

РАСЧЕТ БЮДЖЕТА РАДИОЛИНИЙ СИСТЕМЫ WCDMA**Еремеева Е. В., студент; Хорхордин А. В. доц., к.т.н.***(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк)*

Развитие телекоммуникаций не стоит на месте, и вот уже на смену второму поколению (GSM) приходит третье (UMTS); и пусть они похожи по строению сети, но технология UMTS требует более детального планирования и расчета параметров сети. Как и в сетях второго поколения, планирование может быть разделено на 3 фазы: начальное планирование (расчет, постановка целей), детальное планирование радиосети и работы по оптимизации. Ранее при планировании систем второго поколения, предоставляющих услуги голосовой связи, было достаточно определить покрытие и вероятность отказа, но со временем все более и более важным становится определение вероятности обслуживания для абонентов, находящихся в помещении или в автомобиле. В случае планирования UMTS данная проблема еще более многогранна. В системах третьего поколения важную роль начинают играть сервисы по передаче данных, которые требуют обширного процесса планирования, учитывающего особенности каждой из предоставляемых услуг. Для каждого конкретного вида услуги необходимо определение и выполнение требований к качеству обслуживания (QoS target).

Одной из важных составляющих является расчет бюджета радиолиний системы WCDMA. Задача расчета бюджета радиолиний – это оценка максимальных допустимых потерь на трассе. Зная значение допустимых потерь и используя подходящую модель распространения, можно вычислить радиус соты. При расчете бюджета радиолинии учитываются параметры антенн, выигрыши от разнесения, потери в кабелях, запасы на замирания и т.д. Результатом расчета являются максимальные разрешенные потери на трассе [1]. Расчет допустимых потерь зависит от множества параметров. Основными из них, используемыми в расчете, являются следующие.

Во-первых, это отношение средней энергии бита к спектральной плотности шума (E_b/N_0). Требуемое отношение E_b/N_0 зависит от типа сервиса (метод канального кодирования, скорость передачи, требование к BER, BLER), скорости передвижения абонента и радиоканала (частота, многолучевость), типа соединения (использование быстрого управление мощностью, мягкий хэндовер, разнесенный прием). По сути, минимально допустимое значение E_b/N_0 на входе приемника – это характеристика оборудования (приемника). Следовательно, для оборудования разных производителей оно будет индивидуальным. Также вследствие различий и сложности устройств разным оно будет и для приемников базовой и мобильной станций. Однако, значения требуемого отношения E_b/N_0 определено спецификациями 3GPP (3GPP 25.101) для различных типов условий (типов радиоканала).

Во-вторых, это чувствительность приемника. Чувствительность приемника ограничена тепловым шумом. Но в приемнике мощность теплового шума еще зависит и от полосы пропускания фильтра. Для стандарта UMTS полосу согласованного фильтра можно принять равной 3.84 МГц. В реальном приемнике уровень шумов также определяется качеством внутренних компонентов, таких как малошумящие усилители, фильтры, которые также создают дополнительный шум, поэтому для расчета мощности собственных шумов прибавляют коэффициент шума приемника. Тогда мощность собственных шумов приемника (дБмВт) может быть определена так [1]:

$$P_{ш} = N + K_{ш} , \quad (1)$$

где N – мощность теплового шума в приемнике;

$K_{ш}$ - коэффициент шума приемника.

Минимально допустимый уровень сигнала на входе приемника зависит от требуемого отношения E_b/N_0 , скорости передачи данных пользователя, качества аналоговых компонентов приемника, уровня помех. Помехи могут создавать разные источники: абоненты из обслуживаемой соты; абоненты, обслуживаемые другими сотами; а также другие источники, создающие помехи, действующие в диапазоне используемого частотного канала. Исходя из вышеперечисленного, минимально допустимый уровень сигнала на входе приемника определяется следующим образом [2]:

$$P_{np} (\text{дБмВт}) = P_{ш} (\text{дБмВт}) + \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{\text{треб}} (\text{дБ}) - G_{\text{обр}} (\text{дБ}) , \quad (2)$$

где $\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{\text{треб}}$ – требуемое значение E_b/N_0 ;

$G_{\text{обр}}$ – выигрыш от обработки.

В-третьих, это запас на допустимые внутрисистемные помехи. Эта величина характеризует возрастание мощности шума на входе приемника и является функцией от загрузки соты: чем больше разрешенная нагрузка в соте, тем большую величину запаса необходимо учесть в расчете. При росте нагрузки до 100% запас на помехи стремится к бесконечности, и зона обслуживания соты уменьшается до нуля. Для расчета принимают, что запас на внутрисистемные помехи равен:

$$L = -10\lg(I - \eta) , \quad (3)$$

где η – относительная нагрузка соты в восходящей или нисходящей линии.

В-четвертых, это выигрыш за счет мягкого хэндовера. Выигрыш от мягкого хэндовера достигается за счет макроразнесенного приема, следовательно, он уменьшает негативные эффекты от теневых зон и замираний. В реальной сети зоны обслуживания большинства сот пересекаются, и на границе соты мобильная станция может выбрать лучшую из доступных в данный момент, то есть она не ограничена одним соединением. Это ведет к тому, что запас на замирания может быть снижен при расчете бюджета радиолинии, что ведет к уменьшению требуемого значения E_b/N_0 . Также выигрыш зависит и от условий распространения радиоволн (в городах – возрастает, а в сельской местности – уменьшается). Величина выигрыша может меняться в пределах 2-5 дБ. Типичная величина выигрыша, которой задаются для расчета бюджета радиолинии, составляет 2-3 дБ.

В-пятых, это ограничение управления мощностью или запас на быстрые замирания. Алгоритм быстрого управления мощностью введен в UMTS для того, чтобы поддерживать требуемое значение E_b/N_0 на входе приемника постоянным во время быстрых замираний, обусловленных многолучевостью (глубина замираний может достигать до 30 дБ). Этот алгоритм особенно важен для абонентов, имеющих малую скорость передвижения, так как они не могут быстро изменить свое положение для компенсации глубоких замираний. На границе соты мощность передатчика мобильной станции максимальная, таким образом, не остается запаса на управление мощностью для компенсации быстрых замираний. Для того чтобы учесть этот процесс в расчете, задается величина запаса на быстрые замирания, которая зависит от скорости абонента.

Исходные данные и результаты расчета в соответствии с (1), (2) и (3) сведены в таблицу 1 [1].

Аналогичным образом выполняется расчет бюджета радиолиний для других услуг: телефония (12,2 кбит/с), видеотелефония (64 кбит/с), передача данных (144 кбит/с). Расчет бюджета радиолиний необходим для дальнейшего планирования сети на этапе оптимизации, в частности для расчета радиуса соты и расположения базовых станций на местности, что может быть выполнено с использованием генетических алгоритмов либо их разновидностей.

Таблица 1 - Бюджет радиолиний 384 кбит/с

Скорость следования чипов, чип/с	3840000	
Скорость передачи восходящей линии бит/с	384000	
Скорость передачи нисходящей линии бит/с	384000	
	Восходящая линия	Нисходящая линия
Приемная сторона	Базовая станция	Мобильная станция
Коэффициент шума приемника, дБ	3	8
Спектральная плотность шума приемника, дБВт/Гц	-171	-166
Мощность собственных шумов приемника, дБВт	-105,2	-100,2
Требуемое отношение E_b/N_o , дБ	1,7	4,8
Выигрыш от мягкого хендовера, дБ	2,0	2,0
Выигрыш от обработки, дБ	10,0	10,0
Запас на помехи, дБ	3,0	3,0
Минимально допустимая мощность на входе приемника, дБВт	-112,5	-104,4
Коэффициент усиления антенны, дБ	18,0	0,0
Запас на быстрые замирания, дБ	3,0	3,0
Требуемая изотропная мощность, дБВт	-124,5	-101,4
Передающая сторона	Мобильная станция	Базовая станция
Мощность передатчика, дБВт	21	40
Коэффициент усиления антенны, дБ	0	18
Эффективно излучаемая мощность, дБВт	21	55
Максимально допустимые потери на трассе, дБ	145,5	156,4
Потери на проникновение в здание, дБ	15	15
Запас на медленные замирания, дБ	10	10
Допустимые потери на трассе, дБ	120,5	128,4

В статье кратко изложен алгоритм расчета бюджета радиолинии системы UMTS для услуги, требующей скорости передачи данных в нисходящей и восходящей линии 384 кбит/с (полученные результаты приведены в таблице 1). Перечисленные в статье основные параметры, такие как отношение средней энергии бита к спектральной плотности шума (E_b/N_o), чувствительность приемника, запас на допустимые внутрисистемные помехи, выигрыш за счет мягкого хендовера и ограничение управления мощностью (запас на быстрые замирания) были рассчитаны для восходящей и нисходящей линий. Расчет бюджета необходим при планировании сети GSM, что позволяет добиваться баланса допустимых потерь: допустимые потери на трассе вверх и вниз должны быть одинаковыми. В UMTS одна из радиолиний может быть нагружена сильнее, чем другая, следовательно, эта линия будет ограничивать емкость и зону обслуживания соты.

Список ссылок

1. Учебное пособие “Atoll. Getting Started UMTS.Version 3.1.0”/ Forsk China – 2011.
2. Дадамбаев Б. О. «Анализ метода повышения эффективности системы сотовой связи» - магистерская диссертация / Дадамбаев Б.О // Алматы – 2014.