

УДК 621.39

## Распространение телефонной связи на авиатранспорте: влияние на авиационные коммуникационные системы и технологии предотвращения помех

Гаршин Иван Сергеевич

garshinis@student.bmstu.ru

Панилов Павел Алексеевич(\*)

panilovp.a@bmstu.ru

*МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия*

**Аннотация.** Проведен анализ существующих проблем организации связи на борту воздушных судов. Определены причины ослабления мобильной связи, включая электромагнитные излучения. Показаны альтернативные технологические решения.

**Ключевые слова:** спутниковая связь, авиационные коммуникации, геостационарные спутники, системы воздушного наземного доступа, мобильные устройства, электромагнитная совместимость

## The spread of telephone communication in air transport: the impact on aviation communication systems and technologies for preventing interference

Garshin Ivan Sergeevich

garshinis@student.bmstu.ru

Panilov Pavel Alekseevich(\*)

panilovp.a@bmstu.ru

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia*

**Abstract.** The analysis of the existing problems of communication organization on board aircraft. The causes of weakening of mobile communication, including electromagnetic radiation, are determined. Alternative technological solutions are shown.

**Keywords:** satellite communication, aviation communications, geostationary satellites, air-ground access systems, mobile devices, electromagnetic compatibility

**Введение.** Развитие информационных технологий и рост потребности в мобильной доступности привели к тому, что вопрос организации связи на борту воздушных судов стал одним из приоритетных направлений в авиационных коммуникациях. Однако применение традиционной сотовой связи в полете сталкивается с рядом объективных ограничений. Прежде всего, металлический фюзеляж самолета выполняет функцию экрана (эффект клетки Фарадея), блокируя прохождение радиоволн внутрь и наружу салона [1].

**Материалы и методы.** В результате сигнал наземных сетей сильно ослабляется или вовсе отсутствует, а мобильные устройства вынуждены работать на максимальной мощности. Это повышает уровень электромагнитного излучения и может создавать помехи (рис. 1).

Дополнительным фактором являются высота и скорость полета. На крейсерском эшелоне (10–12 км, около 900 км/ч) телефон одновременно фиксирует множество базовых станций. Процесс переключения между ними (handover) становится невозможным, а антенны наземных станций не рассчитаны на обслуживание абонентов на такой высоте. Таким образом, использование традиционной сотовой инфраструктуры в авиации оказывается непригодным [2].

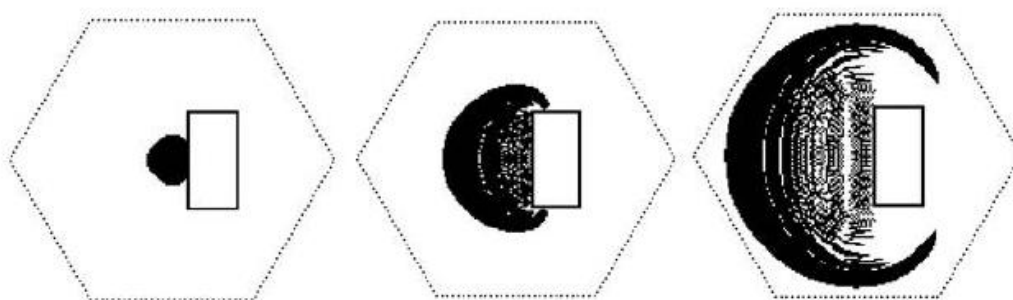


Рис. 1. Экранирование фюзеляжа (эффект клетки Фарадея)

**Результаты и обсуждения.** В связи с этим применяются альтернативные технологические решения. Наиболее распространенным является спутниковая связь. Геостационарные спутники (GEO) обеспечивают стабильное соединение и широкое покрытие, но характеризуются высокой задержкой (около 600 мс), что ограничивает использование сервисов реального времени. Среднеорбитальные спутники (MEO) позволяют снизить задержку до 150–200 мс, однако требуют сложной инфраструктуры. Наиболее перспективными являются низкоорбитальные группировки (LEO), обеспечивающие низкую задержку (30–50 мс) и скорость передачи данных до сотен мегабит в секунду, что делает возможным использование мультимедийных сервисов на борту.

Другим направлением являются системы воздушного наземного доступа (Air-to-Ground, ATG). Они основаны на сети специализированных наземных станций, направленных в небо. Их преимущества — низкая задержка и относительно высокая пропускная способность. Ограничением является зависимость от географии: работа таких систем возможна только над сушей, что делает их непригодными для межконтинентальных рейсов.

Важным направлением развития является концепция 5G NTN (Non-Terrestrial Networks) [3]. В ее рамках спутники становятся частью единой сети пятого поколения, что позволит мобильным устройствам напрямую подключаться к орбитальным станциям (рис. 2).

Первые эксперименты показали практическую реализуемость данной концепции, и в перспективе она может стать основой глобальной авиационной связи.

Существуют и локальные решения. Установка бортовых мини-базовых станций (пикосот) позволяет создавать внутри самолета собственную сотовую

вую сеть, в которую подключаются пассажирские устройства с минимальной мощностью излучения. Трафик при этом передается наружу через спутниковый или ATG-канал. Также широкое распространение получило использование бортового Wi-Fi, который стал основным способом организации связи для пассажиров.

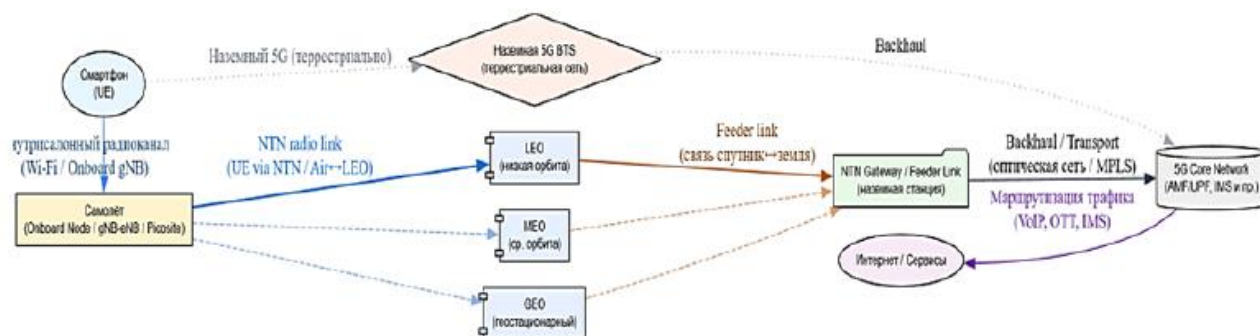


Рис. 2. Архитектура 5G NTN

Особое значение имеет вопрос электромагнитной совместимости (ЭМС). Современные исследования показывают, что отдельные устройства не оказывают значимого влияния на работу авиационных систем. Основные риски связаны с суммарным излучением большого количества устройств, поэтому на критических этапах полета (взлет и посадка) сохраняется требование использования авиарежима.

**Заключение.** Таким образом, прямая интеграция традиционной сотовой связи в авиационную среду невозможна. Вместе с тем спутниковые и гибридные технологии уже сегодня обеспечивают доступ к интернету и телефонной связи на борту. Перспективное развитие получают низкоорбитальные спутники и 5G NTN, которые способны объединить воздушное пространство в единую цифровую инфраструктуру. Вопрос электромагнитной безопасности постепенно решается благодаря сертификации оборудования, и акцент переносится на задачи экономической и организационной эффективности, а также на формирование комфортного пользовательского опыта.

## Список источников

- [1] Русакова А.А. Использование сотовой связи и Интернета на борту самолета. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*, 2016, т. 2, № 12, с. 93–95.
- [2] Степанцова А.М., Петухов А.Г., Делог А.Н. Системы спутниковой связи с подвижными объектами. *Проблемы повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России. V Всерос. науч.-практ. конф.: матер.* Знаменск, ФГБОУ ВО АГУ им. В.Н. Татищева, 2022, с. 130–136.
- [3] Туляков Ю.М., Есипенко В.И. К вопросу применения оценки территориальной надежности подвижной сотовой радиосвязи 5G. *Проектирование и технология электронных средств*, 2023, № 2, с. 3–6.