

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПОНЕНТА

на диссертационную работу Шорина Александра Олеговича

«Исследование и разработка методов повышения эффективности обслуживания трафика в системах мобильной связи»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Актуальность темы работы. В последнее время существенно выросла значимость систем подвижной связи. Стремительное увеличение числа пользователей ставит проблему эффективного использования частотного ресурса и порождает задачи в части совместной работы абонентов. Поэтому тема диссертации, посвященная вопросам повышения эффективности обслуживания трафика с учетом специфических условий, связанных с мобильностью абонентов, без сомнения является актуальной и практически полезной. На первом этапе внедрения и исследования методов обслуживания трафика в системах связи с подвижными абонентами использовались наработки, полученные при решении других задач, например, из классической теории массового обслуживания. Однако на современном этапе такие решения уже не могут в полной мере удовлетворять существующим потребностям. Предложенный в диссертации системный подход, ориентированный на разработку математических методов для анализа производительности сети и синтеза алгоритмов предсказания локальных перегрузок в системах мобильной связи, отличающийся тем, что в нем используется совместное описание взаимодействующих показателей качества обслуживания с учетом нестационарного поведения абонентских потоков, представляется своевременным и перспективным.

Обоснованность научных результатов следует из использования адекватных математических методов, которые представляют собой либо классические методы теории статистического синтеза, либо методы статистического анализа эффективности алгоритмов обнаружения/оценивания сигналов. С помощью

Вход. № 156/17
«15» 11 2017 г.
подпись

методов машинного моделирования проверена справедливость теоретических выводов диссертационной работы. Применяемые автором критерии оптимальности отвечают физическому смыслу решаемых задач.

Автореферат правильно отражает основной материал диссертационной работы.

Новизна и достоверность полученных результатов

Новые результаты, полученные в работе.

1. В диссертации получены решения составленных уравнений баланса в виде многомерных совместных распределений числа абонентов, числа занятых и потерянных из-за «обрывов» соединений каналов, что позволило более точно и объективно, по сравнению с традиционным одномерным подходом, основанном на модели Эрланга (Энгсета), описать состояние сети и показатели качества с учетом их взаимного влияния.

2. В диссертации на основе усреднения найденных многомерных распределений получены частные распределения для отдельных комбинаций показателей качества, что позволило разработать уточненные правила расчета качества работы систем мобильной связи как по всему комплексу показателей, так и по их отдельным комбинациям с учетом взаимного влияния.

3. Получены результаты анализа влияния скорости движения абонентов на показатель процентов «обрывов» соединений в линиях связи с OFDM сигналами, позволяющие оценить условия «обрыва» соединения из-за снижения уровня радиосигнала ниже порогового.

4. Разработаны алгоритмы фильтрации для нестационарной интенсивности потока Пуассона, составившие основу метода прогноза перегрузок системы мобильной связи в условиях случайно изменяющихся интенсивностей входящего и выходящего абонентских потоков.

5. В диссертации представлены материалы по разработанной программе моделирования поведения множества подвижных абонентов на территории соты. Программа позволяет при ограниченных вычислительных затратах в рамках имитационной модели воспроизводить одновременно протекающие в сети реальные процессы, различающиеся по динамике поведения до 100000 раз.

6. С помощью моделирования установлено, что полученные в работе результаты обладают уровнем гарантированной достоверности 0.99 в пределах интервала отклонений значений оцениваемых параметров до 10%.

На основании выполненных автором исследований представленную работу можно охарактеризовать как содержащую обоснованные технические решения, внедрение которых вносит вклад в развитие техники систем мобильной связи.

Научная и практическая ценность диссертационной работы заключается в разработанных новых подходах и методах решения задач расчета качественных показателей обслуживания трафика и алгоритмов предсказания перегрузок для систем мобильной связи, отличающихся тем, что они ориентируются на оптимизацию работы в нестационарных условиях с учетом возможности локальных скоплений абонентов и всплесков активности. Полученные результаты могут рассматриваться как определенное развитие подходов теории статистической связи, применительно к системам мобильной связи.

Практическая значимость определяется доведением решений до разработки конкретных алгоритмов и рекомендаций к применению в системах мобильной связи, а также внедрением результатов в конкретные НИР. Анализ, подтвержденный моделированием, доказывает заметное повышение эффективности систем мобильной связи при внедрении предлагаемых методов обслуживания трафика.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений.

Первая глава содержит анализ проблематики качества работы системы мобильной связи и ключевых показателей качества, используемых для оценки эффективности обслуживания трафика. Также в первой главе сформулировано понятие «эффективного обслуживания трафика» для стационарного и нестационарного режимов работы.

Во второй главе составлена и решена система уравнений баланса, на основе полученного решения найдено совместное трехмерное распределение числа мобильных абонентов в соте, числа занятых каналов и числа потерянных из-за «обрывов» соединений каналов. Получены уточненные, по сравнению с известными соотношениями Эрланга (Энгсета), зависимости ключевых показателей качества (GoS-вероятности блокировки вызова, CDR-вероятности «обрывов» соединений) от нагрузки и числа абонентов в соте. Также получены аналитические соотношения, устанавливающие зависимость показателя интенсивности «обрывов» соединений в системе мобильной связи от скорости движения абонентов.

В третьей главе получены уравнения фильтрации для изменяющихся интенсивностей пуассоновских потоков, описывающих входящие/выходящие регистрации абонентов на территории соты, запросов установки/завершения соединений. Предложен алгоритм прогноза локальных перегрузок в сети мобильной связи на базе оценок поведения интенсивностей мобильных и трафиковых потоков. Результаты показали наибольшую эффективность прогноза перегрузок с помощью предложенного алгоритма на интервалах упреждения порядка 30 минут.

В четвертой главе приводится методика создания имитационной программы, основанной на идеологии «сетей Петри» и позволяющей моделировать поведение абонентов в соте системы мобильной связи, а также результаты экспериментальной проверки, полученные с помощью такой программы. Выполнено сопоставление результатов моделирования и полученных во 2-й главе аналитических результатов. Данные подтверждают достоверность аналитических результатов и справедливость сделанных рекомендаций.

Диссертационная работа выглядит как логично сформированное и завершенное научное исследование.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1) При выводе расширенной системы уравнений баланса и формировании совместных плотностей распределения числа абонентов, занятых и потерянных из-за «обрывов» соединений каналов предполагался режим обслуживания с потреблением фиксированного ресурса канала на отдельное абонентское соединение. В реальных условиях сети мобильной связи работают в мультисервисном режиме, когда одновременно могут обслуживаться абонентские соединения различных типов, потребляющие различный объем ресурса радиоканала. Отсутствие учета мультисервисного режима затрудняет применение полученных результатов для анализа реальных ситуаций.

2) При составлении уравнений баланса не учитывался режим возможного выхода абонента из области «радиотени». Это требует уточнения условий применимости полученных в диссертации результатов, связанных с многомерным совместным распределением.

3) Выражения (2.34) и (2.35) являются дискретными двумерными распределениями. А на рис.4.2 плотности имеют непрерывный вид. Возникшее несоответствие требует объяснения.

4) Использование в уравнении фильтрации вместо «гауссовских невязок», «невязок», соответствующих пуассоновскому потоку (стр.79), требует дополнительного пояснения.

Указанные замечания не снижают общего весьма положительного впечатления, которое производит диссертация А.О. Шорина.

Заключение по работе

На основании вышеизложенного можно заключить, что представленная диссертация Шорина А.О. «Исследование и разработка методов повышения эффективности обслуживания трафика в системах мобильной связи» является

