетей доступа, построенных на базе технологии CDMA. Дается обзор основных подходов к решению основной задачи частотно-территориального планирования сетей доступа. Отмечается, что особую важность при планировании сетей на базе CDMA имеет проблема оценки внутрисистемной электромагнитной совместимости (ЭМС). При этом алгоритмы оценки ЭМС, применяемые при планировании сотовых сетей с частотным и временным разделением, оказываются

неприменимыми в системах CDMA. В связи с этим возникает проблема адаптации существующих методик частотно-территориального планирования сетей для применения в сетях с кодовым разделением каналов. Определены основные задачи планирования сетей абонентского радиодоступа на базе CDMA, решение которых и составляет содержание последующих глав диссертационной работы Осеннего К.Н.

Во **второй главе** проведено детальное исследование основных характеристик канала связи системы радиодоступа на базе технологии CDMA. Все рассматриваемые задачи решаются применительно к наиболее перспективному стандарту cdmaOne.

Для оценки потерь в канале используются три вида моделей – статистическая, дифракционная и модель Ray-Rice-Bertoni, комбинирующая оба предыдущих подхода. Дается характеристика достоинств и недостатков первых двух моделей и определены возможности комбинированной модели.

В этой же главе исследуются особенности многолучевого распространения сигнала в условиях сложной городской застройки. Для оценки затухания сигнала при многолучевом распространении применяется модель Ichitsuho и др. Определены ограничения применимости модели, связанные с конфигурацией канала радиосвязи. Рассматривается решение задачи оценки быстрых замираний сигнала в радиоканале системы CDMA при условии, что на приемной стороне реализуется алгоритм когерентной RAKE-обработки сигналов с взвешенным суммированием ветвей временного разнесения. Полученные в Главе 2 результаты позволяют оценить энергетический бюджет радиоканала системы фиксированного радиодоступа на базе технологии CDMA.

В Главе 3 рассматриваются различные аспекты задачи частотно-территориального планирования сетей радиодоступа на базе CDMA. Предложена методика расчета зон покрытия для случая трехсекторной соты. Получены соотношения, позволяющие оценить значения абонентской нагрузки по секторам в зависимости от таких параметров базовых станций, как мощность передатчика и параметры антенных систем. Вероятностный характер полученных соотношений обеспечивает так называемое “мягкое” территориальное планирование, при котором абонент может быть закреплен за одним из имеющихся секторов сети. Это свойство становится особенно важным, когда возникает необходимость размещения базовых станций в сильно населенных сегментах. В этой же главе получены оценки внутрисистемной ЭМС в прямом и обратном каналах связи сети доступа. Предложен критерий оценки внутрисистемной ЭМС, основанный на значении отношения «Сигнал/Шум» в точках приема радиосигнала.

В **четвертой главе** рассматривается одна из наиболее важных задач планирования сетей радиодоступа – повышение использования пропускной способности на основе учета особенностей применения этих сетей для фиксированных абонентов. Показано, что переход от многозоновой конфигурации к однозоновой позволяет повысить пропускную способность на 50-70% благодаря отсутствию помех со стороны соседних сот в прямом и обратном каналах. Предложены два подхода к решению практической задачи планирования сети радиодоступа, обеспечивающие повышение использования пропускной способности абонентского сегмента. Первый подход основан на применении репитеров в зоне одной базовой станции. Рассмотрены два варианта размещения репитеров – с пересекающимися и непересекающимися зонами обслуживания.

Показано, что оба варианта приводят к примерно одинаковым условиям по критерию отношения «Сигнал/Шум».

Второй подход к задаче практического планирования связан с организацией дополнительного канала передачи данных на ортогональных кодовых поднесущих в сети абонентского радиодоступа. Подход основан на том, что при полной загрузке базовых станций в системе CDMA эффективно используются 30-40 каналов, тогда как от 20 до 30 каналов остаются доступными для дополнительного использования. Показано, как меняется число доступных каналов и суммарная пропускная способность (в кбит/с) от числа сот в сети доступа. Даны рекомендации по реализации системы передачи, в которой используются дополнительные каналы.

Основные научные результаты и практическая ценность

Диссертация содержит ряд новых результатов в области планирования современных сетей с учетом перспективной технологии кодового разделения. В первую очередь, это относится к распространению известных методов планирования сетей на базе частотного и временного разделения на сети CDMA. Достаточно интересными представляются результаты, связанные с оценкой энергетического бюджета радиоканала в сети радиодоступа на базе CDMA, а также метод расчета зон обслуживания секторов базовых станций, открывающий возможность так называемого “мягкого” территориального планирования. Предложенные в четвертой главе решения по существенному увеличению пропускной способности сети доступа имеют очевидную практическую направленность.

Недостатки работы

1. В диссертационной работе, в целом, основное внимание уделено исследованию характеристик радиоканалов в системе CDMA, тогда как вопросы, связанные с анализом трафика (оценка выигрыша по пропускной способности сети радиодоступа на базе CDMA по сравнению с другими технологиями, анализ потерь по вызовам в период перегрузок и др.) рассмотрены недостаточно детально.
2. В Главе 4 при рассмотрении двух вариантов использования репитеров не проведено сравнение этих вариантов по эффективности, например, по величине обслуживаемой нагрузки и сложности реализации.
3. Отсутствуют элементы технико-экономического анализа, например, оценки объемов инвестиций и эксплуатационных расходов, вычисленные для некоторой эталонной конфигурации сети радиодоступа или для реальной сети доступа, в строительстве которой принимал участие автор работы. Вывод на стр. 160 о снижении эксплуатационных расходов на 20-30% вызывает определенные сомнения.
4. В работе встречаются опечатки (соотношение 3.35, стр. 116), неточности в численных примерах (оценка выигрыша по пропускной способности, стр. 124), непонятные единицы измерений (полоса пропускания, стр. 74).

Отмеченные недостатки в определенной степени снижают общую оценку представленной работы. Вместе с тем, результаты, полученные автором, содержат вполне определенные признаки научной новизны, имеют практическую направленность и могут быть применены при проектировании современных сетей связи. Даже с учетом недостатков можно рассматривать данную диссертацию как

законченную научно-исследовательскую работу. Задачи, поставленные и решенные в диссертации, свидетельствуют о достаточно высокой квалификации автора. Наконец, считаю важным отметить, что текст работы написан хорошим литературным языком, что в последнее время становится весьма редким явлением в диссертационных работах.

Считаю, что работа отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор – Осенний Константин Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор СПб. Государственного
университета телекоммуникаций

Г.Г. ЯНОВСКИЙ

Отзыв Г.Г. ЯНОВСКОГО заверяю.
Ученый секретарь Совета
СПб. Государственного университета
телекоммуникаций

С.Э. КОГАНЕР

“ “ июня 2003 г.