

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Степановой Анастасии Георгиевны на тему: «Исследование и разработка итерационных алгоритмов демодуляции в системах беспроводной связи, использующих технологию MIMO с большим числом антенн», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Современная тенденция развития систем беспроводной связи связана с резким увеличением объема передаваемых данных и числа абонентов в условиях ограниченного частотного спектра. Технология Massive MIMO является наиболее перспективной для увеличения пропускной способности и спектральной эффективности. Повышение скорости передачи информации влечет за собой использование QAM-модуляции высокой кратности и технологии MIMO с большим числом антенн, что неизбежно приводит к чрезвычайному усложнению алгоритмов демодуляции. Поэтому решение задачи синтеза алгоритмов демодуляции с приемлемой вычислительной сложностью и хорошими характеристиками помехоустойчивости является весьма актуальным. Диссертация Степановой А.Г. посвящена актуальной проблеме и является законченной исследовательской работой, обладающей научной новизной и практической значимостью.

Основные результаты диссертационной работы сводятся к следующему:

1. Предложен новый нелинейный итерационный алгоритм типа Чебышева, позволяющий получить выигрыш в помехоустойчивости порядка 2,3 дБ на уровне  $FER=0,01$  по сравнению с алгоритмом MMSE при том же порядке сложности в системе MIMO с конфигурацией  $64 \times 64$  и модуляцией 16QAM.
2. Доказано, что использование новой негауссовской аппроксимации априорного распределения в системах Massive MIMO с высоким порядком модуляции позволяет синтезировать алгоритмы демодуляции, обеспечивающие выигрыш в помехоустойчивости порядка 1-6 дБ по сравнению с алгоритмом MMSE без увеличения порядка сложности.
3. Установлено, что использование предложенной негауссовской аппроксимации априорного распределения совместно с модифицированным методом Ньютона для систем Massive MIMO с кратностью модуляции 256QAM и выше позволяет обеспечить выигрыш в помехоустойчивости примерно 6 дБ при увеличении

Вход. № 98/23  
«27» 12 2023.  
ПОДПИСЬ

сложности обработки на 17% (в 1,17 раза) по сравнению с алгоритмом MMSE.

Результаты и предложения диссертационной работы, безусловно, имеют огромный научный и практический интерес. Достоверность исследования подтверждена неоднократным участием в крупных международных конференциях и публикациями в научных журналах, рекомендованных ВАК.

На основе автореферата диссертации можно отметить следующие недостатки:

- не указано, для каких физических условий канала связи произведено компьютерное моделирование;
- из автореферата можно сделать вывод, что в диссертации недостаточно раскрыта возможность использования предложенных алгоритмов в других условиях, отличных от пространственного мультиплексирования, например в режиме направленной передачи (Beamforming).

Указанные недостатки автореферата не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация Степановой Анастасии Георгиевны соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства №842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Степанова Анастасия Георгиевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Отзыв составил:

Асанин Антон Викторович, к.т.н., доцент,  
декан факультета (инженерного)  
Академии гражданской защиты МЧС России

15.12.2013 г.

Подпись Асанина А.В. заверяю  
Начальник отдела службы войск  
(и безопасности)



В.А. Богомолов

Адрес: 141435, Московская область, г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А

E-mail: agz@amchs.ru  
Тел: +7 (498) 699-05-59