



ул. Кантемировская д. 8, Санкт-Петербург,  
Россия, 197342 Тел. (812) 295-50-69,  
Факс (812) 542-18-49

www.inteltech.ru E-mail: intelteh@inteltech.ru  
ОКПО 07503490, ОГРН 1027801525608,  
ИНН/КПП 7802030605/781401001

22.05.2019 № 71-06/252

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Экз. 1

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора ПАО «Интелтех»

по научной работе

доктор технических наук

И.А. Кулешов

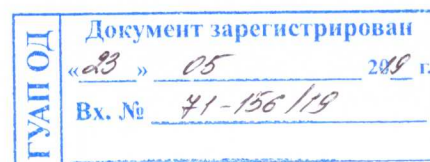


### ОТЗЫВ

Публичного акционерного общества «Информационные телекоммуникационные технологии (ПАО «ИНТЕЛТЕХ»)) на автореферат диссертации АНДРЕЕВА Сергея Дмитриевича **«Разработка и исследование моделей множественного доступа и алгоритмов управления потоками трафика для гетерогенных беспроводных сетей»**, представленный на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

В настоящее время требования к качеству обслуживания пользователей в современных гетерогенных сетях передачи информации постоянно повышаются. Бурный рост гетерогенных сетей приводит к повышению их загруженности. При этом существующие алгоритмы управления потоками трафика не обеспечивают приемлемых показателей качества обслуживания. Анализ работ в данной предметной области показывает, что в научной литературе отсутствуют адекватные реальным модели множественного доступа для оценки показателей качества обслуживания пользователей в сетях связи нового поколения. Возникает необходимость в разработке новых алгоритмов и моделей, учитывающих изменившуюся специфику современных сетей передачи информации пятого поколения. Диссертация Андреева С.Д. является одной из первых работ в этой области.

Несмотря свою практическую значимость, проблема по обеспечению эффективного функционирования гетерогенных беспроводных сетей, не решена в



России и за рубежом. В связи с этим актуальность выбранной автором темы не вызывает сомнений.

Специфика нового поколения гетерогенных беспроводных сетей состоит в согласованном использовании различных радиотехнологий, включающем дальнейшее развитие сетей LTE и системы New Radio комитета 3GPP совместно с различными протоколами доступа семейства IEEE, такими как широко распространенные сети WiFi. Предложенная автором новая методология управления потоками трафика и организации множественного доступа предоставляет набор методов для контроля за установлением соединения, назначением мощности передачи и разделением ресурса между пользователями. Таким образом, в представленной диссертационной работе получен ряд новых научных результатов:

модель гетерогенной сети с набором интегрированных технологий радиодоступа и алгоритм с разделением сессии пользователя;

модель гетерогенной сети с возможностью установления прямых соединений и алгоритм с одновременным подключением;

модель сети для обслуживания большого числа устройств, а также для обслуживания множества носимых устройств;

протокол управления системой прямых соединений и алгоритм распределения трафика пользователей в такой системе.

Основной теоретический интерес в работе Андреева С.Д. представляет разработанная автором методология для анализа различных типов гетерогенных сетей, которая учитывает геометрию размещения узлов сети в пространстве совместно с особенностями обслуживания потоков трафика пользователей во времени. При этом широко применяются методы теории массового обслуживания и стохастической геометрии, которые ранее активно использовались по отдельности для моделирования различных систем связи, тогда как их объединение в рамках единого подхода к изучению методов множественного доступа в современных системах мобильной связи обладает научной новизной.

Практическая значимость данной диссертационной работы определяется значительным повышением эффективности функционирования гетерогенных беспроводных сетей нового поколения за счет так называемой «выгрузки» трафика на прямые соединения между устройствами, подключенными к сотовой сети 3GPP LTE. Сотовая сеть, в свою очередь, участвует в организации «Ad-hoc» структуры на



основе радиотехнологии WiFi-Direct, логическая топология которой может быть построена по требованию при помощи разработанного автором протокола управления системой прямых соединений. Показано, что использование данного протокола позволяет снизить нагрузку на сотовую сеть, повышая скорость передачи пользователей на 45% и более при выгрузке 20% трафика на прямые соединения.

Достоверность полученных результатов работы подтверждается обоснованностью используемых допущений и ограничений, корректностью использованных математических методов, соответствием использованного математического аппарата сложности поставленных задач, а также соответствием теоретических результатов итогам компьютерных экспериментов и реализацией в рамках модельной сети, что включает в себя разработанный под руководством автора прототип системы прямой связи с сетевым содействием, а также проведение измерения характеристик его работы в реальных условиях применения. Полнота публикаций (в том числе в изданиях из перечня ВАК) научных положений, их апробация на научно-технических конференциях, реализация решений на практическом оборудовании позволяют сделать вывод о достаточной обоснованности и достоверности полученных научных результатов.

Содержание автореферата позволяет составить общее представление о проделанной работе. Автореферат написан грамотно, корректно и логически связно. К недостаткам работы на основании представленного автореферата можно отнести следующее.

1. В автореферате не приведена информация о возможности расширения представленных моделей множественного доступа на случай учета вертикального измерения (кроме модели из главы 3);

2. В автореферате отсутствуют ссылки на работы Бунина С.Г., Войтера А.П., Путилина А.Н., Присяжнюка С. П., Комашинского В. И., имеющих значимые работы в данной предметной области.

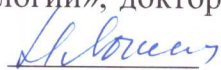
3. Из автореферата неясно, как вычисляются калибровочные значения для вероятностей коллизии и успешного доступа, приведенные на рисунке 11.

Указанные недостатки не являются принципиальными, и оценка работы в целом положительна. Не вызывает сомнений, что в диссертации решена крупная научная проблема.

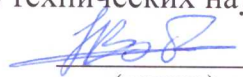
Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертационная работа соответствует специальности 05.12.13.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9, 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» для докторских диссертаций, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а Сергей Дмитриевич Андреев заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Заместитель директора НТЦ-1 по развитию Публичного акционерного общества «Информационные телекоммуникационные технологии», доктор технических наук, профессор

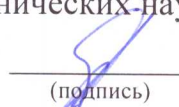
 / Н. И. Лычагин /  
(подпись) (расшифровка подписи)

Главный специалист отдела Публичного акционерного общества «Информационные телекоммуникационные технологии», доктор технических наук, доцент

 / В. И. Бобровский /  
(подпись) (расшифровка подписи)

Подписи докторов технических наук Лычагина Николая Ивановича. и Бобровского Вадима Игоревича заверяю.

Ученый секретарь Публичного акционерного общества «Информационные телекоммуникационные технологии», доктор технических наук, профессор

 / П. А. Будко /  
(подпись) (расшифровка подписи)

22.05.2019 г.



Публичное акционерное общество «Информационные телекоммуникационные технологии (ПАО «ИНТЕЛТЕХ»)

197342, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 8

Телефон: +7 (812) 295-50-69

Факс: +7 (812) 542-18-49

Официальный сайт: <http://inteltech.ru/>

E-mail: [intelteh@inteltech.ru](mailto:intelteh@inteltech.ru)