

## 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».

Перспективное развитие систем беспроводной связи (5G и 6G) из-за увеличения размерности многоантенных систем MIMO связано с серьезной проблемой высокой вычислительной сложности алгоритмов демодуляции сигналов. Технология Massive MIMO в системах беспроводной связи служит цели увеличения пропускной способности, спектральной эффективности и числа абонентов.

Диссертационная работа Степановой А.Г. посвящена решению важной практической задачи синтеза алгоритмов демодуляции с приемлемой вычислительной сложностью и хорошими характеристиками помехоустойчивости для реализации на практике в системах с большим числом приемных и передающих антенн.

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

На основе автореферата можно сделать вывод, что диссертация является логически связанным, законченным научным трудом. Полученные результаты закреплены в публикациях в изданиях из Перечня ВАК Минобрнауки России, а

Вход. № 29/23  
«20» 12 2023  
подпись

также в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования. Диссертационная работа Степановой А.Г. является актуальной, обладает научной новизной и, несомненно, имеет большой практический интерес.

К недостаткам диссертационной работы можно отнести следующее:

– судя по автореферату при постановке задачи исследования не поясняется системе какого стандарта соответствует выбранная математическая модель системы ММО;

– из автореферата не ясно, каким образом формировалась плоскость «эффективность-сложность» на рисунках 4, 13, 14.

Судя по автореферату, несмотря на указанные замечания, можно сделать вывод, что работа соответствует требованиям к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, указанных в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства №842 от 24.09.2013. Автор, Степанова Анастасия Георгиевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Отзыв составил:

к.т.н., доцент, доцент кафедры  
телекоммуникационных систем  
НИУ МИЭТ



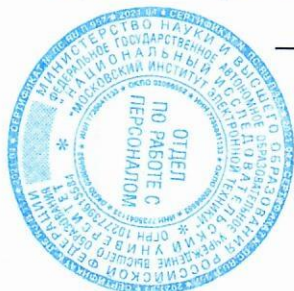
Волков Алексей Станиславович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Контактные данные: 124498, Российская Федерация, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1, телефон: 8-499-720-87-40, email: [leshvol@mail.ru](mailto:leshvol@mail.ru).

Подпись Волкова А.С. удостоверяю:

Начальник ОРП



Данилова Екатерина Ивановна