РОССИЙСКИЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА



ШКОЛА
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ТЕЗИСЫ
трудов конференции

Школа молодых ученых

Федеральная территория «Сириус»
Университет «Сириус»
21–29 сентября 2026 г.

УДК 621.396.67

Двухдиапазонный антенный элемент S-диапазона для систем связи прямого спутникового доступа

Костелецкий В. П.
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр-т Ленина 40
kosteletskiy.vp@gmail.com

Разработан приемо-передающий антенный элемент (АЭ), работающий в S-диапазоне. АЭ осуществляет частотное разделение приема и передачи с разными направлениями круговой поляризации. Предназначен для систем связи нового поколения на основе АФАР. Показаны его электрические характеристики и топология.
Ключевые слова: антенный элемент; АФАР; коэффициент усиления; патч антенна; S-диапазон; негеостационарные спутниковые системы.

Dual-band S-band antenna element for direct satellite access communication systems

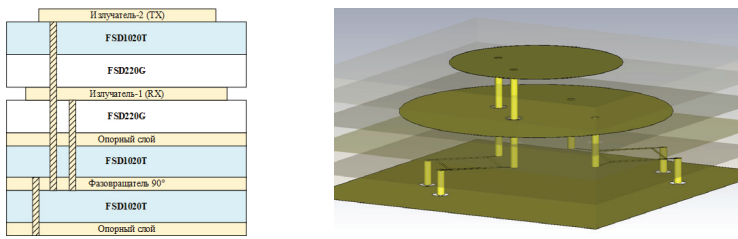
Kosteletskii V. P.
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
40 Lenina Ave., Tomsk, 634050, Russia
kosteletskiy.vp@gmail.com

An transmit-receiving antenna element (AE) operating in the S-band has been developed. The AE provides frequency separation for reception and transmission using different circular polarization directions. It is designed for next-generation communication systems based on AESA. Its electrical characteristics and topology are shown.
Keywords: antenna element; AESA; antenna gain; patch antenna; S-band; non-terrestrial networks.

Одним из ключевых направлений развития спутниковых телекоммуникационных систем сегодня выступает развертывание глобального широкополосного доступа на платформе негеостационарных орбитальных группировок. Подобные архитектуры, закрепленные в спецификациях международного консорциума 3GPP, ориентированы на обеспечение непрерывного покрытия, включая удаленные и инфраструктурно необеспеченные регионы, за счет бесшовной интеграции спутникового сегмента в единую телекоммуникационную экосистему. Практическая реализация данной концепции требует создания спутниковой полезной нагрузки принципиально нового типа, способной к эффективному взаимодействию с наземными абонентскими терминалами по протоколам мобильной связи в первую очередь Direct-to-Device и Direct-to-Cell [1]. Наиболее рациональным техническим решением при построении такой нагрузки выступают активные фазированные антенные решетки (АФАР). Их применение продиктовано необходимостью быстрого электронного сканирования луча при движении космического аппарата на низкой орбите, а также возможностью одновременного формирования множества лучей, что напрямую влияет на пропускную способность и зону обслуживания [2]. Ключевым элементом, определяющим качество

предоставляемых услуг в гибридных системах связи, являются антенные элементы (АЭ), из которых формируется полотно АФАР. Именно их характеристики в конечном счете задают эффективность работы всей решетки.

Данная работа выполнялась в ФГАОУВО ТУСУР в рамках проекта Пр2030-МОН наука/СТП1/Б/19. В результате, разработан компактный АЭ с круговой поляризацией, работающий на прием (ПРМ) и передачу (ПРД) в диапазонах частот 2170–2200 МГц и 1970–2010 МГц соответственно. По уровню –15Дб ширина полосы ПРМ составила 85 МГц, а ПРД 100 МГц соответственно. Развязка между ПРМ и ПРД достигается за счет конструкции АЭ, и составляет не менее 30 дБ. Также АЭ реализует на ПРМ левую круговую поляризацию, а на ПРД правую. На центральных частотах получены: коэффициенты отражения (ПРМ = –16,6 дБ, ПРД = –17 дБ), коэффициенты усиления (ПРМ = 3,3 дБи, ПРД = 2,9 дБи), диаграммы направленности и коэффициента эллиптичности (ПРМ = 5, ПРД = 2,9). АЭ представляет собой планарную конструкцию (рис. 1), состоящую из пяти последовательно спрессованных диэлектрических слоев, между которыми расположены слои металлизации. На первых трех слоях расположены ПРМ и ПРД излучатели, на оставшихся слоях, два полосковых квадратурных моста.



а *б*

Рис. 1. Топология слоев (*а*) и трехмерная модель показывающая расположение составных частей (*б*) АЭ

Каждый мост рассчитан на свой диапазон ПРМ: 2170–2200 МГц и ПРД: 1970–2010 МГц. Такая конструкция легко реализуется в рамках типовых технологических процессов используемых производителями печатных плат. Широкая ДН такого АЭ позволяет использовать его для реализации полотна АФАР.

Параметры, предъявляемые к приемнику, наверное, приводить не целесообразно поскольку тематика тезисов сфокусирована на антенном элементе.

Работа выполнена в рамках проекта FEWM-2026-0007 Минобрнауки России.

Литература

1. Co-Frequency Interference Analysis of Satellite-Direct-to-Device System on Terrestrial IMT Cellular Network / Q. Liu, L. Wang, R. Hou, Z. Zhang, X. Li and W. Zhao // 2025 3rd International Conference on Ubiquitous Communication (Ucom), Hang Zhou, China, 2025. P. 294–298.
2. Технические и регуляторные аспекты реализации спутниковых систем с прямым подключением к устройству / М. В. Стрелец, А. Н. Костин, А. С. Пастух и др. // Электросвязь, 2024. — № 9. — С. 2–11.