

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента науки
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И.
Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ
«ЛЭТИ»)

В.В. Лучинин

2019 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

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

Актуальность темы диссертационной работы. Современные спутники связи характеризуются, прежде всего, увеличенными требованиями к частотному ресурсу, что в свою очередь определяет необходимость создания облучающих систем зеркальных антенн и рупорных антенн, работающих в более высоких и широких полосах частот. Ввиду ограниченности размещения новых космических аппаратов (КА) на геостационарной орбите, кроме частотного уплотнения спутниковых сигналов, применяют также и поляризационное. Как следствие, антенны, входящие в состав КА, должны обеспечивать прием и передачу сигналов различных поляризаций. Кроме того, современные облучающие системы антенн КА (или рупорные антенны) должны обладать малыми массогабаритными показателями. Входящие в состав антенн селективные устройства играют одну из главных ролей в выполнении функций частотной и поляризационной селекции сигналов в антенне. Поэтому актуальность темы диссертационного исследования Крылова Ю.В. не вызывает сомнений.

Автором проведены исследования лично разработанных частотно-поляризационных устройств. Результаты, полученные при проектировании, экспериментально подтверждены.

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

В *первой главе* приведен обзор существующих устройств частотно-поляризационной селекции сигналов, работающих как в узких, так и в широких полосах частот, а также различных конструкций поляризаторов. Рассмотрены две схемы исполнения широкополосного частотно-поляризационного селектора, обеспечивающего дуплексный режим работы с сигналами различных поляризаций. Для каждой схемы исполнения такого устройства приведены их достоинства и недостатки. Сделаны выводы о наиболее предпочтительном и перспективном способе проектирования частотно-поляризационного селектора.

Вторая глава посвящена методике поэтапного проектирования частотно-поляризационного селектора. Подробно проведено проектирование составных частей селектора, приведены частотные зависимости параметров от конструктивного исполнения элементов данных устройств. Представлены критерии настройки устройств, достаточные для разработки селектора в целом. Приведена строгая последовательность взаимного подключения составных частей для последующего корректного моделирования частотно-поляризационного селектора в целом, предназначенного для обеспечения дуплексного режима работы антенн КА.

В *третьей главе* приведены результаты исследования частотно-поляризационного селектора для облучателя двухзеркальной антенны, предназначенной для работы в совмещенных К/Q-диапазонах с сигналами круговой поляризации. Данная антенна разрабатывалась для перспективного телекоммуникационного спутника (АО «ИСС»). В рамках данного исследования был предложен способ подавления высших типов волн, возбуждающихся в Q-диапазоне из-за неоднородностей внутренней структуры селектора. Предложенный способ позволяет добиться подавления данных типов волн более чем на 30 дБ. Корректность способа подтверждается анализом результатов, полученных при моделировании, и экспериментальными измерениями характеристик частотно-поляризационного селектора К/Q-диапазонов.

Четвертая глава посвящена способам уменьшения поперечных габаритов частотно-поляризационного селектора. Первый из них позволяет уменьшить поперечные габариты селектора более чем в 2,5 раза благодаря

четвертьволновому трансформатору сложной формы. Второй способ обеспечивает уменьшение поперечных габаритов селектора более чем в 1,5 раза за счет применения ФНЧ сложной формы в плечах ортомодового селектора.

Научная новизна полученных автором результатов, выводов и рекомендаций. Научная новизна результатов, полученных автором, состоит в следующем:

- предложена методика поэтапного проектирования частотно-поляризационного селектора, обеспечивающего дуплексный режим работы с сигналами круговой поляризации. Согласно данной методике был разработан и внедрен в производство селектор К/Q- диапазонов частот, на конструкцию которого был получен патент на изобретение;

- проведено исследование влияния высших типов волн на частотные характеристики селектора, а также предложен способ подавления возбуждения высших типов волн;

- представлены способы уменьшения поперечных габаритов частотно-поляризационного селектора, позволяющие уменьшить поперечные габариты селектора более чем в 2 раза.

Значимость и достоверность результатов работы. Диссертационная работа отличается высокой практической значимостью исследований, касающихся частотно-селективных устройств антенн КА. Основные результаты диссертации были получены при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в АО «ИСС». Подтверждением этому являются акты о внедрении и патенты на изобретения.

Достоверность результатов основана на корректности применения численных методов и САПР для расчета частотно-поляризационных устройств, а также на соответствии полученных экспериментальных данных результатам моделирования.

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

Замечания по работе

В ходе обсуждения работы выявились следующие недостатки:

1. Сложна для восприятия числовая индексация развязок между волной основного типа и волнами высших типов (рис. 3.6 и 3.11), удобнее привести общепринятые обозначения типов волн в волноводе.

2. Не приведены сведения о материалах, из которых изготавливался частотно-поляризационный селектор К/Q-диапазонов и покрывалась его внутренняя поверхность, а также не указана толщина скин-слоя данного покрытия.

3. Не представлены значения величин развязок между ортогональными выходами разработанного частотно-поляризационного селектора К/Q-диапазонов.

4. Не указана конструкторско-технологическая возможность реализации селектора с Г-образными трансформаторами – отсутствует граница применимости данного способа уменьшения габаритов, вызывает сомнение реализуемость данного устройства при работе на высоких частотах ввиду того, что малые поперечные габариты осложняют задачу объединения составных частей селектора из-за наличия фланцевых соединений.

Перечисленные замечания не снижают высокую оценку диссертационной работы и ее значимость в решении задачи создания частотно-поляризационных селективных устройств для современных антенн КА.

Заключение

Диссертационная работа 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 компактных частотно-поляризационных селективных устройств для организации дуплексного режима работы облучателей зеркальных антенн и рупорных антенн КА.

Учитывая вышеизложенное, считаем, что Крылов Юрий Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Отзыв на диссертационную работу обсужден на заседании кафедры теоретических основ радиотехники
«29» января 2019 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой теоретических основ радиотехники, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина):

В.Н. Ушаков

Наименование организации:	Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
Почтовый адрес:	Российская Федерация, 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5

E-mail: info@etu.ru
Телефон: +7 (812) 346-44-87
Должность, степень: Заведующий кафедрой теоретических основ
радиотехники, д.т.н., профессор
Ф И О Ушаков Виктор Николаевич