



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
**«ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ»**  
(АО «ВПК «НПО машиностроения»)  
ул. Гагарина, д. 33, г. Реутов, Московская область, 143966  
телеграфный: Реутов Московской ВЕСНА (АТ346416)  
Тел.: (495) 528-30-18 (канцелярия) Факс: (495) 302-20-01  
E-mail: vpk@vpk.npomash.ru http://www.npomash.ru  
ОКПО 07501739, ОГРН 1075012001492  
ИНН/КПП 5012039795/504101001

17.04.2020 № 127/12  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального директора -  
заместитель Генерального конструктора  
АО «ВПК «НПО машиностроения»



П.А. Широков

« 17 » 04 2020 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бельковича Игоря Викторовича  
«Применение векторов Римана-Зильберштейна для расчета  
электромагнитных полей зеркальных антенн и лучеводов»,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности  
05.12.07 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

### Актуальность темы диссертации

Зрекальные антенны с лучеводами широко применяются в системах космической связи и радиоастрономии. Применение для проектирования векторов Римана-Зильберштейна, позволяющих проводить расчеты векторной структуры поля с меньшими по сравнению с классическими

методами трудозатратами, является перспективным и актуальным подходом в связи с возрастающим интересом к исследованию дальнего космоса и созданию новых больших лучеводных антенн в нашей стране.

**Достоверность полученных в диссертации результатов** подтверждается, судя по автореферату, применением строго аппарата электродинамики и корректным применением математического аппарата, адекватностью используемых математических моделей, совпадением результатов экспериментальных исследований и математического моделирования, результатами рецензирования опубликованных основных положений диссертации в ведущих научных изданиях.

В рамках работы над диссертацией автором получены следующие **научные результаты:**

- разработан аппарат векторов Римана-Зильберштейна, получены удобные для применения соотношения, что позволило в ряде случаев упростить вычисления и сократить количество вычислительной работы;

- построены математические модели зеркал с заданными случайными искажениями и кожуха лучевода, исследовано их влияние на характеристики двухзеркальной антенны и лучеводов;

- разработана методика проектирования лучеводов с преобразованием ширины диаграммы направленности без внесения искажений, что позволяет уменьшать размеры элементов тракта;

- рассчитана и оптимизирована модель протяженного лучевода 32-метровой антенны с сохранением поляризационной структуры поля.

**Теоретическая и практическая значимость полученных результатов** заключаются в том, что диссертантом развита теория и практика применения векторов Римана-Зильберштейна круговой поляризации, для которых показаны и обоснованы преимущества

использования для решения практических задач; проведено обширное исследование особенностей построения и возможностей оптимизации лучеводов больших зеркальных антенн, разработана лучеводная схема 32-метровой антенны.

Областью применения полученных результатов могут стать НИОКР по созданию систем радиосвязи и радиоастрономии ведущими российскими предприятиями, специализирующимися на антенной тематике, а также исследователям, занимающимся методами вычислительной электродинамики.

Отмеченные основные недостатки работы:

1) в главе 3 представлены расчетные и экспериментальные диаграммы направленности двухзеркальной антенны, при этом имеются различия между результатами расчетов и экспериментов, что с учетом схожести методов и предполагаемой высокой точности расчетов вызывает вопросы;

2) в расчетах характеристик двухзеркальной антенны с искаженными зеркалами, где проводится сравнение с классической теорией Рузе, отсутствует анализ зависимости результатов от глубины параболоида.

## **Выводы**

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной задачи, имеющей важное значение для теории антенн, и соответствует специальности 05.12.07 - «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии». Основные положения и результаты достаточно полно отражены в опубликованных научных работах.

Диссертация «Применение векторов Римана-Зильберштейна для расчета электромагнитных полей зеркальных антенн и лучеводов» удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Белькович Игорь Викторович заслуживает

присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Сливко Сергей Александрович

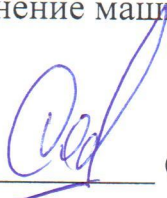
Россия, 143966, Московская область, г. Реутов, ул. Гагарина д.33

8-495-528-42-41

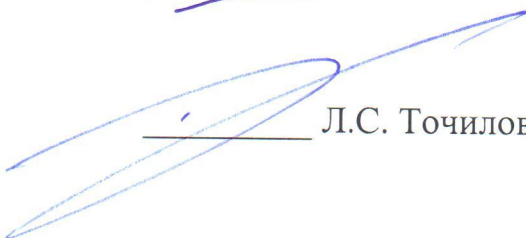
vpk@promash.ru

Акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-  
производственное объединение машиностроения»

Начальник отделения, к.т.н.

  
С.А. Сливко

Ученый секретарь НТС, к.ф.-м.н.

  
Л.С. Точиллов