

ОТЗЫВ

официального оппонента **Кирпанева Алексея Владимировича** на диссертационную работу **Гафарова Евгения Раисовича** по теме «Антенны круговой поляризации для систем высокоточного позиционирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии

Актуальность темы диссертации

Исследование антенн глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для высокоточных измерений является одним из перспективных путей совершенствования наземного сегмента спутниковой радионавигации. Надежное функционирование ГСНН в значительной степени определяется характеристиками антенных систем, в особенности, такими как форма амплитудной ДН, коэффициент эллиптичности, фазовый центр. При этом должен выполняться критерий широкополосности и должно быть ослаблено влияние земной поверхности ГСНС. Поэтому диссертационная работа Гафарова Е.Р., посвященная исследованию антенн круговой поляризации ГНСС для повышения качества приема навигационных сигналов – актуальна и соответствует паспорту специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии», пункты 2 и 3.

Новизна и достоверность полученных результатов диссертации

В диссертационной работе Гафарова Е.Р. получен ряд новых результатов и научно обоснованных решений, наиболее интересными из которых являются:

- Исследовано влияние количества точек возбуждения двухслойной печатной антенны и количества используемых монополей широкополосной антенны круговой поляризации на амплитудные, фазовые и поляризационные характеристики. Найдено компромиссное решение между количеством используемых портов многопортовых антенн разных типов и их характеристиками, позволяющее уменьшить количество составных частей антенн круговой поляризации.

- Предложен способ улучшения коэффициента эллиптичности плоской волны с малых значений до единицы при помощи поляризатора меандровой линии. На его основе предложена конструкция цилиндрического поляризатора для квадрупольной антенны с целью повышения коэффициента эллиптичности под скользящими углами.
- Рассчитана зависимость крутизны амплитудной диаграммы направленности квадрупольной антенны от диаметра ее высокоимпедансного экрана в области скользящих углов, которая позволяет получить высокий уровень перепада усиления при переходе в нерабочую область углов с сохранением относительно малых габаритов антенной системы. Отмечены преимущества высокоимпедансного экрана диаметром 12 длин волн.

Достоверность полученных в работе результатов подтверждена как с помощью компьютерного моделирования, так и натурными исследованиями разработанных образцов антенн. Результаты диссертационной работы подтверждаются также теоретически обоснованным выбором исследуемых структур, корректным применением численных методов для расчета параметров антенн. В работе получено хорошее совпадение результатов моделирования с экспериментальными данными, а также соответствие полученных в исследовании результатов с результатами, опубликованными в отечественных и иностранных источниках.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость определяется новыми научными результатами, полученными при исследовании антенн ГНСС, а также новыми разработками широкополосных схем питания, поляризаторов и экранов для них. Особо следует отметить разработанную конструкцию двухслойной печатной антенны (ПА) ГЛОНАСС с интегрированной трехточечной схемой питания. При этом малые габариты и вес печатной антенны позволяют использовать её как излучающий элемент в составе антенной решетки. Интересна также предложенная соискателем высокоточная антенная система, созданная на основе всесистемной квадрупольной антенны ГНСС с четырехточечной

схемой питания и экраном для подавления многолучевой интерференции. Все разработки и технические решения научно обоснованы автором. Таким образом, диссертационная работа имеет высокую практическую значимость, что подтверждается соответствующими актами о внедрении результатов диссертационной работы.

Краткая характеристика основного содержания работы

Диссертация состоит из Введения, четырёх глав, Выводов и Заключения, библиографического списка и Приложения. Работа изложена на 150 страницах машинописного текста, включая 136 рисунков и 5 таблиц.

По материалам диссертации опубликовано 19 научных работ, включая 6 статей в рекомендованных ВАК РФ изданиях, результаты работы докладывались и обсуждались на 7 российских и международных конференциях.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цели и задачи исследования, отмечены теоретическая и практическая значимости работы, приведены сведения о внедрении результатов диссертации, показана научная новизна, описаны методы исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации работы и структуре диссертации.

Первая глава включает: 1) классификацию, характеристики и принципы построения антенных устройств ГНСС; 2) информацию об особенностях распространения радиоволн ГНСС; 3) требования, предъявляемые к характеристикам антенн ГНСС; 4) обзор существующих антенн и антенных систем ГНСС; 5) выводы о возможных направлениях исследований в части антенных элементов и схем питания, а также поляризационных поверхностей и высокоимпедансных экранов.

Во второй главе приведены результаты исследования двухчастотной двухслойной печатной антенны, как одной из наиболее перспективных для применения в ГНСС.

Третья глава содержит результаты моделирования широкополосной антенны круговой поляризации с полусферической образующей монополей. Представлены результаты исследования квадрупольной антенны с поляризатором, а также с высокоимпедансным экраном.

В четвертой главе приводятся результаты экспериментальных исследований разработанных антенн, в том числе в составе с высокоимпедансными экранами.

В заключении изложены основные результаты, полученные в ходе выполнения научного исследования.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Положения и выводы, сформулированные в диссертации, получили апробацию на международных и всероссийских научных конференциях.

К диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

- 1) В работе утверждается, что схемы питания в виде интегральных делителей/сумматоров имеют недопустимо высокие потери для использования в высокоточных антеннах ГНСС. В этой связи автором диссертационной работы предложены схемы питания на основе фазовращателей с реактивными шлейфами. Однако не произведено сравнение предложенных схем питания с другими существующими микрополосковыми схемами по неравномерности амплитудно-фазовых характеристик и уровню вносимых потерь в полосе рабочих частот.
- 2) Второе выдвигаемое научное положение не подкреплено экспериментальными данными измеренной характеристики коэффициента эллиптичности, как её угловой зависимости, так и частотной.
- 3) В работе отсутствует информация о применении пространственных поляризаторов разных типов для антенн ГНСС с целью увеличения КЭ для углов скользящих направлений.
- 4) В диссертации не обоснован выбор треугольной сетки расположения стержней высокоимпедансной поверхности.

5) В тексте диссертации встречаются орфографические и стилистические ошибки.

Замечания не влияют на хорошее впечатление о работе.

Общее заключение

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Гафарова Е.Р. «Антенны круговой поляризации для систем высокоточного позиционирования» соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения» о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, №842 (ред. От 28.08.2017, №1024), так как является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, содержащей решение актуальной задачи разработки антенн круговой поляризации ГНСС, а ее автор Гафаров Евгений Раисович заслуживает и достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

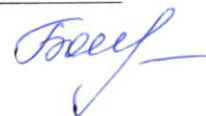
Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент,
начальник отдела антенн W-диапазона
АО НПП «Радар ммс»



А.В. Кирпанев

« 27 » 05 2021 г.

Подпись А.В. Кирпанева удостоверяю

Реквизиты: Кирпанев Алексей Владимирович, 197375, Санкт-Петербург, ул. Новосельковская, д.37, лит. А, мобильных телефон: +79119827555, e-mail: kirpanev_av@radar-mms.com, АО НПП «Радар ммс», начальник отдела антенн W-диапазона