

## 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».

Беспроводная мобильная связь представляется одной из быстро развивающихся технологий. Число пользователей и объем передаваемых данных очень быстро растут. Требование достичь более высоких скоростей передачи данных при все более высокой надежности связи ставит сложные задачи перед разработчиками. В этом отношении несомненный интерес представляет технология Massive MIMO, которая отвечает требованиям увеличения пропускной способности, спектральной эффективности и числа абонентов. Вместе с тем, увеличение числа антенн приводит к серьезному усложнению алгоритмов обработки. Диссертация Степановой А.Г. посвящена этой актуальной теме и содержит решение задачи разработки алгоритмов демодуляции с приемлемой вычислительной сложностью и хорошими характеристиками помехоустойчивости, пригодных для реализации на практике в системах MIMO с большим числом антенн.

Из автореферата следует, что автором выполнена большая, серьезная работа по разработке алгоритмов демодуляции в системах Massive MIMO.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработан нелинейный итерационный алгоритм демодуляции для систем MIMO 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

Вход. № 88/23  
«20» сд 20дз.  
подпись

метода Ньютона, обладающий лучшими характеристиками помехоустойчивости по сравнению с алгоритмом MMSE при том же порядке сложности.

Большое число публикаций Степановой А.Г. отражают содержание кандидатской диссертации, результаты и предложения которой, несомненно, имеют большой научный и практический интерес.

К недостаткам диссертационной работы можно отнести следующее:

- Не достаточно подробно даны пояснения к рисункам 4, 13, 14 на плоскости «эффективность-сложность»;
- Из автореферата не ясно какой сценарий использовался при моделировании, - матрица канала является точно известной или оценивается?
- В заключении диссертационной работы мало внимания уделено рекомендациям и указаниям перспектив дальнейшей разработки темы исследования.

Тем не менее, отмеченные недостатки имеют частный характер и не снижают значимости полученных теоретических и практических результатов диссертационного исследования. Можно сделать вывод, что работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям 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

**Самсонов Геннадий Андреевич**, к.т.н., доцент, член Президиума Общероссийской общественной организации «Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова» (РНТОРЭС им. А.С. Попова)

Самсонов Г.А.

Подпись Самсонова Г.А. заверяю

Главный учёный секретарь  
РНТОРЭС им. А.С. Попова,  
к.т.н., доцент

Третьяков Г.Н.

