

СПС

АКАДЕМИЯ

СОВРЕМЕННЫХ

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ

ТЕХНОЛОГИЙ

СПС Сети подвижной связи

СПС.7 Использование методов прогнозирования трафика для повышения качества мобильной связи

(количество частей – 1, число страниц - 7)

СПС.7

Наиболее дефицитным ресурсом в сетях мобильной связи является ресурс частот, которые могут быть эффективно использованы для передачи речи, данных и мультимедийного трафика. Для оценки эффективности использования частотного спектра в сетях мобильной связи используются удельные параметры:

коэффициент эффективности использования частотного ресурса при передаче речи, отражающий максимальную величину поверхностной плотности пропускаемой абонентской нагрузки в Эрлангах^{*)} на 1МГц используемой частотной полосы, Эрл/км²/МГц;

коэффициент эффективности использования частотного ресурса при передаче данных, отражающий объем передаваемой информации в кбит/с на 1МГц частотной полосы, кбит/с/МГц.

В качестве примера на рис.1 представлена пространственная модель абонентской нагрузки сотовой сети мобильной связи на территории г. Москвы.

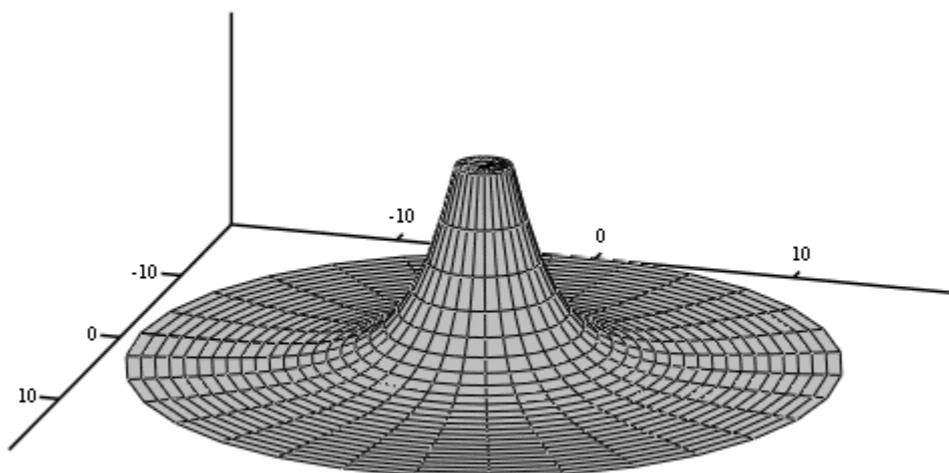
Качество мобильной связи может быть охарактеризовано тремя группами параметров. Первая группа параметров связана с особенностями распространения радиоволн, которые в сильной степени зависят от среды распространения и других факторов. Важно учитывать характер местности и особенности обеспеченности связью (сельская местность или городская; если городская, то какова высота зданий). Важнейшей характеристикой сигнала является его мощность в момент получения. Именно она определяет размеры ячеек сети, выбор одной из ячеек при эстафетной передаче. Шум и интерференция сильно отражаются на качестве приема радиосигнала. Многие новые системы мобильной связи устойчивы по отношению к интерференции, но не устойчивы к шуму.

Прием радиосигнала зависит также от некоторых переменных условий. Например, степень затухания сигнала зависит от скорости абонента по отношению к другим объектам, а также от плотности этих объектов.

^{*)} – Эрланг – единица измерения интенсивности трафика.

Один Эрланг = одно часозанятие в час.

Сигналы, передаваемые другими двигающимися абонентами или базовыми станциями, могут складываться с сигналами, связанными с обслуживанием рассматриваемого абонента. Это наложение зависит от числа мобильных абонентов и типа устанавливаемых соединений. Уменьшение величины сигнала может быть кратковременным (проезд мимо большой машины) или более протяженным по времени (проезд по участку лесного массива). Размещение антенны мобильного абонента по отношению к нему и к антенне базовой станции также имеет значение для мощности сигнала. Восприятие шума зависит от того, где находится мобильный абонент: внутри здания или нет. Как правило, вне зданий мощность источников шума (зажигание автомобилей, линии электропередачи) быстро затухает. При нахождении мобильного абонента внутри здания это воздействие становится существенным. Рассмотренные факторы влияют на выбор мощности радиосигнала. Вначале принимается во внимание мощность сигнала от каждой базовой станции. Затем рассматривается все покрытие. В результате может оказаться, что несколько зон имеют взаимное перекрытие, то есть абонент, находясь в такой зоне, может связаться с несколькими базовыми станциями.



(X, Y, Z)

Рис.1. Пространственная модель абонентской нагрузки сотовой сети на территории г. Москвы

Вторая группа параметров характеризует случайные процессы, протекающие в сотах мобильной сети. С каждой сотой можно связать случайный процесс, который задает поток первичных вызовов, возникающий в данной соте, продолжительность нахождения активного мобильного абонента в рассматриваемой соте и вероятность перехода абонента из рассматриваемой соты в соседние соты. Вероятности перехода между сотами могут быть оценены по результатам измерений или предсказаны на основании анализа возможных маршрутов движения объектов.

Третья группа параметров определяет особенности обслуживания вызовов. Предполагается, что каждый вызов с некоторой известной вероятностью требует заданное число радиоканалов трафика для своего обслуживания. При передаче обычной телефонной речи происходит занятие одного радиоканала. Необходимое число радиоканалов может зависеть от расположения абонента относительно базовых станций соседних сот и от качества приема сигнала. Обычно предполагается, что время обслуживания телефонных вызовов (продолжительность разговоров плюс время установления соединения) имеет экспоненциальное распределение. При передаче данных предполагается, что время обслуживания (передача), имеет произвольное распределение с известным средним значением. Время занятия канала трафика может быть измерено.

Совместное использование перечисленных параметров позволяет проектировать сети мобильной связи поколения 2,5G. Например, в Руководящем Документе РД45.151-20007.4.4, определяющем порядок технических испытаний системы сотовой радиотелефонной связи стандарта GSM при приемке и вводе в эксплуатацию законченного строительством объекта связи указано, что:

результаты испытаний считаются удовлетворительными, если коэффициент непрохождений:

внутри сети сотовой связи составляет не более 5 % (в соответствии с условиями лицензии оператора);

в направлении АТС телефонной сети общего пользования - не более 3%;

в направлении зонового узла связи – не более 10%.

Использование коэффициента непрохождений в качестве базовой характеристики при расчете сетевой структуры позволяет обосновать допустимое

число абонентов на территории ячейки сети. То есть при заданной абонентской емкости определить необходимое число ячеек на сети.

На рис. 2 представлены результаты расчета зависимости допустимого числа абонентов в сети $N_{\text{доп. сети. аб}}$ от числа ячеек h (расчет производился для варианта использования направленных антенн, 48 несущих частот и удельной абонентской нагрузки равной 0,015 Эрл). Предполагалось, что на территории сети может быть организовано от четырех до 25 ячеек, в центре каждой из которых размещается базовая станция. Регулирование размеров ячеек может производиться путем снижения уровня мощности приемо-передатчиков базовых станций.

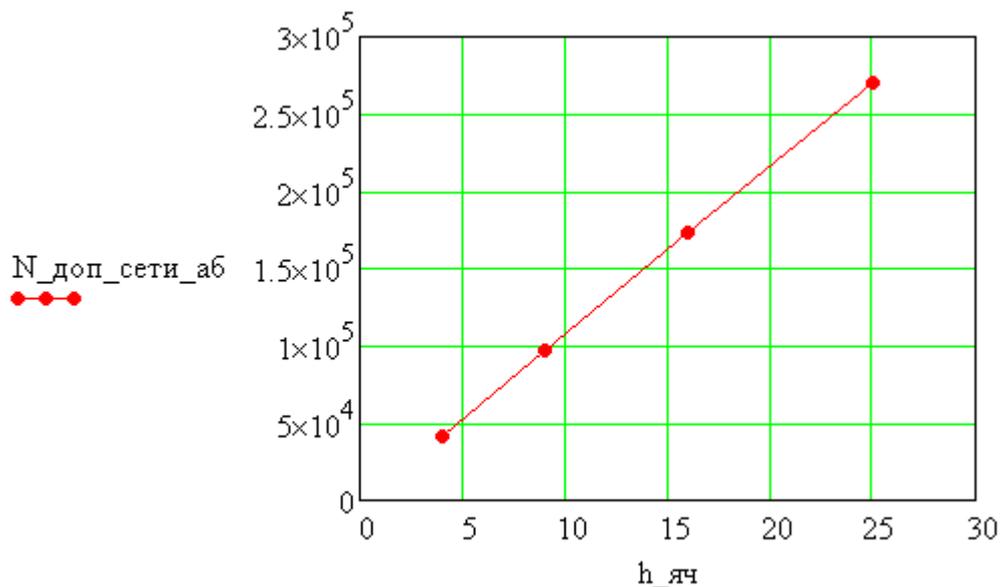


Рис.2. Зависимость допустимой абонентской емкости сети от числа ячеек

Быстрое развитие сетей мобильной связи поколений 3G и 4G изменяют ранее использовавшиеся подходы к проектированию сетей. Методы расчета широкополосных систем с использованием параметров первой группы уже разработаны. Их применение позволяет дать оценку качества связи только с позиции распространения радиоволн. Проблема обеспечения качественной связью мобильных пользователей становится все более острой, тем более, что

пользователям требуется не один радиоканал, а высокоскоростной ресурс для передачи значительных объемов информации.

Процессы поступления в сети поколений 3G и 4G мультимедийных запросов обладают характеристиками самоподобных процессов. Самоподобие проявляется в том, что:

появляется медленно-убывающая зависимость между величинами трафика в различные периоды времени;

трафик имеет выбросы, которые выглядят статистически подобными при различных масштабах времени.

Использование классических пуассоновских моделей в этом случае приводит к недооценке реальной нагрузки. Для прогнозирования потоков трафика, поступающих в сети поколений 3G и 4G, перспективно использование новой нейросетевой модели, которая отличается быстрой адаптацией к изменяющимся условиям. Следует отметить, что нейросетевые модели используются для прогнозирования бизнес-процессов на РТС

При прогнозировании изменений поступающего трафика с использованием нейросетевой модели используются такие свойства, как обобщение и нахождение скрытых зависимостей между уже накопленными данными. Если такая зависимость реально существует, и будущие значения могут быть predeterminedены предыдущими, нейронная сеть позволяет найти такую зависимость и выполнить прогноз с определенной точностью. Анализ сетевого трафика, в таком случае, сводится к задаче обработки временного ряда (рис.3).

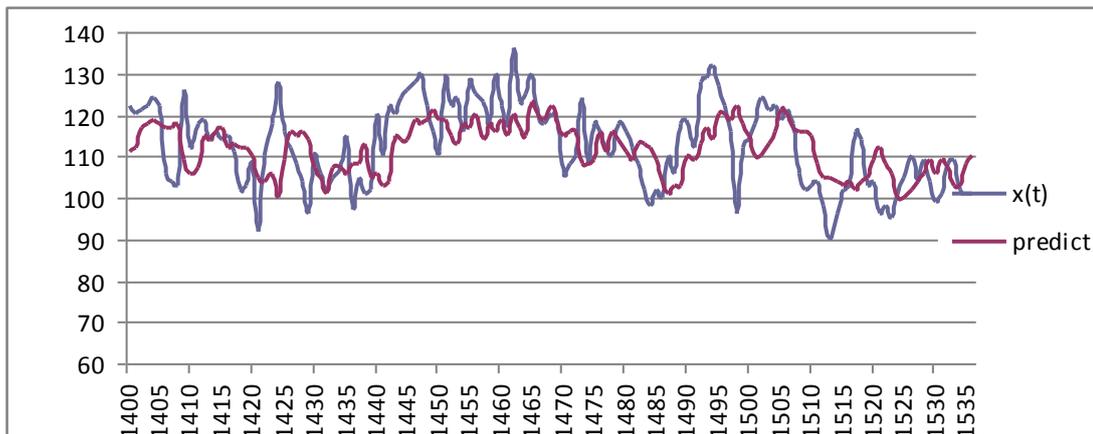


Рис.3. График результатов тестирования нейронной сети с прогнозированием на три шага вперед

Возможность прогнозирования самоподобного трафика в дальнейшем позволит оперативно решать задачу управления перегрузками на сетях мобильной связи с привлечением механизмов защиты или перераспределения трафика.

Авторы: к.т.н., доцент Степанова И.В., Покровская М.А.