



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(НИУ «БелГУ»)

Победы ул., д. 85, г. Белгород, 308015; тел.: (4722) 30-12-11, факс 30-10-12  
e-mail: info@bsu.edu.ru Web: http://www.bsu.edu.ru  
ОКПО 02079230, ОГРН 1023101664519, ИНН/КПП 3123035312/312301001

27.12.2014 № У-388  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

« УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной и инновационной деятельности НИУ «БелГУ» д.т.н., профессор

Константинов И.С.

Председателю  
Диссертационного совета  
Д212.038.20  
профессору А.Д.Баеву  
394006, г. Воронеж,  
Воронежский государственный  
университет,  
Университетская пл., 1

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу **Стромова Александра Викторовича «Моделирование многопутевой маршрутизации в беспроводных сетях, основанной на геометрии силовых линий потенциального поля», представленной на соискание ученой степени кандидата физико - математических наук по специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

### Актуальность для науки и практики

Актуальность исследования обусловлена необходимостью в инструменте, позволяющем осуществлять предсказательное моделирование маршрутов распространения информационных потоков в беспроводных сетях достаточно сложной архитектуры с целью определения наиболее предпочтительного из возможных, в том числе, когда архитектура сети меняется за счет появления дополнительных источников и приемников информации и особенно источников помех.

Тенденция к глобализации информационного обмена приводит к по-



вышению значимости беспроводных сетей, позволяющих достичь гибкости в обеспечении радиодоступа к удаленным по той или иной причине от магистральных каналов районам. Вместе с тем стремление к обеспечению радиопокрытия достаточно больших площадей требует использования все увеличивающегося количества узлов ретрансляции, что дает комбинаторный рост количества возможных маршрутов информационных потоков. Это, так называемое «проклятие размерности», не позволяет воспользоваться методом имитационного моделирования при сопоставлениях различных маршрутов распространения информационных потоков. Поэтому возникает необходимость поиска новых принципов моделирования.

Одним из таких достаточно распространенных принципов является аппроксимация дискретных пространств непрерывными, что позволяет использовать математический аппарат непрерывных функциональных пространств. Такое погружение исходной задачи требует соответствующих континуальных описаний, позволяющих получить адекватные решения, характеризующие макроуровень. Ясно, что такой принцип позволяет получить адекватные решения только в тех случаях, когда влиянием на них одного из компонент можно пренебречь.

В работе Стромина А.В. в качестве аппроксимирующей модели используется краевая задача уравнения теплопроводности для пространственной области. Основное отличие от работ других авторов заключается во введении компонент, позволяющих отразить наличие источников помех, которые ухудшают условия передачи информации. Можно отметить существенность учета таких источников, что позволяет говорить о достижении большей адекватности модели.

Очевидно, что введение таких поправок требует проведения исследований свойств полученных уравнений как с позиций математических аспектов, так и с позиций получения численных решений с качественной оценкой их соответствия интуитивным представлениям. Именно это и составляет основное содержание диссертационных исследований, что позволяет говорить об определенном научном и практическом вкладе в методы и алгоритмы моделирования интенсивно развивающихся беспроводных информационных сетей.



## **Основные научные результаты и их значимость для науки и производства**

К основным научным результатам диссертационного исследования можно отнести следующее:

1. Корректная по Адамару математическая модель маршрутизации в глобальных беспроводных сетях передачи информации на основе краевой задачи для двумерного уравнения теплопроводности с учетом воздействия источников помех
2. Результаты сравнительного анализа эффективности численных методов на основе комплексных полиномов и граничных комплексных элементов при реализации предложенной модели маршрутизации.
3. Введение понятия коэффициента информопродности и метод оценки его значений при наличии помех, что отвечает цели моделирования информационных сетей на макроуровне.

Значимость этих результатов для науки определяется развитием теоретических и алгоритмических основ компьютерного моделирования глобальных сетей передачи информации.

Значимость результатов для производства заключается в возможностях определения маршрутов распространения информационных потоков в глобальных беспроводных сетях при наличии источников помех.

Возможность практического применения разработанных математических и алгоритмических основ иллюстрируется вычислительными экспериментами, позволяющими оценить важность учета влияния источников помех при выборе маршрута распространения информационных потоков.

Основные результаты диссертационного исследования достаточно полно опубликованы в 32 научных работах, из которых 6 - в рецензируемых научных



изданиях. Имеются два свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат отражает содержание диссертации

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты и выводы диссертационной работы рекомендуется использовать в дальнейших исследованиях по развитию теории, методов и алгоритмов математического и компьютерного моделирования при решении задач маршрутизации в глобальных беспроводных информационных сетях. Одним из наиболее перспективных и актуальных направлений развития результатов диссертации представляется достижение возможностей быстрой перестройки маршрутов при внезапном или принудительном изменении архитектуры сетей, например, при появлении нового источника помех.

Представляет интерес применение предлагаемого подхода к компьютерному моделированию при обучении студентов телекоммуникационных профилей обучения.

### **Общие замечания**

По работе имеются замечания общего характера.

1. В первой главе диссертации слишком много внимания уделено описанию свойств информационных сетей и недостаточно рассмотрены основные аспекты их моделирования и в частности представляется недостаточным обоснование адекватности перехода к макроуровню на основе аппроксимации дискретного пространства непрерывным.
2. Во второй главе автор осуществляет введение модели маршрутизации как граничной задачи для уравнения в частных производных, однако мало уделяет внимания аспекту адекватности, ограничиваясь ссылкой на предшествующие работы, где такой подход рассматривался.
3. В третьей главе автор предпринял достаточно много усилий для установления свойства единственности решения сформулированной краевой задачи.



Однако корректность по Адамару еще не означает, что компьютерная (алгоритмическая) реализации модели будет давать численные результаты, устойчивые к малым изменениям параметров моделируемой сети. На наш взгляд такой анализ следовало бы осуществить.

4. Не уделено должного внимания реализационным аспектам на компьютерных средствах, например требуемой архитектуре компьютеров, программному обеспечению, а также оценке времени получения численных результатов.

В качестве замечаний более частного характера можно отметить некоторое количество не вполне корректных математических преобразований в третьей главе, а также недостаточное обоснование целесообразности введения понятия «коэффициент информопроводности», например, с позиций адекватности решаемой задаче моделирования многопутевой маршрутизации. В тексте диссертации имеются опечатки.

Вместе с тем отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки результатов диссертационного исследования на актуальную тему моделирования многопутевой маршрутизации в глобальных беспроводных сетях. Важность этого направления исследований будет возрастать в связи с интенсификацией информационных потоков, обусловленной потребностями обеспечения эффективного информационного обмена с использованием глобальных телекоммуникационных систем.

## **Заключение**

Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики в области разработки теоретических основ математического моделирования глобальных информационных сетей и его практической реализации.

Сформулированные выводы достаточно обоснованы, основные полученные результаты в полной мере отражены в имеющихся авторских публикациях, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Работа отвечает требованиям



пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. и требованиям паспорта специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» по следующим областям исследований: п. 1 «Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений»; п. 4. «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента»; п. 5 «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента».

Автор диссертации, Стромов Александр Викторович, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико - математических наук.

Отзыв составили:

профессор кафедры Информационно-телекоммуникационных систем и технологий, д.т.н. С.П. Белов

доцент кафедры Информационно-телекоммуникационных систем и технологий, к.т.н. И.А. Сидоренко

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры Информационно-телекоммуникационных систем и технологий (протокол № 6 от 17.12.2014 г.).

Председатель  
заведующий кафедрой Информационно-телекоммуникационных систем и технологий д.т.н., профессор Е.Г. Жилияков

Секретарь  
доцент кафедрой Информационно-телекоммуникационных систем и технологий к.т.н. Т.Н. Балабанова