

УТВЕРЖДАЮ



Генеральный директор

ЦАО "Радиофизика"

Б. А. Левитан

03 / 2020 г.

Отзыв ведущей организации на диссертацию И.В. Бельковича

«Применение векторов Римана-Зильберштейна для расчёта электромагнитных полей зеркальных антенн и лучеводов»,

представленную на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук по специальности

05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Диссертация И.В. Бельковича посвящена развитию представления электромагнитных полей с помощью векторов Римана-Зильберштейна, а также расчёту и оптимизации зеркальной антенны с лучеводом. В работе получены следующие новые результаты:

- для описания электромагнитного поля с помощью векторов Римана-Зильберштейна получены основные соотношения электродинамики и методы расчёта полей электрически больших структур;
- разработана методика синтеза зеркальных антенн с лучеводом, позволяющая преобразовывать ширину луча в лучеводе;
- разработана компьютерная программа для анализа характеристик зеркальных антенн с лучеводами, в том числе с учётом неидеальности поверхностей;
- разработанные методы и программа применены при проектировании зеркальной антенны для дальней космической связи.

В работе проведён качественный обзор литературы. Рассмотрены известные принципы построения зеркальных антенн для дальней космической связи, методы анализа характеристик зеркальных антенн, основные известные соотношения электродинамики при описании поля с помощью векторов Римана-Зильберштейна.

Разработанный метод расчёта характеристик антенн с использованием векторов Римана-Зильберштейна позволяет в ряде случаев сократить время, требуемое для расчёта и оптимизации характеристик зеркальных антенн.

Разработанная методика синтеза зеркальных антенн с лучеводом позволяет преобразовывать ширину луча в лучеводе, не внося искажений в распространяющееся поле в геометрооптическом приближении. Данная методика позволяет увеличить эффективность зеркальной антенны с лучеводом.

Полученные в работе результаты могут использоваться при проектировании зеркальных антенн, и, в частности, зеркальных антенн с лучеводом для дальней космической связи. Результаты рекомендуются к использованию на следующих предприятиях: ПАО «Радиофизика» (г. Москва), ФГУП НИИР (г. Москва), АО «Концерн радиостроения «Вега» (г. Москва), ОАО «НПК «НИИДАР» (г. Москва).

Тема работы является актуальной в связи с необходимостью разработки и модернизации антенн для дальней космической связи, в том числе антенн с лучеводами, позволяющими обеспечить низкие шумовые температуры приёмных систем.

Полученные результаты являются достоверными, что подтверждается сравнением с экспериментом и с результатами расчёта в других САПР.

Материалы диссертации опубликованы в 15 научных работах, в том числе 1 статья – в издании, индексируемом международной базой Scopus, 4 публикации – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 8 публикаций в трудах конференций и 2 патента РФ.

Основные замечания к работе:

- Не показано преимущество предложенных методов расчёта характеристик антенн на основе векторов Римана-Зильберштейна по сравнению с известными методами без использования векторов Римана-Зильберштейна. В работе приведено сравнение времени расчёта характеристик антенны с помощью разработанного метода и с помощью одного из доступных методов в коммерческой САПР. Такое сравнение представляется неполным. В частности, необходимо сравнить эффективность разработанного метода при использовании представления поля с помощью векторов Римана-Зильберштейна и эффективность того же метода при использовании классического представления поля.
- В работе отсутствует сравнение эффективности разработанного метода с САПР Tісга, которая оптимизирована для расчёта характеристик зеркальных антенн. Сравнение эффективности вычислительных алгоритмов следует проводить с подобными специализированными САПР.
- На рис.3.13а) представлено сравнение ДН двухзеркальной антенны, рассчитанных с помощью разработанного метода и с помощью САПР FEKO. При уровне боковых лепестков $-20\dots-25$ дБ, методы дают отличие уровня боковых лепестков более 3 дБ. Такая ошибка является большой и требует дополнительных пояснений.

Замечания не снижают актуальности и положительной оценки работы.

Диссертация Бельковича И.В. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой автором применен и развит перспективный теоретический подход и получены методы вычислительной электродинамики, позволяющие упростить представление электромагнитного поля и для определенного круга практических задач

уменьшить количество вычислительной работы. В диссертации содержится решение практических задач, имеющих существенное значение для антенной техники. Полученные результаты важны для создания новых образцов высокоэффективных больших зеркальных антенн. Развиваемый в работе подход не ограничен областью рассматриваемых и решаемых проблем и потенциально позволит получить преимущества по сравнению с классической теорией для решения других прикладных задач.

Таким образом, диссертация «Применение векторов Римана-Зильберштейна для расчёта электромагнитных полей зеркальных антенн и лучеводов» удовлетворяет требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Белькович Игорь Викторович заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Отзыв составили:

В.н.с. отдела 3010

ПАО «Радиофизика», к.т.н.

Начальник отдела 3010

ПАО «Радиофизика», к.т.н.

Кривошеев Ю.В.

Шишлов А.В.

Отзыв на диссертацию И.В. Бельковича обсуждён и одобрен на заседании Секции №1 Научно-технического совета ПАО «Радиофизика», протокол № 2-2/20 от 16.03.2020.

Учёный секретарь

ПАО «Радиофизика», к.т.н.

Смольникова О.Н.

Кривошеев Юрий Вячеславович, к.т.н.
Должность: ведущий научный сотрудник
Место работы: ПАО "Радиофизика", НИО-3
Адрес: г. Москва 125363, ул. Героев Панфиловцев, 10
Телефон: 8-916-801-68-96
E-mail: krivosheev-yury@yandex.ru

Шишлов Александр Васильевич, к.т.н.
Должность: начальник отдела
Место работы: ПАО "Радиофизика", НИО-3
Адрес: г. Москва 125363, ул. Героев Панфиловцев, 10
Телефон: 8-916-592-69-32
E-mail: shishlov54@mail.ru