

УДК 629.7.066.5

*Лучников Игорь Владимирович*

*Старший преподаватель кафедры «Систем автоматизированного  
управления»*

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный  
Университет гражданской авиации»*

*им. А. А. Новикова*

*Россия, г. Санкт-Петербург*

*Андреева Анна Александровна, студент 3 курса Факультет  
«Летной эксплуатации» ОЛР Организация Летной работы*

*Пукас Алиса Романовна, студент 3 курса Факультет «Летной  
эксплуатации» ОЛР Организация Летной работы*

*Шуваева Валерия Евгеньевна, студент 3 курса Факультет «Летной  
эксплуатации» ОЛР Организация Летной работы*

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный  
Университет гражданской авиации»*

*им. А. А. Новикова*

*Россия, г. Санкт-Петербург*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АВИАЦИИ**

*Аннотация:* Антенно-фидерная система (АФС) является одним из ключевых компонентов любой радиоэлектронной аппаратуры. В авиации АФС играет важную роль в обеспечении связи, навигации и управления воздушным судном. В данной статье мы рассмотрим перспективы развития антенно-фидерных систем для авиации.

*Annotation:* The antenna feeder system (AFS) is one of the key components of any electronic equipment. In aviation, AFS plays an important role in providing

*communication, navigation and aircraft control. In this article, we will consider the prospects for the development of antenna-feeder systems for aviation.*

**Ключевые слова:** авиация, антенно-фидерные системы, БПЛА, радиоэлектронное оборудование, передача данных, навигация, воздушные суда.

**Keywords:** aviation, antenna-feeder systems, UAVs, electronic equipment, data transmission, navigation, aircraft.

Антенно-фидерная система (АФС) является одним из ключевых компонентов радиотехнических устройств, таких как радиовещательные и телевизионные передатчики, радиолокационные станции, системы связи и т.д. Она обеспечивает передачу радиочастотной энергии от передатчика к антенне и прием сигналов от антенны, их обработку и передачу на вход приемника.

#### Основы работы антенно-фидерных систем

АФС состоит из антенны, фидера (коаксиальный кабель, волновод, микрополосковая линия) и согласующего устройства. Антенна является излучателем радиоволн, а фидер – линией передачи радиочастотной мощности от источника сигнала (передатчика) к антенне. Согласующее устройство обеспечивает оптимальное согласование выходного сопротивления передатчика с входным сопротивлением антенны, что позволяет передавать максимальную мощность сигнала от передатчика к антенне без потерь.

#### Основные принципы проектирования антенно-фидерной системы

1. Выбор антенны: при выборе антенны следует учитывать ее характеристики, такие как диаграмма направленности, коэффициент усиления, рабочая частота и импеданс.

2. Выбор фидера: фидер должен обеспечивать передачу радиочастотного сигнала с минимальными потерями и обеспечивать требуемую мощность на входе антенны. При выборе фидера необходимо

учитывать его тип (коаксиальный, волновод или микрополосковую линию), волновое сопротивление, затухание и диапазон рабочих частот.

3. **Согласование:** согласование входного и выходного сопротивлений антенны и передатчика является важным этапом в проектировании АФС. Согласование может быть выполнено с помощью различных методов, таких как использование трансформаторов, мостов и других согласующих устройств.

4. **Расчет потерь:** потери в АФС возникают из-за различных факторов, таких как затухание в фидере, потери в согласующем устройстве и потери на стыке антенны и фидера. Для минимизации потерь необходимо выбирать материалы и конструкции, обеспечивающие минимальное затухание, а также оптимизировать длину фидера и расположение антенны.

5. **Учет внешних факторов:** при проектировании АФС следует учитывать внешние факторы, такие как погодные условия, электромагнитные помехи и механические воздействия. Это позволит обеспечить надежную работу системы в различных условиях эксплуатации.

**Функции антенно-фидерных систем в авиации.** Антенны используются для приема и передачи радиосигналов, которые являются основой для связи между воздушным судном и наземными службами или другими самолетами. Фидеры (кабели) соединяют антенны с радиоприемниками и передатчиками, обеспечивая передачу сигналов без потерь.

**Безопасность полетов и надежность АФС** Надежность и безопасность полетов во многом зависят от качества и надежности антенно-фидерной системы. АФС должна быть устойчивой к внешним воздействиям, таким как вибрация, перепады температуры и влажности, а также электромагнитные помехи.

Современные АФС обеспечивают высокую эффективность и надежность благодаря использованию передовых технологий и материалов.

Например, использование композитных материалов позволяет уменьшить вес антенн и повысить их прочность.

#### Разновидности антенно-фидерных систем

В зависимости от типа воздушного судна и его назначения, могут использоваться различные виды АФС. Например, для пассажирских самолетов требуются АФС, обеспечивающие надежную связь с наземными службами и другими самолетами, а для военных самолетов важны дополнительные функции, такие как навигация и управление оружием.

К ключевым ступеням по развитию антенно-фидерных систем в авиации являются:

#### 1. Интеграция с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА)

Интеграция антенно-фидерных систем с БПЛА становится все более актуальной в связи с растущим спросом на использование беспилотных технологий в авиации. Создание универсальных решений, способных работать как на пилотируемых, так и на беспилотных воздушных судах, позволяет оптимизировать затраты на разработку и эксплуатацию антенно-фидерного оборудования.

#### 2. Облегчение и повышение эффективности

Авиационная и космическая отрасль стремится к созданию компактных и легких антенно-фидерных систем. Эта тенденция связана с необходимостью снижения массы и объема оборудования, что позволяет повысить эффективность и экономичность авиационной техники. Инновации в области метаматериалов и сверхпроводников, а также применение технологии микрополосковых антенн позволяют добиться существенного снижения потерь и повышения эффективности антенно-фидерных устройств.

#### 3. Адаптивность и гибкость

Важным направлением развития антенно-фидерных систем авиации является их адаптивность и гибкость. Это важно для обеспечения надежной и качественной связи в условиях постоянно меняющихся условий полета, а

также для оптимизации энергопотребления и снижения затрат на эксплуатацию. Инновационные решения в области программируемых материалов, фазированных антенных решеток и адаптивных антенн позволяют создать антенно-фидерное оборудование, которое будет подстраиваться под конкретные условия полета и требования к связи.

#### 4. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения

Искусственный интеллект и машинное обучение уже активно используются в авиации для оптимизации управления воздушными судами, мониторинга состояния оборудования и прогнозирования возможных проблем. Эти технологии также могут быть применены для улучшения работы антенно-фидерных систем и оптимизации их параметров в режиме реального времени.

#### Заключение

Антенно-фидерные системы играют важную роль в обеспечении эффективной работы радиотехнических устройств. Они являются основой для радиосвязи, навигации и других функций, необходимых для управления воздушным судном. Современные технологии и материалы позволяют создавать АФС с высокой надежностью и эффективностью, что обеспечивает безопасность полетов на всех этапах.

Развитие антенно-фидерных систем в авиационной отрасли движется по пути интеграции с БПЛА, миниатюризации, повышения эффективности, адаптивности и использования искусственного интеллекта.

### Список литературы

1. Ильин, Е. М., Полубехин, А. И., Черевко, А. Г. (2015). Конформные антенные системы - перспективное направление развития бортовых РЛК для беспилотных летательных аппаратов Получено из Cyberleninka [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konformnye-antennye-sistemy->

perspektivnoe-napravlenie-razvitiya-bortovyh-rlk-dlya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov

2. Генералов, А. Г., Гаджиев, Е. В., Салихов М. Р. (2019). Применение спиральных антенн для бортовых систем и комплексов. Получено из Cyberleninka [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-spiralnyh-antenn-dlya-bortovyh-sistem-i-kompleksov>

3. Козлов, А. И., Морев, С. В., Ривкин М. И., Шатраков А. Ю. (2013). Целевая функция бортовых антенно-фидерных систем Получено из Cyberleninka [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tselevaya-funktsiya-bortovyh-antenn-fidernyh-sistem>

4. Ривкин, М. И., Велькович, М. А., Шатраков, Ю. Г., Юрченко, Е. В. (2016). Технологичность и конкурентоспособность бортовых систем Получено из Cyberleninka [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologichnost-i-konkurentosposobnost-bortovyh-sistem>