

## ОТЗЫВ

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

Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме разработки алгоритмов демодуляции с приемлемой вычислительной сложностью с хорошими характеристиками помехоустойчивости для систем беспроводной связи с большим числом антенн. Технология Massive MIMO позволяет обеспечить увеличение пропускной способности, спектральной эффективности и числа абонентов. Однако при этом алгоритмы обработки сигналов требуют все больших вычислительных ресурсов, и при большом числе передающих антенн проблема сложности высокоэффективных алгоритмов демодуляции становится наиболее острой. В диссертационной работе предложены решения этой проблемы.

Основные результаты исследования сводятся к следующему:

1. Разработан нелинейный итерационный алгоритм демодуляции для систем ММО с конфигурацией  $64 \times 64$  и модуляцией 16QAM на основе метода Чебышева с оценками собственных значений, характеристики помехоустойчивости которого лучше, чем у алгоритма MMSE при том же порядке вычислительной сложности.

2. Впервые для демодуляции в системах Massive MIMO предложено использование семейства распределений с негауссовской аппроксимацией априорного распределения информационных символов, в котором гауссовское распределение и равномерное распределение являются крайними частными случаями. Использование этого семейства распределений позволяет синтезировать нелинейные алгоритмы демодуляции с характеристиками помехоустойчивости лучшими, чем у алгоритма MMSE, при сохранении такого же порядка сложности.

3. Разработан новый алгоритм демодуляции для систем Massive MIMO с высокой кратностью QAM модуляции с применением негауссовской аппроксимации априорного распределения передаваемых информационных символов и модифицированного метода Ньютона, обладающий лучшими характеристиками помехоустойчивости по сравнению с алгоритмом MMSE при том же порядке сложности.

Результаты диссертационного исследования в полной мере раскрыты Степановой А.Г. в 27 научных публикациях.

Следует выделить выраженную практическую направленность результатов исследования.

Вход. № 51/23  
« 11 » 12 2023 г.  
ПОДПИСЬ: Зел

К замечаниям по автореферату можно отнести следующее:

– в автореферате отсутствует формула для нелинейной функции, используемой в предложенном нелинейном алгоритме типа Чебышева ChebNL (формула 5) для QAM16;

– как недостаток отмечаю, что в работе не нашли свое отражение результаты влияния скорости кодирования на характеристики помехоустойчивости предложенных алгоритмов из разделов 2 и 3;

– из автореферата не ясно, при каких условиях проводилось моделирование, нет описания матрицы канала, для какого сценария получены результаты помехоустойчивости алгоритмов демодуляции.

Указанные недостатки не являются определяющими для заключения о справедливости и значимости основных результатов и не снижают общей положительной оценки работы.

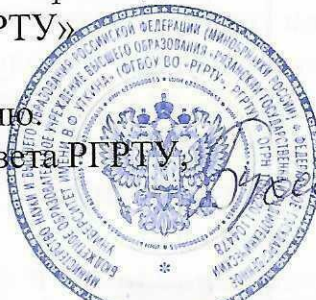
В целом, по автореферату, можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Степановой А.Г. выполнена на актуальную тему, является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение научной задачи по разработке алгоритмов демодуляции в системах Massive MIMO, обладающих приемлемой вычислительной сложностью с хорошими характеристиками.


По степени новизны и обоснованности, научной и практической ценности полученных результатов работа отвечает 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. А ее автор, Степанова Анастасия Георгиевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв составил:

Овечкин Геннадий Владимирович, д.т.н.,  
доцент, заведующий кафедрой  
«Вычислительная и прикладная  
математика» ФГБОУ ВО «РГРТУ»

Подпись Овечкина Г.В. заверяю.  
Ученый секретарь ученого совета РГРТУ,  
к.ф.-м.н., доцент



  
К.В. Бухенский

Овечкин Геннадий Владимирович, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Вычислительная и прикладная математика» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина».

Адрес: г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1, тел. +7(4912)72-03-64, e-mail: ovechkin.g.v@rsreu.ru