

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Во Ба Ау, выполненной на тему «Разработка низкопрофильной антенны систем связи», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

**Актуальность темы.** Развитие мобильной связи, являющейся неотъемлемой частью современной инфраструктуры, ведется в ведущих в экономической, военно-политической сферах странах мира. Широкое применение мобильная связь имеет для таких областей как автомобильный, железнодорожный, авиационный транспорт. Такие проекты, получившие широкое развитие, как OneWeb, Starlink, российская система «Гонец», обеспечивают практически глобальный доступ связи и интернета, что во многом обеспечивает широкое внедрение и применение беспилотных систем.

Ключевым элементом в развитии мобильных систем связи является создание антенных систем для транспортных средств. К таким антеннам предъявляется ряд дополнительных требований по сравнению с антеннами стационарных пунктов. Одним из таких требований является низкий профиль антенны. Перспективным направлением создания низкопрофильных антенн является разработка и применение фрактальных антенн, которые находят широкое применение при создании фрактальных приемопередающих структур, ММО-систем, гибких и носимых антенн, интегрируемых с мобильными носителями, включая одежду человека.

С учетом проведенного обоснования актуальности **целью работы** является разработка и оптимизация конструкций низкопрофильных антенн для применения в современных системах связи с обеспечением широкополосности, высокой эффективности и компактности.

Достижение сформулированной цели связано с решением следующих **научных задач**:

1. Анализ существующих конструкций низкопрофильных антенн для выявления ключевых параметров, влияющих на их характеристики.
2. Разработка конструкции низкопрофильной антенной решетки сильно связанных диполей круговой поляризации для систем связи.
3. Проведение численного моделирования низкопрофильной антенной решетки сильно связанных диполей круговой поляризации для систем связи.
4. Проведение численного моделирования конструкции элемента антенной решетки для базовой станции прототипа Katherein 739622.
5. Разработка конструкции элемента низкопрофильной антенной решетки для базовой станции.
6. Проведение численного моделирования конструкции низкопрофильной антенной решетки для базовой станции.
7. Разработка конструкции низкопрофильной плоской широкополосной антенной решетки с модифицированным симметрирующим устройством.
8. Проведение численного моделирования конструкции низкопрофильной плоской широкополосной антенной решетки.

**Научная новизна исследования результатов работы** определяется следующим:

1. Разработан метод обеспечения широкой полосы пропускания в низкопрофильной антенной решетке с круговой поляризацией на основе структуры сильносвязанных диполей.

2. Предложена новая конструкция симметрирующего устройства, обеспечивающая снижение профиля антенны базовой станции без ухудшения ее характеристик.

3. Разработана конструкция низкопрофильной плоской широкополосной антенной решетки с применением модифицированного симметрирующего устройства.

**Теоретическая значимость** проведенного исследования:

1. Разработан способ увеличения полосы пропускания путем создания емкостной связи между диполями.

2. Предложена конструкция симметрирующего трансформатора, позволяющего снизить высоту профиля антенной решетки для различных систем связи.

3. Исследованы параметры низкопрофильной антенны оценены предельные возможности по всем параметрам, таким как КСВН, коэффициенту эллиптичности и характеристикам по размерам.

**Практическая значимость** проведенного исследования:

1. Использование емкостной связи между диполями позволяет расширить полосу пропускания антенны с типичных 5-10% до 96,3% (диапазон 0,7-2,0 ГГц), что делает антенну широкополосной для работы в многодиапазонных системах связи.

2. Оптимизация формы и размеров симметрирующего устройства между диполем и отражателем позволила сократить высоту антенны для базовой станции на 30%.

3. Разработана конструкция низкопрофильной плоской сверхширокополосной антенной решетки с применением модифицированного симметрирующего устройства, которая обеспечивает полосу частот в 2,6 раза шире при уменьшении высоты на 35 % по сравнению с прототипом.

4. По результатам разработки низкопрофильной антенной решетки для базовой станции была подана заявка на патент на изобретение.

**Сведения о личном вкладе автора** подтверждают самостоятельность выполнения работы соискателем.

Результаты исследований по теме диссертации получили достаточную апробацию и опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации материалов диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора технических наук, а также в изданиях, реферируемых в базе данных «Scopus».

**Замечания.** Несмотря на достаточно высокий, судя по материалам автореферата, уровень исследований, можно отметить ряд замечаний:

1. В 4-й научной задаче определено проведение численного моделирования конструкции элемента антенной решетки для базовой станции прототипа Katherein 739622. Из материалов автореферата не понятен выбор данной задачи и его реализация.

2. Отмеченный 4-й пункт практической значимости «По результатам разработки низкопрофильной антенной решетки для базовой станции была подана заявка на патент на изобретение» представляет скорее этап работы, а не определяет практическую значимость.

Однако указанные замечания не носят определяющего характера и, в целом, не ставят под сомнение достоверность, научную и практическую значимость полученных результатов.

**Выводы:**

1. Несмотря на отмеченные замечания, судя по автореферату, диссертация выполнена на требуемом научно-техническом уровне и соответствует паспорту специальности 2.2.14 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

2. Диссертация «Разработка низкопрофильной антенны систем связи» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития технической отрасли знаний, а именно теории и техники антенн.

3. Диссертация удовлетворяет требованиям пункта 9 (п.п. 1) «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

4. Во Ба Ау заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Костоглов Андрей Александрович  
доктор технических наук (20.02.25 – Военная электроника, системы и средства опознавания, аппаратура комплексов военного назначения), профессор, заведующий кафедрой «Связь на железнодорожном транспорте» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»,

344038, Ростовская область, городской округ город Ростов-на-Дону, город Ростов-на-Дону, площадь Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, зд. 2., тел.: +7 (863) 272-64-39, E-mail: kostoglov@me.com

«15» 09 2025 г.

А.А. Костоглов

Подпись

УДОСТОВЕРЯЮ

Начальник управления делами  
ФГБОУ ВО РГУПС

«15» 09 2025 г.



Э.Н. Кирсанова