ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Купцова Виталия Владимировича «Разработка алгоритмов оценивания характеристик нестационарных каналов мобильных пользователей в системах сотовой связи 5-го поколения», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – «Радиофизика».

В настоящее время в области беспроводных технологий активно развиваются такие системы сотовой связи, как LTE (Long Term Evolution) и 5G NR (5-th Generation New Radio). Для них весьма характерным является использование антенных решеток с цифровым и цифро-аналоговым формированием диаграмм направленностей. Гибридная (цифро-аналоговая) схема обладает явным преимуществом по сравнению с чисто цифровой, т.к. она требует существенно меньшего количества достаточно дорогостоящих блоков АЦП/ЦАП. Однако при использовании подобного подхода возникает достаточно сложная задача выбора аналоговых и цифровых весовых коэффициентов, для нахождения которых необходима информация о канальных коэффициентах для всех элементов антенной решетки. В работе предложен новый итеративный алгоритм восстановления полной канальной матрицы, являющийся, с одной стороны, достаточно универсальным, а с другой, не требующим дополнительных частотных и временных ресурсов. Для повышения эффективности этого алгоритма, в случае динамически изменяющегося канала, применены различные алгоритмы предсказания.

Для полностью цифровых антенных решеток, размещающихся на базовых станциях, предложен алгоритм предсказания канальных коэффициентов в предположении о возможности их полигармонического представления. В этих условиях могут быть эффективно использованы известные алгоритмы сверхразрешения. Подробно исследован один из наиболее перспективных алгоритмов сверхразрешения – так называемый корневой метод минимального многочлена.

Таким образом, можно утверждать, что **теоретическая и практическая значимости** работы несомненны. **Научная новизна** работы также неоспорима, т.к. перечисленные новые алгоритмы разработаны, несомненно, самим автором на основе имеющихся в настоящее время научных работ по данной тематике.

Среди **основных результатов**, полученных автором, на мой взгляд, следует выделить следующие.

1) Для гибридных схем диаграммообразования разработан итеративный алгоритм оценивания полной канальной матрицы, обладающий точностью

представления канала, близкого к случаю использования полностью цифровых антенных решеток.

2) Предложен параметрический алгоритм предсказания канала в LTE системах связи, основанный на полигармоническом представлении канальных коэффициентов и сверхразрешающих алгоритмов спектрального анализа, позволяющий повысить достоверность информации о характеристиках канала связи, а, следовательно, увеличить скорость передачи.

Одним из главных **недостатков** автореферата, на мой взгляд, является недостаточная проработанная методика сравнительного анализа полученных автором результатов с известными. Так, в автореферате либо вообще не приводятся сравнительные данные предлагаемых и известных алгоритмов, как в разделе 1, либо сравнение показывает приблизительно одинаковую эффективность предлагаемых и известных алгоритмов (см. рис.2 и 3, стр. 14, 18 и пр.). Основной упор при сравнении автор делает не на эффективность, а на сложность реализации известных алгоритмов по сравнению с предлагаемыми (при практически одинаковой их эффективности). Однако в этом случае необходимо приводить количественные результаты такого сравнения типа: насколько требуемый объем данных уменьшается по сравнению с известными алгоритмами (стр. 16); если вычислительные затраты невысоки в предлагаемых алгоритмах, то насколько (стр. 16); если утверждается, что практическая реализация предложенного алгоритма проще, чем существующих, то насколько (стр. 18) и т.д.

Возможно, этот недостаток, встречающийся по всему тексту автореферата, отсутствует в самой диссертации.

На основании вышеизложенного, считаю, что данная диссертационная работа отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Купцов Виталий Владимирович – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – «Радиофизика».

Профессор кафедры радиофизики
физического факультета
профессор, д.ф-м.н.
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет»
телефон: 8(473)2208916,
e-mail: vip@phys.vsu.ru
394006, Воронеж,
Университетская пл. 1

В. И. Парфенов

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
Подпись проф. Парфенова В.И.
заверяю статистик
должность
Гусева И.Н. 31.08.2022
подпись, расшифровка подписи