

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке
ФГАОУ ВО

«Сибирский федеральный
университет» (СФУ)

Гладышев Михаил Иванович

« 03 » 12 2018 г

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Сибирский федеральный университет»

Диссертация «Широкополосные частотно-поляризационные селективные устройства антенн космических аппаратов» выполнена на кафедре «Радиотехника».

В период подготовки диссертации соискатель Крылов Юрий Валерьевич обучался в очной аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», кафедра «Радиотехника».

В 2010 г. окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» по специальности «Радиотехника».

В 2017 г. окончил очную аспирантуру при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2018 г. Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Сибирский федеральный университет».

Научный руководитель – Саломатов Юрий Петрович, профессор, кандидат технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», кафедра «Радиотехника», заведующий кафедрой.

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Крылова Юрия Валерьевича является научно-квалификационной работой, в которой решаются задачи по исследованию частотно-поляризационного селектора, выполненного по «восстанавливающей схеме» и возможности реализации дуплексного режима работы с разносом частот приема и передачи более октавы, а также по исследованию способов уменьшения габаритов частотно-поляризационных селекторов антенн космических аппаратов (КА). В результате проведенных автором исследований были получены: методика поэтапного проектирования, как составных частей, так и частотно-поляризационного селектора в целом (в котором реализован дуплексный режим работы); способ подавления высших типов волн в ортомодовом селекторе; частотно-поляризационный селектор, обеспечивающий работу с сигналами с круговой правой/левой поляризацией в частотных диапазонах, разнесенных более чем на октаву; способы уменьшения поперечных габаритов частотно-поляризационного селектора более чем в 2 раза – все это имеет значение для технических наук.

Актуальность темы

В современных системах зеркальных антенн и глобальных рупорных антенн КА спутниковой связи широкое распространение получили устройства, позволяющие выполнять частотную и поляризационную селекцию сигналов. Обязательными требованиями к таким устройствам являются их широкополосность (многочастотность) и малые массогабаритные показатели. К антеннам КА предъявляются жесткие требования к ширине диапазонов рабочих частот, к работе с сигналами различных поляризаций, а также совмещению каналов приема и передачи в одной антенне. Все эти функции в антенне выполняет входящий в ее состав частотно-поляризационный селектор.

На сегодняшний день достаточно хорошо исследованы узкополосные одно-двухканальные частотно-поляризационные селективные устройства

антенн КА, работающие в одном из частотных диапазонов приема или передачи, для них разработаны методы проектирования. Устройства для организации дуплексного режима работы с сигналами различных поляризаций в одном едином для диапазонов частот приема и передачи частотно-поляризационном селекторе исследованы недостаточно полно и, как следствие, для них отсутствует комплексная методика проектирования.

К настоящему времени недостаточно исследовано устройство, реализованное по «восстанавливающей схеме», для обеспечения широкополосной работы. При этом также не разработаны методы уменьшения массогабаритных показателей данного устройства.

Влияние высших типов волн на частотные характеристики ортомодового селектора, входящего в состав частотно-поляризационного устройства до сих пор не исследовалось. Такие исследования позволят реализовать частотную и поляризационную селекцию сигналов в едином (одном) облучателе зеркальных антенн или в глобальных рупорных антеннах КА при большом разnose частотных диапазонов приема и передачи.

Все вышеизложенное обуславливает актуальность работ, связанных с разработкой частотно-поляризационных селекторов антенн КА, с реализацией дуплексного режима работы с сигналами различных поляризаций в широкой полосе частот.

Личное участие автора в получении результатов

Диссертация является итогом исследований автора, проводившихся при разработке антенн в АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва». Основные исследования, результаты которых представлены в диссертационной работе, были выполнены автором лично. Совместно с научным руководителем обсуждались цели и задачи исследований, а также результаты работы. Личный вклад автора включает: разработку методики поэтапного проектирования частотно-поляризационных устройств; моделирование данных устройств в САПР; разработку способа подавления высших типов волн в ортомодовом селекторе и способов уменьшения габаритов данного устройства; обработку экспериментальных результатов.

Степень достоверности результатов

Результаты диссертационной работы подтверждаются:

- корректным применением численных методов;
- корректным применением САПР для расчета частотно-поляризационных устройств;
- соответствием полученных при исследовании результатов с результатами, опубликованными в отечественной и зарубежной печатях;
- результатами компьютерного моделирования, экспериментальных исследований и внедрением разработанных частотно-селективных устройств в производство.

Новизна результатов

1. Разработан (согласно методике поэтапного проектирования) частотно-поляризационный селектор, реализованный по «восстанавливающей схеме», обеспечивающий работу с сигналами с круговой правой/левой поляризацией в частотных диапазонах, разнесенных более чем на октаву – в соотношении центральных частот диапазонов приема и передачи $\frac{f_{ПРМ}}{f_{ПРД}} = 2,15$.

2. Исследовано влияние на распространение волны основного типа волн высших типов, возникающих в ортомодовом селекторе, входящем в состав частотно-поляризационного устройства облучателей зеркальных антенн, а также разработан способ подавления данных волн. Подавление высших типов волн составляет 30 дБ;

3. Разработаны способы уменьшения поперечных габаритов частотно-поляризационного селектора, реализованного по «восстанавливающей схеме», которые позволяют уменьшить поперечные габариты ОС более чем в 2 раза.

Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов

Разработаны методики поэтапного проектирования, как составных частей, так и частотно-поляризационного селектора в целом, в котором реализован

дуплексный режим работы. Созданы новые частотно-поляризационные широкополосные селективные устройства уменьшенных габаритов для антенн КА.

Основные результаты диссертации получены при выполнении опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, выполненных в АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» (АО «ИСС») за период 2013-2018 г.

Научные и практические результаты работы используются в рамках создания антенн перспективных спутников связи в АО «ИСС». Использование результатов диссертационной работы подтверждено соответствующими актами.

Ценность научных работ соискателя

Ценность работы соискателя заключается в разработке: методики поэтапного проектирования, как составных частей, так и частотно-поляризационного селектора в целом, в котором реализован дуплексный режим работы; способа подавления высших типов волн в ортомодовом селекторе частотно-поляризационного устройства, обеспечивающего работу с сигналами с круговой правой/левой поляризацией в частотных диапазонах, разнесенных более чем на октаву; способов уменьшения поперечных габаритов частотно-поляризационного селектора более чем в 2 раза. Представленные в данной работе экспериментальные и теоретические результаты имеют высокую практическую значимость в области создания частотно-поляризационных селективных устройств антенн спутниковой связи.

Соответствие требованиям пункта 14 Положения ВАК

Требования, установленные пунктом 14 Положения ВАК, выполнены: в диссертации автор ссылается на источники заимствования материалов, во Введении автор отметил, что часть результатов получена совместно с соавторами научных публикаций и в каждом оригинальном разделе диссертации привёл ссылки на работы.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертация Крылова Юрия Валерьевича соответствует специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии в области исследования «Исследование характеристик антенн и СВЧ устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т.д.» по п. 2 паспорта специальности.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

По результатам исследований получены 2 патента и опубликовано 15 научных работ, включая 5 статей в рекомендованных ВАК РФ изданиях, 10 статей в трудах российских и международных конференций.:

Статьи в журналах из перечня ВАК

1. Крылов Ю. В. Компактный облучатель Ka/Q-диапазона круговой поляризации / Ю. В. Крылов, И. Ю. Данилов, Ю. Г. Выгонский, А. Г. Романов // Научные технологии. – 2015. – Вып. 3(16). – С. 52–55.

2. Крылов Ю. В. Проектирование облучателя в Ka/Q-диапазоне на основе «восстанавливающей» схемы / Ю.В. Крылов, В.Б. Тайгин. // Вестник СибГАУ. – 2015. – Вып. 2(16). – С. 417–422.

3. Крылов Ю. В. Исследование ортомодового селектора на основе крестового разветвителя // Научные технологии. – 2016. – Вып. 8(17). С. 13–16.

4. Крылов Ю. В. Проектирование волноводного трансформатора для широкополосного облучателя зеркальных антенн // Доклады ТУСУРа. – 2016. – № 3 (19). – С. 16–20.

5. Крылов Ю. В. Способ уменьшения поперечного размера ортомодового селектора частотно-поляризационного устройства облучателя зеркальных антенн КА // Доклады ТУСУРа. – 2017. – № 1 (20). – С. 18–22.

Патенты:

1 Пат. № 2647203, Российская Федерация. Частотно-поляризационный селектор / Крылов Ю. В., Першин А. С., Романов А. Г., Данилов И. Ю.;

заявитель и патентообладатель «РОСКОСМОС», АО «ИСС». – № 2016132916, заявл. 09.08.2016, опубл. 14.03.2018.

2. Пат. № 2639736, Российская Федерация, МПК H01P1/16. Устройство возбуждения волны E_{01} в круглом волноводе/ Данилов И. Ю., Романов А. Г., Чони Ю. И., Лаврушев В. Н., Валиуллина А. И., Крылов Ю. В.; заявитель и патентообладатель «РОСКОСМОС», АО «ИСС». – № 2016111227, заявл. 25.03.2016, опубл. 22.12.2017.

Доклады в трудах международных конференций

1. Крылов Ю. В. Частотно-поляризационная селекция сигналов в рупорных облучающих системах зеркальных антенн // Исследования наукограда. – 2015. – № 2. – С. 5–9.

2. Крылов Ю.В. Частотно-поляризационный селектор облучателя С-диапазона // V Всероссийская научно-техническая конференция «Электроника и микроэлектроника СВЧ» (Санкт-Петербург). – 2016 г. – С. 297–300

3. Крылов Ю. В. Облучатель С-диапазона круговой поляризации / Ю. В. Крылов, Р. С. Зубарев, А. Ю. Лапин // Решетневские чтения: материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева (10–14 нояб. 2015, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – 2015. – С. 238–240

4. Крылов Ю. В. Компактный частотно-поляризационный селектор // Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. тр. [Электронный ресурс] – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. – 2015. – С. 348–351.

5. Крылов Ю. В. Широкополосный волноводный фильтр для облучателя зеркальных антенн / Ю.В. Крылов, А.Ю. Лапин // Решетневские чтения: материалы XX Юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева (09–12 нояб. 2016, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – 2016. – С. 132–134.

6. Крылов Ю. В. Исследование ортомодового селектора / Ю. В. Крылов, А. Ю. Лапин // Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. тр. [Электронный ресурс] – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. – 2016. – С. 332–334.

7. Зубарев Р. С. Двухзеркальная осесимметричная антенна со специальным профилем контррефлектора / Р. С. Зубарев, Ю. В. Крылов, А. Ю. Лапин // Решетневские чтения: материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева (10–14 нояб. 2015, г. Красноярск): в 2 ч. /под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – 2015. – С. 228–230.

8. Krylov Y. V. The broadband waveguide selector of Ku – band / Y. V. Krylov, Y. P. Salomatov, V. V. Vonog // Всероссийская научно-техническая конференция «Современные проблемы радиоэлектроники», посвященная 119-й годовщине Дня радио. Красноярск. Сибирский федеральный университет. – 2014. – С. 576–578.

9. Крылов Ю. В. Использование частотно-селективных поверхностей в антенно-фидерном тракте / Ю. В. Крылов, А. Ю. Лапин // Решетневские чтения: материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (11–14 нояб. 2014, г. Красноярск): в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – 2014. – С. 188–190.

10. Лапин А. Ю. Волноводные фильтры на основе частотно-селективной поверхности / А. Ю. Лапин, Ю. В. Крылов // Решетневские чтения: материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (11–14 нояб. 2014, г. Красноярск): в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – 2014. – С. 190–192.

Диссертация «Широкополосные частотно-поляризационные селективные устройства антенн космических аппаратов» Крылова Юрия Валерьевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

Заключение принято на расширенном заседании научного семинара кафедры «Радиотехника».

Присутствовало на заседании - 19 чел. С правом решающего голоса - 16 чел. Результаты голосования: «за» – 16 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 3 от 14.11.2018 г.

Патрин Геннадий Семёнович
Доктор физ.-мат. наук, профессор,
директор института инженерной физики
и радиоэлектроники.


