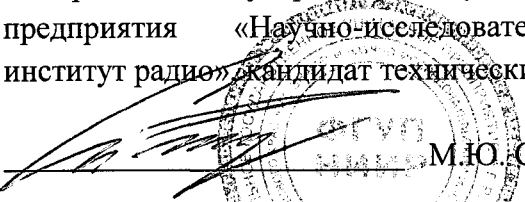


«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель Генерального директора
Федерального государственного унитарного
предприятия «Научно-исследовательский
институт радио» кандидат технических наук


М.Ю. Сподобаев

«15» октября 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного унитарного предприятия «Научно-исследовательский институт радио» (ФГУП «НИИР») – 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. Бурный рост информатизации привел к тому, что, практически, все радиосистемы вышли на предельный уровень нагрузки и ощутили потребность в повышении ресурса используемого радиоканала. Особую значимость приобрели вопросы, связанные с поиском новых эффективных способов организации связи и задействования еще неиспользованных ресурсов. Актуальность темы диссертации определяется отсутствием достаточной теоретической проработки вопросов, связанных с созданием методов и алгоритмов проектирования/управления работой распределенных систем массового обслуживания в нестационарных условиях, предназначенных для применения в системах мобильной связи. В первую очередь это относится к условиям работы, когда в рамках единой параметрической модели полное описание поведения всего множества абонентов, сигналов либо невозможно, либо не может быть реализовано. Поэтому данная диссертация, посвященная разработке и анализу методов контроля/управления системой связи на базе ключевых показателей качества работы, рассматриваемых во взаимосвязи друг с другом, а также при учете характеристик потоков мобильных абонентов, представляет интерес для

Вход. № 2279/102-17
«26» 10 2017 г. 1
подпись

широкого класса систем мобильной связи и проектировщиков соответствующих сетей.

Тема исследований по своему содержанию отвечает потребностям операторов, предприятий и организаций, занимающихся исследованием, разработкой и вводом в эксплуатацию систем мобильной связи.

Научная новизна. Новизна развитого в диссертации направления заключается в следующем:

- Автором составлена расширенная система уравнений баланса для которой получены решения в виде многомерных совместных распределений для числа абонентов, числа занятых каналов и числа потерянных из-за «обрывов» каналов, что позволило создать метод более точного, по сравнению известным одномерным методом Эрланга (Энгсета), описания поведения системы мобильной связи и описать поведение ключевых показателей качества работы сети с учетом взаимовлияния.

- Автором путем усреднения найденных многомерных распределений впервые получены частные распределения отдельных комбинаций показателей качества, позволяющие проводить уточненные расчеты для систем мобильной связи как по всему комплексу показателей, так и по отдельным комбинациям.

- Автором проведен анализ влияния скорости движения абонентов на показатель интенсивности потока «обрывов» радиосоединений. В результате впервые получен метод формализованного описания и численные оценки влияния скорости движения абонентов на вероятности возникновения «обрывов» из-за снижения уровня OFDM радиосигнала под порог, учитывающие вид модуляции, используемой на поднесущих, и характер замираний в канале.

- Впервые проведен синтез алгоритмов фильтрации для интенсивности потока Пуассона. Полученные алгоритмы были применены для разработки метода предсказания локальных перегрузок в системе мобильной связи в условиях случайно изменяющихся интенсивностей входящего и выходящего абонентских потоков, что позволило получить численные характеристики прогнозов, а также определить интервалы предсказаний, обладающих заданными качественными показателями.

- Разработан ряд практических приемов, позволивший создать программу имитационного моделирования поведения множества подвижных абонентов на территории соты, которая при ограниченной вычислительной сложности воспроизводит протекание процессов, отличающиеся по скорости до 10^5 раз.

- Приведены данные, подтверждающие гарантированную достоверность полученных в диссертации результатов на уровне 0,99 для 10%-го доверительного интервала.

Значимость полученных автором результатов. Диссертация, как научно-квалификационная работа, содержит новые научно обоснованные решения по организации эффективного обслуживания трафика в системах мобильной связи, имеющие важное значение для операторов мобильной связи,

предприятий и организаций, занимающихся разработкой и эксплуатацией систем мобильной связи.

Значимость полученных в диссертации результатов для отрасли состоит в том, что они открывают возможность более экономно использовать ресурс радиочастотного спектра, более точно рассчитывать ключевые показатели качества и добиться более высоких показателей пространственной селекции при проектировании систем мобильной связи. Особенно заметными полученными уточняющие показатели оказываются для микросот и пикосот, которые в текущий момент активно внедряются в эксплуатацию. Также практической полезностью обладают разработанные алгоритмы заблаговременного предсказания возможного появления локальных перегрузок, позволяющие внедрить в системы мобильной связи процедуры управления ресурсами, парирующие или максимально смягчающие последствия ситуаций способных породить перегрузки.

Практическую ценность диссертации подтверждает использование ее результатов в ряде НИР, выполненных ООО «Национальное радиотехническое бюро», ЗАО «Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий» и НИЛ-31 НИЧ МТУСИ, о чем свидетельствуют соответствующие акты внедрения.

Теоретическую значимость для развития отрасли технических наук, связанной с изучением и разработкой сетей мобильной связи, имеют разработанные методы анализа влияния скорости мобильных абонентов на показатель уровня «обрывов» соединений, предложенный алгоритм фильтрации изменяющейся во времени интенсивности пуассоновского потока, метод предсказания перегрузок, методы расчета канального ресурса с учетом совокупности ключевых показателей качества, а также методы расчета межсимвольных и межподнесущих помех для сигналов OFDM при отсутствии точной синхронизации по несущей частоте. Указанные методы и алгоритмы могут использоваться для уточнения известных методик, разработанных для анализа работы систем мобильной связи в стационарном режиме.

Рекомендации по использованию результатов и выводов. В качестве конкретных приложений можно предложить:

- 1) введение в операторскую деятельность в режиме эксплуатации систем мобильной связи разработанных алгоритмов предсказания локальных перегрузок;
- 2) для организаций, занимающихся вопросами проектирования систем мобильной связи, рекомендовать для новых систем мобильной связи расширить перечень, учитываемых при проектировании систем параметров показателем допустимой скорости движения абонентов. При этом целесообразно использовать разработанный метод оценки влияния мобильности абонентов на уровень «обрывов» соединений;
- 3) для организаций, занимающихся вопросами проектирования систем мобильной связи, рекомендовать при построении микро и пикосот

использовать полученные уточненные формулы производительности (вместо законов Эрланга (Энгсета)).

Степень достоверности и апробация результатов. Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность результатов исследований подтверждаются:

- корректностью применения апробированных методов теории вероятности, математической статистики, теории массового обслуживания, а также моделирования;
- согласованностью полученных аналитических результатов с данными эксперимента, а также совпадением в предельных ситуациях указанных аналитических результатов с результатами, известными в литературе.

Уровень апробации результатов диссертации на всероссийских и международных конференциях представляется достаточным.

Публикация основных результатов диссертации и личный вклад соискателя. Ознакомление с публикациями соискателя, показало, что все основные результаты диссертации в них отражены. Конкретно, по теме диссертации опубликовано 11 работ в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК и соответствующих тематике работы. Материалы диссертации докладывались на 29 всероссийских и международных конференциях тематика которых связана с мобильной связью и обработкой сигналов. Две работы опубликованы в журнале «Спецтехника и связь», который в настоящее время не входит в перечень ВАК. Факт того, что примерно у половины указанных работ единственный автор, позволяет заключить, что все основные результаты получены соискателем лично.

Общая оценка содержания диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и трех приложений; написана грамотно, стиль изложения научно-доказательный.

В первой главе содержится общий анализ проблематики качества работы систем мобильной связи. Рассматриваются ключевые показатели, используемые для оценки эффективности обслуживания трафика. Предложена математическая формулировка для показателя «эффективности обслуживания трафика».

Вторая глава содержит материал по составлению и решению системы уравнений равновесия состояний (баланса фаз). В ней приведено решение в виде совместного трехмерного распределения для числа мобильных абонентов, числа занятых каналов и числа соединений, претерпевающих «обрыв». Разработан метод уточнения законов Эрланга (Энгсета), с помощью которого определяются многомерные законы распределения ключевых показателей качества. Предложен метод анализа, на базе которого найдены соотношения, устанавливающие зависимость удельной интенсивности потока «обрывов» от скорости абонентов.

В третьей главе найдены уравнения фильтрации для интенсивностей пуассоновских потоков, в условиях, когда их поведение описывается

диффузионными стохастическими процессами. Указанные уравнения использованы для решения задачи слежения за интенсивностями регистраций абонентов в сотах. Такой подход позволил автору на основе полученных уравнений разработать метод и алгоритм предсказания локальных перегрузок, демонстрирующий приемлемое качество работы в пределах 35 минутных интервалов прогноза.

Четвертая глава содержит описание методики имитационного моделирования, положенной в основу программы моделирования поведения абонентов в системе мобильной связи. Приводятся результаты моделирования, полученные с помощью разработанной программы. Произведено сопоставление результатов моделирования с полученными аналитическими данными. Отмечено хорошее совпадение результатов, на основе чего сделан вывод о достоверности и справедливости аналитических результатов и рекомендаций диссертации.

Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему. Представленный в ней материал в целом является теоретическим обобщением исследований по разработке и развитию прикладных методов повышения эффективности работы систем связи на основе учета мобильности абонентов. Полученные результаты позволяют решать такую важную проблему, как повышение эффективности использования ресурса радиоканала в системах мобильной связи. Научные и практические результаты, полученные соискателем в процессе выполнения работы, полезны для применения в НИР и ОКР, проводимых в НИИ, разработки систем мобильной связи нового поколения, и имеют практическую ценность для решения важных прикладных задач радиосвязи и теории информационного обмена.

В диссертации приведены все необходимые ссылки на авторов и источники заимствования, в том числе на научные работы соискателя. Признаков плагиата и недобросовестного цитирования не обнаружено.

Диссертация соответствует специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» пункты 1, 11 и 14 паспорта специальности.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, включает постановку главных задач, решаемых в диссертации, основные результаты и рекомендации, а также описание логических выводов, составляющих основу доказательной базы диссертации. Приведенные в автореферате ссылки на печатные работы автора корректны.

Замечания.

1. В работе по ряду решений, относящихся к организации контроля за интенсивностью мобильных потоков, не нашли отражения вопросы, связанные с экономико-конструктивными особенностями реализации. Поэтому трудно точно оценить экономические затраты, которые потребуются при внедрении разработанных методов.

2. В работе не приведены результаты сравнения полученных рекомендаций по учету скорости движения абонентов с соответствующими данными существующих стандартов систем мобильной связи.

3. Анализ влияния скорости движения абонентов на интенсивность «обрывов» соединений выполнен только для линий связи с OFDM-сигналами. А на практике часто используются радиолинии с другими типами сигналов.

4. При синтезе алгоритмов фильтрации интенсивности мобильных потоков предполагалось, что они подчиняются закону Пуассона. То есть считалось, что взаимное влияние отдельных моментов в потоках отсутствует, но на практике такое приближение не всегда имеет место.

Перечисленные замечания не снижают в целом положительную оценку работы и не уменьшают ее научную и практическую значимость.

Заключение. На основании вышеизложенного ФГУП «НИИР» заключает, что представленная диссертация Шорина Александра Олеговича отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней на соответствие ученой степени кандидата наук, соответствует отрасли технических наук и научной специальности 05.12.13 - системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по этой специальности.

Отзыв подготовлен директором Научно-технического центра (НТЦ) Анализа электромагнитной совместимости ФГУП НИИР, доктором технических наук Веерпалу Вячеславом Энновичем.

Отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании Научно-технического совета НТЦ Анализа электромагнитной совместимости ФГУП НИИР 11.10.2017 г., протокол № 1.

Директор НТЦ АЭМС ФГУП НИИР,

д.т.н. ,

Тел.: (499) 261-05-05

Эл. почта: veerpalu@niir.ru



Веерпалу Вячеслав Эннович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт радио» (ФГУП «НИИР»)

Адрес: Россия, 105064, г. Москва, улица Казакова, 16.

Тел.: (495) 647-18-30

Факс: (499) 261-00-90

Эл. почта: info@niir.ru

Подпись Веерпалу В.Э
удостоверяю
пол. аттестатом кадров
Юрий Вязинов