

УДК 621.396.41

Л.Л. Егоров

Оценка эффективности использования частотного ресурса сети стандарта GSM

Рассмотрена максимальная интенсивность поступающей нагрузки на сектор базовой станции с различной конфигурацией приемопередатчиков. Произведена оценка коэффициента использования частотного ресурса сети.

Доступность и необходимость сотовой связи в последнее десятилетие привели к существенному увеличению числа пользователей данного вида услуг и резкому росту объема передаваемой и обрабатываемой информации. В этой связи перед операторами мобильной связи наиболее остро встает вопрос грамотного распределения нагрузки сети на ее ресурсы для оказания услуг на определенном законодательством уровне. При проектировании сотовой сети основной целью является ее оптимальное построение по основному критерию: высокая эффективность — минимальная стоимость. Решение данной проблемы включает в себя комплекс мер, рассматриваемых как на этапе частотно-территориального планирования, так и в процессе эксплуатации путем постоянной оптимизации ресурсов сети.

Основными задачами, стоящими перед оптимизатором, являются следующие: грамотное распределение нагрузки по ресурсам сети; обеспечение качественного приема сигнала в зоне обслуживания; выявление и устранение соканальных помех. Наиболее актуальна проблема оптимального распределения нагрузки, так как она напрямую влияет на основной критерий проектирования [1].

В данной работе проведено сравнение реально поступающей интенсивности нагрузки с максимально возможной интенсивностью, которую может обслуживать сеть стандарта GSM. Определен коэффициент использования частотного ресурса сети.

Для правильной оценки эффективности работы частотного ресурса необходимо рассчитать максимальную нагрузку, которую может обеспечить сектор базовой станции (БС) с различным числом приемопередатчиков.

Рассчитаем максимальную нагрузку на сектор с одним приемопередатчиком при полноскоростном кодировании (режим «Full Rate»).

На рис. 1 представлена структура TDMA-кадра, используемая в данной сети. Первые две временные позиции задействованы под вещательный канал управления BCCH (Broadcast Control Channel) и выделенный закрепленный канал управления SDCCH/8 (Standalone Dedicated Control Channel). Третье окно статически закреплено за каналом обслуживания GPRS — Static PDCH (Packet Data Channel). Далее следуют три временные позиции, которые могут обслуживать как GPRS, так и речевую нагрузку, в зависимости от приоритетов. Шестое и седьмое окно занимают разговорные каналы TCH (Traffic Channel). Таким образом, потенциально один приемопередатчик может обслуживать одновременно при полноскоростном кодировании до 5 абонентов, при полускоростном режиме — до 10 абонентов.

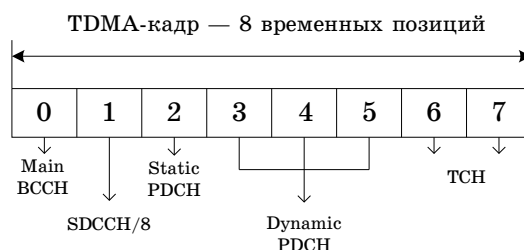


Рис. 1. Структура TDMA-кадра при одном приемопередатчике

Если приемопередатчиков в секторе два, структура кадров изображена на рис. 2. В этом случае число речевых каналов при полноскоростном кодировании тринадцать. При полускоростном режиме в данной конфигурации произойдет выделение еще одного тайм-слота под канал SDCCH/8, так как одного канала SDCCH/8 для такого количества абонентов будет уже недостаточно.

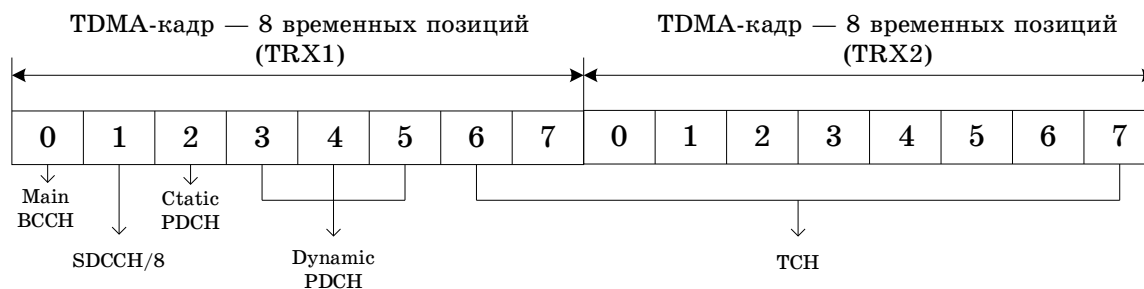


Рис. 2. Структура TDMA-кадров в конфигурации с двумя приемопередатчиками в секторе при полноскоростном кодировании

Структура TDMA-кадров при полускоростном режиме представлена на рис. 3, откуда следует, что максимальное число временных позиций, отведенных под речь, двенадцать, а максимальное число абонентов — двадцать четыре.

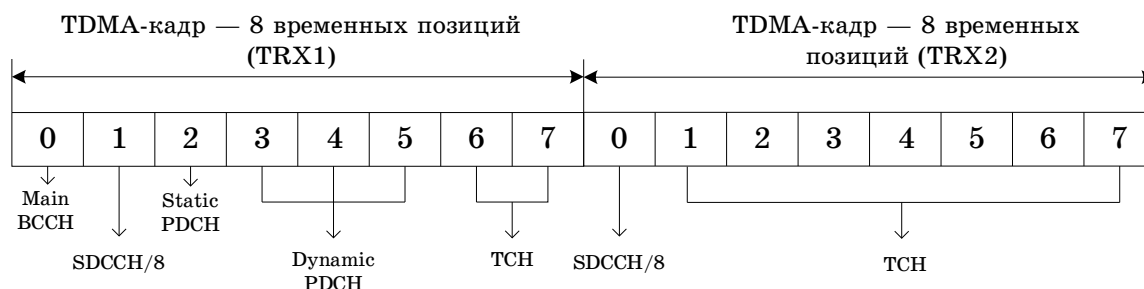


Рис. 3. Структура TDMA-кадров в конфигурации с двумя приемопередатчиками в секторе при полускоростном кодировании

В случае с тремя приемопередатчиками в секторе число речевых каналов двадцать один, с четырьмя — двадцать восемь (полускоростной режим кодирования на данных секторах не применяется).

Оценить максимальную интенсивность поступающей нагрузки в зависимости от вероятности блокировки вызова и количества речевых каналов возможно по B -формуле Эрланга [2]

$$P_B = \frac{\lambda^v}{v!} / \sum_{j=0}^v \left(\frac{\lambda^j}{j!} \right), \quad (1)$$

где P_B — вероятность отказов внутри сети, определенная нормами на показатели качества услуг связи и методики проведения их оценочных испытаний в 5 % от общего числа попыток соединений [3]; v — число речевых каналов; λ — поступающий телеграфик; j — случайная величина, характеризующая число занятых линий.

Результаты оценки максимальной интенсивности поступающей нагрузки на сектор в зависимости от количества TRX приведены в таблице.

Для оценки эффективности необходимо знать количество приемопередатчиков в секторе и максимальную нагрузку на сектор в час наивысшей нагрузки (ЧНН). Количество приемопередатчиков регламентировано конфигурацией БС, нагрузка на сектор вычисляется БС (Контроллер Базовых Станций). Время наблюдения 1 месяц. Этого срока достаточно, чтобы отметить изменение нагрузки в будничные и выходные дни.

Мерой эффективности использования частотного ресурса будет суммарное отношение реальной интенсивности нагрузки к расчетной:

$$\eta = \sum_{n=1}^{380} A_{\text{реал}_n} / \sum_{n=1}^{380} A_{\text{расч}_n}, \quad (2)$$

где η — коэффициент использования частотного ресурса; n — общее число приемопередатчиков в сети; $A_{\text{реал}_n}$ — реальная интенсивность нагрузки одного приемопередатчика; $A_{\text{расч}_n}$ — максимально возможная интенсивность нагрузки одного приемопередатчика;

$$\eta = \frac{748,32}{1561,41} = 0,479. \quad (3)$$

Максимальная интенсивность поступающей нагрузки
в зависимости от количества приемопередатчиков

Количество TRX в секторе	Режим кодирования	Число речевых каналов	Интенсивность макс. нагрузки (Эрл)
1	Полноскоростной	5	2,22
	Полускоростной	10	6,22
2	Полноскоростной	13	8,83
	Полускоростной	24	19,0
3	Полноскоростной	21	16,2
4	Полноскоростной	28	22,9

Результаты вычислений, проводимые по Томску на сети оператора ЗАО «Мобиком-Новосибирск», показали, что коэффициент использования частотного ресурса составил 48 %. В расчет взяты 50 базовых станций, покрытие которых охватывает территорию города и его периферию в радиусе 15 км, число активных абонентов — 25 тысяч.

Наименьшая нагрузка наблюдается на БС, находящихся за пределами города. На данных БС число установленного приемопередающего оборудования минимально. Такие БС коммерчески не выгодны, но необходимы для увеличения зоны покрытия сети.

Неравномерность распределения нагрузки на сети в городе связана с территориальными особенностями. Территория города имеет административные, «спальные» и промышленные районы. Нагрузка составляет в среднем 2–3 Эрл в спальном районе и 7–8 Эрл вблизи университетов, студенческих городков, больших магазинов. Также на распределение нагрузки влияет естественная миграция абонентов, которая наиболее ощутима в студенческих городках. Основной приток абонентов здесь приходится на начало учебного года, нового семестра, отток наблюдается на новогодние праздники, начало зимних и летних каникул. Также неравномерность распределения нагрузки вызвана территориальным распределением БС по городу — при планировании сети часто нет возможности соблюсти оптимальные геометрические пропорции зон обслуживания. Это приводит к перегрузке какого-либо сектора и отсутствию нагрузки в смежном ему секторе.

Одним из путей в решении вышеописанных проблем является оптимизация углов наклона, баланса мощностей приемопередатчиков БС и высоты подвеса антенн. Следствием данной оптимизации будет перераспределение нагрузки сети за счет уменьшения или увеличения зон покрытия сот. Подобрать площадь покрытия сектора пропорционально интенсивности поступающей нагрузке, можно установить в этот сектор минимальное число приемопередатчиков, пропускной способности которых будет достаточно. Это позволит разгрузить наиболее загруженные секторы и повысить нагрузку на простаивающие секторы, что в свою очередь увеличит коэффициент использования частотного ресурса.

Литература

1. Попов. В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В.И. Попов. — М.: Эко-Трендз, 2005. — 296 с.
2. Теория телетрафика : учеб. для вузов / Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Связь, 1979. — 224 с.
3. О введении в действие руководящих документов отрасли РД45.010-99, РД45.011-99, РД45.150-2000, РД45.151-2000, рекомендации Р45.05-2000 (письмо Минсвязи России от 20.06.2000 г., № 3535).

Егоров Леонид Леонидович

Аспирант кафедры средств радиосвязи ТУСУРа

Телефон: (3822) 41 37 09

L.L. Yegorov

Evaluation of the GSM standard frequency network resource effective usage

Maximum intensity of the load incoming to the various receiver/transmitter configuration base stations has been studied. The evaluation of the frequency network resource use factor has been made.
