

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВО И ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ  
СПОСОБНОСТИ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ  
СЕТЕЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВМЕЩЕННОГО  
РЕЖИМА ПЕРЕДАЧИ "РЕЧЬ—ДАННЫЕ"

*Киямов Рахматулло Рузиевич.*

*Касбински техникум пищевой промышленности*

[rahmatullo.kiyamov@mail.ru](mailto:rahmatullo.kiyamov@mail.ru)

**Аннотация:** *в статье ведется речь об улучшение качество и повышение пропускной способности мобильных телекоммуникационных сетей связи с использованием совмещенного режима передачи "речь—данные", приведена математический модель расчета режима передачи «речь- данные»*

**Abstract:** *The article discusses the improvement of quality and increase in the capacity of mobile telecommunication networks using the combined transmission mode "speech-data", a mathematical model for calculating the transmission mode "speech-data" is given*

**Annotatsiya:** *Maqolada “nutq-ma'lumotlar”ni uzatishning kombinatsiyalangan rejimidan foydalangan holda mobil telekommunikatsiya tarmoqlarining sifatini oshirish va sig'imini oshirish masalalari muhokama qilinadi va “nutq-ma'lumotlar”ni uzatish rejimini hisoblashning matematik modeli keltirilgan*

**Ключевые слова:** *речь, данные, проектирования, сеть передвижной радиосвязи, методика, модель, буфер.*

В настоящее время существует ряд методик, описывающих процесс совмещенной передачи речи и данных. В работе [1] предложено использование дополнительных каналов, зарезервированных для передачи трафика GPRS (Cuard Channel). Вместе с тем в предложенной модели не

рассматривается состояние системы, при котором между речевыми вызовами распределяются каналные ресурсы, ранее выделенные для обслуживания пакетного трафика (приоритетное прерывание обслуживания). Без учета этого состояния нельзя добиться достаточной точности для проектирования реальных сети подвижной радиосвязи (СПРС). В работе [2] рассматривается система без буфера и зарезервированных каналов для передачи пакетов. В данном случае интенсивность отказов для речевых вызовов уменьшается из-за использования метода приоритетного прерывания обслуживания для передаваемых пакетов данных. Для примера, когда поступает требование от абонента на передачу голосового вызова, то базовая станция прерывает передачу пакетов данных и выделяет этот канал для передачи речевого вызова. Данная методика рассматривает модель без буфера. Однако в [1] продемонстрировано влияние размера буфера на качественные показатели системы. Обе предложенные методики имеют ряд существенных недостатков, которые ограничивают их применение для реальных систем GSM/GPRS.

### **Основная часть.**

Таким образом, возникает необходимость в создании новой методики, лишенной указанных недостатков и способной с большой точностью описать реально существующие системы подвижной радиосвязи. Эта методика также должна учитывать тенденции развития сетей и иметь возможность к конвергенции с ними в будущем.

### **Передача речи**

В силу независимости процесса передачи речевых сообщений от процесса поступления и обслуживания пакетов данных оценку характеристик системы можно вести в рамках стандартной модели теории телетрафика с потерями заблокированных вызовов. В данном случае существует только один тип потерь речевых вызовов, а именно возникающий в результате недоступности каналного ресурса для вновь

поступившего требования. Доля сообщений речевой нагрузки, потерянных из-за отсутствия свободных для передачи каналов, определяется формулой Эрланга:

$$P_{отк,v} = \frac{\left( \frac{\rho_v^{N_c}}{N_c!} \right)}{\sum_{k=0}^{N_c} \left( \frac{\rho_v^k}{k!} \right)}, \quad (1)$$

где  $N_c$  – общее количество каналов в системе. Голосовые вызовы и пакеты данных распределены по закону Пуассона и поступают в систему с интенсивностью  $\lambda_v$  и  $\lambda_d$  соответственно. Среднее время обслуживания требований  $1/\mu_v$  и  $1/\mu_d$ . Речевая нагрузка  $\rho_d = \lambda_v / \mu_v$ , выраженная в Эрлангах. Среднее число каналов системы, занятых передачей речевых сообщений,

$$L_{cp} = \rho_v (1 - P_{отк,v}). \quad (2)$$

### **Передача данных**

Теперь обратимся к передаче пакетов данных. Метод основан на учете того обстоятельства, что при отдельном рассмотрении процесса передачи речевых сообщений количество каналов уже выбрано так, чтобы доля потерянных речевых сообщений была мала. Построим вспомогательную модель, объединив в исходной модели поступающие потоки речевых сообщений и пакетов данных в один поток пакетов. Понятно, что доля потерянных пакетов и среднее время пребывания пакета в системе, посчитанные для вспомогательной модели, будут верхними оценками для соответствующих характеристик исходной модели. Это так, поскольку во вспомогательной модели пакет, являющийся аналогом заблокированного и, следовательно потерянного в исходной модели речевого сообщения, теперь становится в очередь на ожидание и может быть передан с некоторой задержкой.

### **Математическая модель**

Схема функционирования модели, используемой для оценки характеристик пакетов данных, выглядит следующим образом. У нас имеется система связи с  $N_c$  полнодоступными каналами, на которую поступает пуассоновский поток пакетов данных интенсивности  $\lambda_v + \lambda_d$ . Время передачи пакета имеет одинаковую длину, равную  $1/\mu_v$ . Тогда обозначим суммарную нагрузку:  $\rho_d = (\lambda_v + \lambda_d) / \mu_v$ . В системе используется буфер размера  $B$ . Если вся имеющаяся передаточная емкость линии занята, то пакет занимает одно из мест ожидания. Для оценки характеристик качества совместной передачи информационных потоков, введенных для исходной модели, будем использовать значения соответствующих показателей вспомогательной модели, которые определим через значения вероятностей  $P(j)$ .

Пусть  $P(j)$  – вероятность того, что в стационарном состоянии в модели имеются  $j$  пакетов данных, находящихся на передаче или ожидании:

$$P(j) = \begin{cases} P(0) \frac{\rho_d^j}{j!}, & 1 \leq j \leq N_c; \\ P(0) \frac{\rho_d^j}{N_c! N_c^{j-N_c}}, & N_c \leq j \leq N_c + B; \end{cases} \quad (3)$$

$$P(0) = \left[ \sum_{j=1}^{N_c-1} \frac{\rho_d^j}{j!} + \frac{\rho_d^{N_c}}{N_c!} \sum_{s=1}^B \left( \frac{\rho_d}{N_c} \right)^s \right]^{-1}. \quad (4)$$

Доля пакетов данных, потерянных из-за занятости всего канального ресурса и мест ожидания, оценивается величиной  $P_{отк, d}$ , которая вследствие пуассоновского характера поступления пакетов определяется как доля времени пребывания упрощенной модели в состоянии, когда в системе находятся  $N_c + B$  пакетов на обслуживании и ожидании

$$P_{отк, d} = P(N_c + B). \quad (5)$$

Доля пакетов данных, потерянных из-за прерывания их передачи по линии поступившим приоритетным речевым сообщением и занятости всех  $B$  имеющихся мест ожидания,  $P_{отк. прер}$  оценивается как отношение интенсивностей соответствующих событий в упрощенной модели

$$P_{отк. прер} = \frac{\lambda_v P(N_c + B)}{\lambda_d} \quad (6)$$

Значение общей доли потерянных пакетов данных  $P_{отк. сум}$  оценивается как сумма долей пакетов, потерянных по указанным выше причинам

$$P_{отк. сум} = P_{отк. d} + P_{отк. прер} \quad (7)$$

Доля успешно доставленных пакетов данных  $P_{усп}$  оценивается как величина, дополнительная к  $P_{отк. сум}$

$$P_{усп} = 1 - P_{отк. сум} \quad (8)$$

Среднее число каналов  $M_d$ , занятых на передачу пакетов данных, а также среднее число мест ожидания  $M_{d\omega}$ , занятых пакетами данных, определяются как соответствующие средние значения:

$$M_d = \sum_{j=1}^{N_c} P(j) j + N_c \sum_{j=N_c+1}^{N_c+B} P(j) - L_{cp};$$
$$M_{d\omega} = \sum_{j=N_c+1}^{N_c+B} P(j) (j - N_c). \quad (9)$$

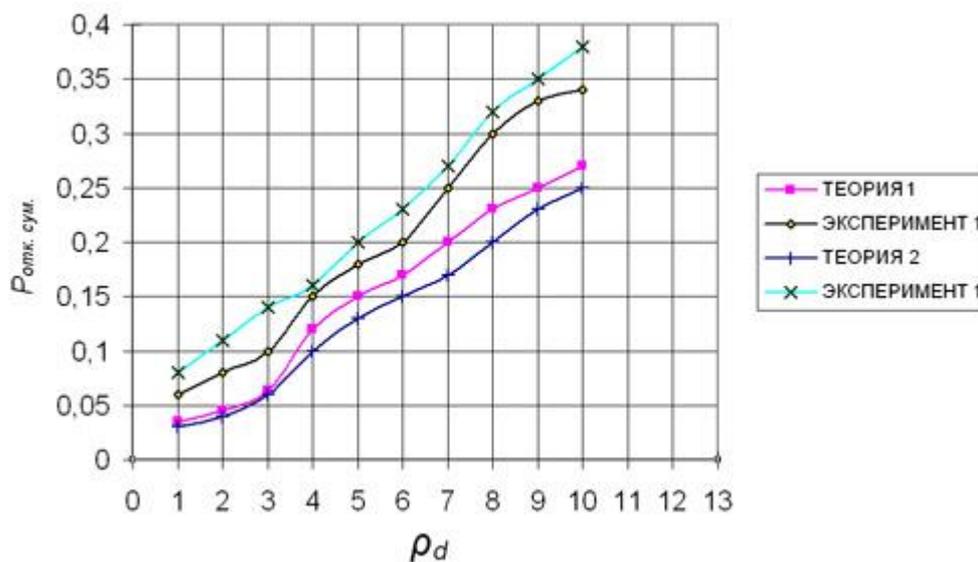
Среднее время пребывания пакета на ожидании и передаче  $T_d$  находится по формуле Литтла [5]:

$$T_d = \frac{M_d + M_{d\omega}}{\lambda_d} \quad (10)$$

Для того чтобы выяснить, возможно ли предложенную методику использовать при проектировании реальных СПРС, была разработана программа имитационного моделирования. В данном случае имитационное моделирование применяется также для оценки погрешности, возникающей

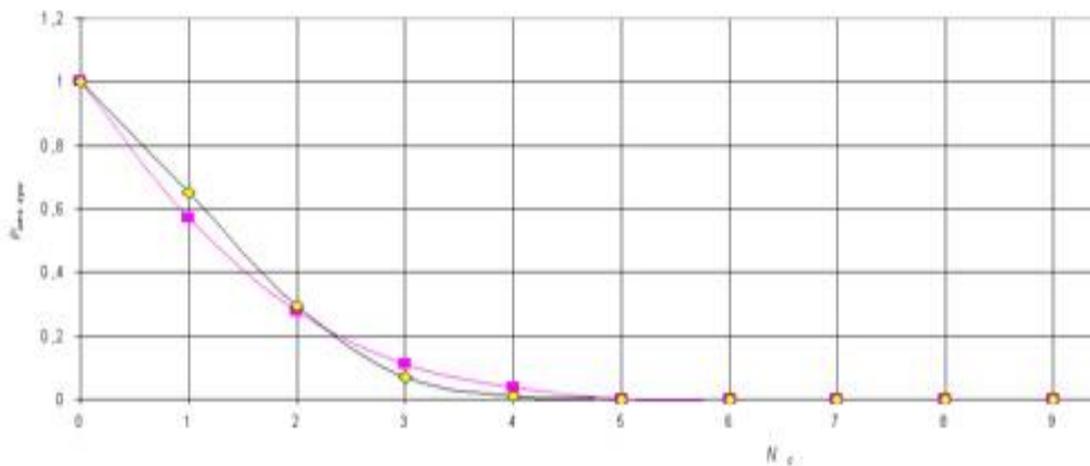
при использовании расчетных моделей вместо точных. Для имитационной модели значения характеристик можно найти путем подсчета счетчиков соответствующих событий. При проведении вычислений выбираются значения входных параметров  $\rho_v, \rho_d, N_c$  и число абонентов  $M$ . Далее анализируется зависимость характеристик имитационной и расчетной модели от изменения одного из основных параметров в некотором диапазоне и фиксированных остальных.

Построим зависимость вероятности отказа  $P_{отк. сум.}$  от числа каналов  $N_c$  в совмещенном режиме передачи "речь-данные" при фиксированных входных параметрах  $\rho_v=0,1$  Эрл/абон.,  $\rho_d=4$  кбит/с/абон.,  $M=2$  аб. На рис. 1 изображено распределение вероятности, рассчитанное по выведенным формулам математической модели (теория 1), и зависимость, полученная в ходе реализаций программы имитационного моделирования (эксперимент 1).



**Рис. 1 Зависимость вероятности отказа от числа каналов**

Далее предлагается изображение зависимостей  $P_{отк. сум.}$  от суммарной нагрузки поступающих пакетов  $\rho_d$  в совмещенном режиме передачи при различных значениях мест для ожидания:  $B=0$  (теория и эксперимент 1),  $B=20$  (теория и эксперимент 2). В системе предполагается  $N_c=30, M=2$  аб.



**Рис. 2** Зависимость вероятности отказа от пакетной нагрузки

**Выводы**

Полученные результаты демонстрируют возможность применения предложенной методики для расчета качественных показателей СПРС. Благодаря использованию данного алгоритма расчета, появилась возможность с достаточной точностью определить количество каналов, необходимых для обслуживания пакетного трафика. Ранее операторам подвижной радиосвязи приходилось, исходя из опыта эксплуатации оборудования и предполагаемой нагрузки, выделять каналные ресурсы со значительным запасом, чтобы не допускать перегрузок на сети. А достигнутый, благодаря использованию методики, выигрыш в пропускной способности позволяет утверждать, что данная методика расчета позволит повысить эффективность использования каналных ресурсов в сотовых сетях, тем самым сокращая расходы на закупку и эксплуатацию оборудования.

#### **Список литературы**

1. H.-H. Liu and J.-L. C. Wu, Delay Analysis of Integrated Voice and Data Service for GPRS // IEEE Communication Letters, Vol. 6, No. 8, Aug. 2002.
2. J.-W. So and D.-H. Cho, Access Scheme for Integrated Voice/Data Transmissions Over Common Packet Channel in 3GPP // IEEE Communication Letters, Vol. 5, No. 2, Feb. 2001.

3. Лагутин В.С. Сети связи: проблемы эффективности использования ресурсов цифровых линий. – М.: Радио и связь, 1999–229 с.
4. Корнышев Ю.Н, Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. М.: Радио и связь, 1996–272 с.
5. Бертсекас Д. Галлагер Р. Сети передачи данных. М.: Мир, 1989–544с.
6. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. М: Наука. ГФМЛ, 1979–496 с.
7. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики. М.: Наука, 1965–511 с.
8. GPRS Dimensioning and Performance Workshop 2001 г.

*Опубликовано: Журнал "Технологии и средства связи" #5, 2008*

*Посещений: 20284*