

ОТЗЫВ

НА АВТОРЕФЕРАТ

ДИССЕРТАЦИИ ХАН РАБИА НА ТЕМУ: «РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕОРТОГОНАЛЬНОГО МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА (NOMA) ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ»,

ПРЕДСТАВЛЕННУЮ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.2.15 – СИСТЕМЫ, СЕТИ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Актуальность темы диссертации

Как известно, в сетях пятого (5G) и шестого (6G) поколения значительно возрастет число абонентских устройств, взаимодействующих друг с другом с использованием беспроводных технологий передачи данных. В связи с уже имеющимся дефицитом ресурсов используемого радиочастотного спектра это может привести к возникновению проблем с передачей данных в местах массового скопления пользователей.

Наряду с существующими методами множественного доступа, такими как FDMA (Frequency Division Multiple Access) и TDMA (Time Division Multiple Access), для обеспечения множественного доступа в случае высокой плотности абонентов может также использоваться неортогональный множественный доступ (NOMA), который способен обеспечить высокую скорость передачи данных, спектральную эффективность, равную доступность связи для пользователей (системную справедливость), а также снижает вероятность простоя и т.д. Однако, в настоящий момент времени данная технология ещё не достигла той степени зрелости и проработанности, которая бы позволила начать её полномасштабное внедрение.

Диссертационная работа как раз посвящена разработке алгоритмов для повышения эффективности неортогонального множественного доступа (NOMA) для беспроводных сетей передачи данных. В этой связи тема и результаты диссертационного исследования представляются весьма актуальными.

Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных автором научных и практических результатов диссертационной работы подтверждается корректным использованием методов системного анализа, базовой оптимизации Лагранжа, алгоритмов машинного обучения, а также инструментов моделирования, включая метод моделирования Монте-Карло, реализация функций в C, Python, Matlab и Wolfram Mathematica, а также широким обсуждением полученных результатов на международных и отечественных конференциях и семинарах.

Основные результаты диссертации, обладающие научной новизной:

1. Разработан новый улучшенный алгоритм неортогонального множественного доступа NOMA на основе модуляции (M-NOMA). Алгоритм M-NOMA разделяет пользователей, уникально модулируя сигналы сообщений каждого. Источник модулирует половину пользователей квадратурным (Q) компонентом, а оставшуюся половину — синфазным (I) компонентом созвездия модуляции

QAM. Такое разделение сигналов пользователей с помощью M-NOMA снижает помехи на 50%.

2. Разработанный алгоритм M-NOMA снижает вычислительную сложность SIC (Successive Interference Cancellation) на приемниках сигналов на 50% по сравнению с NOMA. Половина от общего количества сигналов пользователей разделяется модуляцией M-NOMA, поэтому SIC не применяется для сигналов половины пользователей, что снижает вычислительную сложность на приемнике сигналов на 50% по сравнению с NOMA. Для дальнейшего снижения сложности вычислений пользователи с мощным сигналом отделены друг от друга. Это снижает вычислительную сложность на 25%. Таким образом, общее сокращение составляет 75%.
3. Разработанный алгоритм компонент-форвард (CF) предназначен для полнодуплексной беспроводной системы связи. Этот алгоритм уменьшает помехи, вычислительную сложность и проблемы безопасности существующей системы связи IBFD (In-Band Full Duplex — Внутриполосный полный дуплекс). Алгоритм CF направлен на устранение помех в приемнике / ретрансляторе сигнала, который принимает и передает сигналы в одно и то же время и с одинаковой частотой, и, следовательно, наблюдает большое количество помех между принятым и переданным сигналом при использовании совместной связи DF (Decode-and-Forward — Декодирование и пересылка). С CF приемник/ретранслятор получает сигнал от источника в синфазной (I) составляющей и перенаправляет его в квадратурной (Q) составляющей созвездия QPSK. Таким образом, он предотвращает помехи между принимающим и передающим сигналами.

В автореферате представлены полученные в главах диссертации основные результаты: методы, алгоритмы, зависимости и т.д. Они имеют значительную теоретическую и практическую ценность и позволяют утверждать, что автор успешно решил поставленную в диссертационном исследовании задачу: разработать алгоритмы для повышения эффективности неортогонального множественного доступа (NOMA) для беспроводных сетей.

Результаты диссертации могут иметь большое практическое применение, в том числе в проектных организациях и у операторов связи для планирования, разработки и внедрения сетей связи пятого (5G) и шестого (6G) поколения.

Содержание диссертации

Диссертационная работа содержит 191 страницу, 91 рисунок, 6 таблиц, 7 приложений, список литературы состоит из 105 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, представлены цель и задачи, научная новизна результатов диссертации, их теоретическая и практическая ценность, приведены сведения об опубликованных работах и выступлениях на конференциях и семинарах, изложены положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит обзор современных технологий беспроводных коммуникациях, используемых методов модуляции и безопасности передачи данных.

Вторая глава содержит описание алгоритма NOMA, в т.ч. его особенности и характеристики, а также его сравнение с существующими в современных сетях связи алгоритмами.

Третья глава включает подробную информацию о разработанном алгоритме M-NOMA, методологии его применения и используемом математическом аппарате в соответствии с данными системных моделей.

Четвертая глава включает результаты моделирования заранее определенных системных моделей третьей главы.

Пятая глава затрагивает области применения M-NOMA в современных сетях связи 5G. Также подводятся итоги выполненного исследования.

Замечания по диссертационной работе

По автореферату имеются следующие замечания:

1. На рисунке 7 представлен график, показывающий зависимость пропускной способности для четырех пользователей в плоском замирающем канале для (алгоритмов) NOMA и M-NOMA. При этом в тексте перед рисунком указано, что: «...пропускная способность уменьшается с увеличением числа переданных битов данных...». Данное утверждение не совсем понятно.
2. Ошибки редакционного и стилистического характера.

Выводы и заключение

Отмеченные недостатки не влияют на результаты диссертации и ее общую положительную оценку. Судя по автореферату, диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Хан Рабиа заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – системы, сети и устройства телекоммуникаций.

к.т.н., PhD, профессор
департамента бизнес-информатики
Высшая школа бизнеса
НИУ ВШЭ

М.М. Комаров
14.03.2024

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

Тел. (495) 771-32-32

<http://www.hse.ru/> e-mail: hse@hse.ru

Подпись руки Комарова М.М. заверяю:

 *Сурин А.С.* *Менеджер ИСЧП.*

