

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗОН ОБСЛУЖИВАНИЯ БАЗОВЫМИ СТАНЦИЯМИ СТАНДАРТА GSM С УЧЕТОМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АБОНЕНТСКОЙ НАГРУЗКИ

Штанько Н.Н.

Поволжская государственная академия телекоммуникаций и информатики

Любая система, в течение своего существования проходит несколько этапов своего развития. На каждом из этих этапов проводится ряд расчётно-аналитических работ по планированию системы, расширению, настройке и контролю качества её функционирования. В сотовых системах подвижной радиосвязи выделяют несколько этапов планирования, основными из которых являются этап разработки частотного плана и расчёта пропускной способности и этап настройки системы. Именно в данных этапах проводится расчет прогнозируемых зон обслуживания базовых станций, интерференционный анализ и оценка распределения напряженности поля.

На этапе планирования, для предварительной оценки зон обслуживания используются различные модели распространения радиоволн, на основе которых разрабатываются мощные средства расчёта и прогнозирования радиочастотной обстановки. К таким моделям можно отнести: экспоненциальную, статистическую модель трафика и модель абонентской нагрузки, построенную с помощью ТА-метода.

Экспоненциальная модель трафика характеризуется зависимостью:

$$\sigma(r) = \sigma_0 \begin{cases} 1, \text{ при } & 0 < r < R \\ e^{-\alpha(r-R)}, \text{ при } & R \leq r \leq R_M \end{cases}$$

где σ_0 — постоянный уровень поверхностной плотности нагрузки в центре города, эрл/км²; R — радиус окружности, охватывающий центральную часть города, км; α — коэффициент, определяющее спад интенсивности нагрузки, 1/км.

Достоинство данного метода составляет относительная простота построения модели: нужно определить параметры σ_0 , R , α . Экспоненциальная модель позволяет получить достаточно точные результаты только для городов с радиальной структурой застройки, как Москва [1].

Для построения статистической модели необходимо рассчитать области обслуживания секторов в сети и, разделив значение нагрузки с контроллера базовых станций на площадь каждого сектора соответственно, получаем распределение поверхностной плотности абонентской нагрузки. Данный метод применяется лишь для мониторинга состояния сети мобильной связи с целью выявления перегруженных участков. Поэтому для более точной модели трафика применяется ТА-метод.

Известно, что первая установка соединения МС с БС осуществляется по направлению «вверх» (направление от МС к БС). Данное соединение происходит в виде пакета доступа (AB - access burst) по каналу параллельного доступа (RACH - random access channel). Кроме первой установки соединения, пакет доступа используется при осуществлении хэндовера, при этом уже используется не канал RACH, а быстрый смежный канал доступа (FACCH - Fast Associated Common Control Channel). Основной характеристикой пакета доступа является то, что кроме последовательности синхронизации (49 бит) и битов кодирования (39 бит) передается информация о временной задержке распространения сигнала от МС до БС. Информация о временной задержке передаётся в защитном интервале (GP - guard period), временная длительность которого составляет 68,25 бит или 252 мксек. Графическая интерпретация временных кадров представлена на рис. 1.

Используя данные о временных значениях интервала доступа, можно определить действующее расстояние между базовой станцией и подвижной станцией, которое может быть записано в виде

$$R = \frac{D_{RT}}{2} \cdot \tau$$

где, τ – временная задержка для обычного радиуса сот; D_{RT} – расстояние от мобильной станции до базовой станции определяется как

$$D_{RT} = v \cdot t \quad \text{где, } v - \text{ скорость света } 3 \cdot 10^8 [\text{м/с}]; t = 1 \text{ бит} = 48/13 [\text{мкс}].$$

Для фиксирования распределения абонентов на местности в аппаратное обеспечение BSC закладывается программная реализация определения и накопления статистических данных, касающихся временной задержки (ТА). Данная реализация функции сбора данных о распределении временной задержки позволяет определять временную задержку сигнала для всех сот БС подсоединённых к BSC одновременно. Последнее предоставляет возможность проводить оценку зон обслуживания сот БС комплексно.

Для достоверного определения зон радиочастотного покрытия необходимо знать точность вычисления значения временной задержки. Согласно рекомендациям ETSI [4], точность определения значения временной задержки составляет +/-1 бит (+/- 550 метров). В связи с этим, погрешность измерения зон охвата оказывается существенной в ближней зоне обслуживания (0 – 1 км). Поэтому, обработка измерений в ближней зоне должна осуществляться с учётом вносимой большой погрешности. Последнее обусловлено ещё и

тем, что на практике эффективная зона обслуживания составляет 0 - 3 км. Следовательно, погрешность измерений будет существенно проявляться в сотах, работающих в черте городской застройки.

Поскольку длительность одного измерительного отсчета равна 483 мс, то, разделив сектор на радиальные зоны с шагом 550 м, получаем абонентскую нагрузку, распределенную по расстоянию от базовой станции:

$$E1_{i,k} = \frac{0,483 \cdot M_{i,k}}{3600}, \text{ эрл - нагрузка в } k\text{-й зоне ТА } i\text{-го сектора,}$$

где $M_{i,k}$ — число измерительных отсчетов для i -го сектора в k -й зоне ТА.

Для получения поверхностной плотности абонентской нагрузки необходимо трафик каждой зоны ТА разделить на соответствующую площадь этой зоны:

$$\sigma_{i,k} = \frac{E1_{i,k}}{S1_{i,k}}, \text{ эрл/км}^2,$$

где $S1_{j,k} = \mu_i(0,55)^2 \cdot (k+1) = 0,3025\mu_i(k+1)$, км² - площадь k -й зоны ТА ($k = 0 \dots N$) i -го сектора; μ_i — угол зоны ТА i -го сектора (например, для угла в 120° $\mu = \pi/3$).

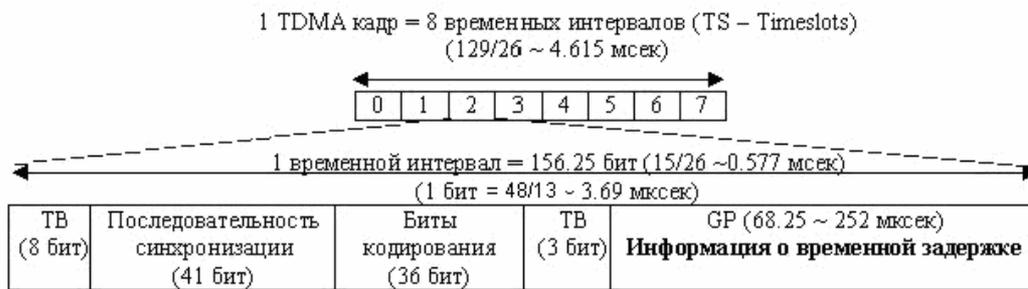


Рис. 1 – Графическая интерпретация интервал доступа

Таким образом, модель распределения поверхностной плотности абонентской нагрузки для i -го сектора определяется как

$$\sigma_{i,x,y} = \sum_{k=0}^N \frac{E1_{i,k}}{S1_{i,k}}.$$

Просуммировав нагрузку во всех секторах за рассматриваемый промежуток времени, мы получим общий трафик в сети, привязанный к территории обслуживания.

$$E_{x,y} = \sum_{x=1}^X \sum_{y=1}^Y \sum_{i=1}^M \sigma_{i,x,y},$$

где M — число секторов в сети; X, Y — размерность матрицы планируемого региона.

ТА-метод позволяет получить большую точность модели трафика, чем экспоненциальный и статистический метод.

Как показывают результаты измерений временной задержки (ТА) [2], на территориальное распределение трафика в течение суток влияет движение абонентов внутри сотовой системы. Долговременные измерения показывают только общую картину пространственного распределения абонентов в зависимости от ТА. Кратковременные же измерения, позволили определить, что абоненты в зависимости от времени суток делают нагрузку динамичной, перемещающейся в пространстве и показали, что характерной особенностью пригородных зон является наличие зон «островов» (рис.2), которые, характеризуются неудовлетворительным качеством обслуживания, выраженным сбросом соединений, а также появления большого количества ошибок. Следовательно, для достоверной оценки эффективности зон обслуживания БС, необходимо осуществлять измерения, как за короткие, так и за длительные интервалы времени. Данный метод позволяет определить лишь интегральный показатель качества – пространственную локализацию абонентов. В связи с этим, последний должен быть использован совместно с методом на основе натуральных измерений [3], где показателем качества является энергетический показатель – достаточный уровень принимаемого сигнала.

Кроме обеспечения уровня сигнала, оператору сотовой связи необходимо следить за тем, чтобы показатель качества работы сети ("процент отказов на предоставление радиоканала") не превышал 2 % в секторе и 1 % по сети в целом [1]. Если существующий в сети процент отказов превышает норму, то его уменьшение осуществляется путем добавления некоторого числа приемопередатчиков в действующие сектора либо при помощи оптимизации мест расположения существующих базовых станций (БС), либо с по-

мощью рациональной установки новых БС. Очевидно, что изменение местонахождения работающих БС нецелесообразно, а увеличение числа приемопередатчиков в секторе эффективно до определенного предела и дальнейшее увеличение их количества происходит в ущерб качеству передачи речи из-за интерференции по основному и соседнему каналам. Поэтому, как известно, наиболее эффективным средством снижения процента отказов в сети является установка новых БС в местах с повышенной нагрузкой. Области перегрузок получают с помощью ТА-метода построения модели трафика. Затем список потенциальных мест на установку новой базовой станции в заданной области перегрузки упорядочивают в соответствии с ожидаемым трафиком при размещении базовой станции в каждом предполагаемом месте. Местоположение базовой станции с максимальным трафиком будет наиболее оптимальным.



Рис. 2 - Влияние рельефа местности на появление островных зон

Литература

1. С.Н. Смоловик, В.И.Носов. Метод оптимального планирования сетей мобильной связи стандарта GSM с учетом пространственного распределения абонентской нагрузки //Электросвязь. – 2002. - №2
2. А.В. Береснев. Оценка эффективности зон обслуживания базовыми станциями стандарта GSM, <http://www.jre.cplire.ru/jre/mar02/3/text.html>.
3. А.В. Береснев. Проведения натурных измерений напряжённости поля в сотовых системах подвижной радиосвязи // Цифровые радиоэлектронные системы, 2001, №4, <http://www.drts.susu.ac.ru/~rvm/vo/14/a1204.zip>.
4. GSM Rec. 05.08, "Digital Cellular Communications Systems (Phase 2+); Radio Subsystem Link Control," ETSI.

