



Международная организация гражданской авиации

A42-WP/134¹

TE/37

28/7/25

РАБОЧИЙ ДОКУМЕНТ

АССАМБЛЕЯ — 42-Я СЕССИЯ

ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

Пункт 24 повестки дня. Первоочередные инициативы в области безопасности полетов и аэронавигации

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ СОЗДАНИЯ ПОМЕХ ДЛЯ РАБОТЫ GNSS В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

(Представлено Китаем)

КРАТКАЯ СПРАВКА

Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS) обеспечивает гибкую и точную архитектуру определения местоположения для современной авиации, позволяя осуществлять точную аэронавигацию, отслеживание в реальном масштабе времени и повышая ситуационную осведомленность в поддержке безопасных и эффективных операций.

В условиях растущей зависимости глобальной авиации от сигналов GNSS одновременно возрастает обеспокоенность по поводу радиочастотных помех для работы GNSS, в особенности рисков для безопасности полетов, создаваемых глушением и имитацией сигналов. В дополнение к существующим и разрабатываемым мерам по снижению воздействия помех для работы GNSS внедрение системы мониторинга и анализа GNSS в реальном масштабе времени дает дополнительные преимущества. Такая система значительно повысит ситуационную осведомленность, эффективно способствуя обеспечению безопасности полетов и оптимизации эксплуатационной эффективности.

Действия: Ассамблее предлагается:

- a) принять к сведению информацию, содержащуюся в настоящем документе;
- b) признать преимущества разработки систем мониторинга и анализа GNSS в реальном масштабе времени;
- c) предложить государствам обмениваться опытом и обсуждать проблемы в области обнаружения и мониторинга помех для работы GNSS.

¹ Варианты на английском и китайском языках предоставлены Китаем.

<i>Стратегические цели</i>	Данный рабочий документ связан со стратегической целью <i>"Каждый полет является безопасным и надежным"</i>
<i>Финансовые последствия</i>	Предполагается, что указанная в настоящем документе деятельность будет осуществляться за счет ресурсов в бюджете Регулярной программы на 2026–2028 гг. и/или за счет внебюджетных взносов в соответствии с бизнес-планом ИКАО на 2026–2028 гг.
<i>Справочный материал</i>	Приложение 10 <i>"Авиационная электросвязь"</i> , том I <i>"Радионавигационные средства"</i> Дос 9849, <i>Руководство по глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS)</i>

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS) превратилась в надежную и универсальную архитектуру определения местоположения, обеспечивающую гибкость и точность для аэронавигации.

1.2 В аэронавигации несколько систем полагаются на GNSS для навигации и посадки, такие как бортовая система функционального дополнения (ABAS), наземная система функционального дополнения (GBAS) и спутниковая система функционального дополнения (SBAS). Кроме того, зональная навигация (RNAV) и требуемые навигационные характеристики (RNP) используют GNSS для повышения эффективности маршрутизации. В области наблюдения радиовещательное автоматическое зависимое наблюдение (ADS-B) полагается на GNSS для отслеживания местоположения воздушного судна в реальном масштабе времени. Вместе эти системы играют важную роль в обеспечении безопасной и эффективной аэронавигации.

1.3 В производстве полетов несколько бортовых систем, такие как система предупреждения об опасности сближения с землей (TAWS) и усовершенствованная система предупреждения о близости земли (EGPWS), зависят от достоверных данных GNSS о местоположении. Если сигналы GNSS скомпрометированы или неточны, это может привести к ложным предупреждениям/оповещениям в кабине экипажа или, наоборот, к невозможности сгенерировать реальные оповещения из-за неточного местоположения воздушного судна, что может поставить под угрозу безопасность полетов.

1.4 С годами, по мере роста зависимости аэронавигации от GNSS, доступность и целостность сигналов GNSS стали ключевыми факторами повышения безопасности и эффективности полетов.

2. СУЩЕСТВУЮЩИЕ И РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИОЧАСТОТНЫХ ПОМЕХ ДЛЯ РАБОТЫ GNSS

2.1 Текущая ситуация с радиочастотными помехами для работы GNSS, особенно на фоне растущей тенденции к увеличению числа случаев глушения и имитации сигналов, стала предметом международной обеспокоенности в отношении безопасности полетов. Имитация

сигналов представляет особенно значительный риск, так как может ввести в заблуждение пилотов и диспетчеров УВД из-за некорректных данных о местоположении, ставя под угрозу безопасность полетов и эксплуатационную эффективность. Разрабатываются меры по снижению воздействия для обеспечения безопасности аэронавигации.

2.2 Существующие меры по снижению воздействия

2.2.1 Поддержание надежных навигационных возможностей включает обеспечение наличия традиционных наземных навигационных средств, таких как всенаправленный ОБЧ-радиомаяк/дальномерное оборудование (VOR/DME) и система посадки по приборам (ILS), которые предоставляют альтернативные источники навигационных данных, когда сигналы GNSS утрачиваются на борту воздушного судна.

2.2.2 На этапе планирования полета NOTAM являются основным средством распространения информации о любых известных или предполагаемых помехах для работы GNSS. О любых помехах для работы GNSS в реальном масштабе времени, обнаруженных во время полета, немедленно докладывается, чтобы обеспечить оперативную осведомленность других пользователей воздушного пространства об этой критически важной для безопасности полетов информации.

2.2.3 Необходимо сотрудничество между заинтересованными сторонами, включая авиационные полномочные органы, поставщиков аэронавигационного обслуживания, авиакомпании, производителей бортового электронного оборудования и т. д., в обмене текущими стратегиями управления помехами для работы GNSS в целях поддержания целостности и безопасности навигации в современной эксплуатационной среде.

2.3 Долгосрочные меры по снижению воздействия

2.3.1 Повышение производительности и надежности GNSS за счет использования двухчастотных/многосистемных (DFMC) и многочастотных многосистемных (MFMC) приемников находится в стадии реализации. Одновременно разрабатываются и непрерывно совершенствуются стандарты минимальных эксплуатационных характеристик (MOPS) для GNSS, чтобы обеспечить соответствие этих приемников строгим требованиям к производительности, функциональной совместимости и безопасности для поддержания эффективности авиационной деятельности.

2.3.2 Внедрение криптографических протоколов аутентификации, таких как аутентификация навигационных сообщений (NMA), гарантирует, что приемники могут проверять подлинность принимаемых сигналов.

2.4 Проблемы, связанные с обнаружением и мониторингом радиочастотных помех для работы GNSS

2.4.1 Пока разрабатываются долгосрочные меры по снижению воздействия, поддержание ситуационной осведомленности как для пилотов, так и для диспетчеров УВД непосредственно при возникновении события с радиочастотными помехами для работы GNSS имеет чрезвычайно важное значение в качестве основной стратегии снижения воздействия. Однако получение информации о таком событии и ее последующее распространение эффективным образом представляет существенные трудности, усложняя своевременную оценку и эффективное устранение потенциальных проблем.

2.4.2 *Ограничения традиционных наземных мониторинговых радиостанций*

2.4.2.1 Наземные станции и бортовые станции функционируют в совершенно разных условиях. Наземные станции часто сталкиваются с трудностями в понимании обстановки на больших высотах, что затрудняет точную оценку помех для работы GNSS, влияющих на эксплуатацию воздушного судна в воздухе. Кроме того, рельеф местности и ограниченная плотность сети наземных мониторинговых станций могут создавать "мертвые зоны", снижая общую способность к обнаружению и затрудняя эффективный мониторинг динамичной воздушной обстановки.

2.4.3 *Ограничения ручного представления информации о помехах для работы GNSS*

2.4.4 Зависимость от ручного представления информации может привести к задержке распространения информации. Во время события с помехами для работы GNSS пилоты могут быть заняты обеспечением безопасности полетов, что может создать временной разрыв между возникновением помех и доведением их до сведения соответствующих заинтересованных сторон.

2.4.5 В настоящее время бортовые системы не оснащены возможностью предоставления информации о помехах для работы GNSS. Даже если такая информация доступна, трудности в коммуникации и координации могут препятствовать эффективному обмену. Аналогичным образом, существующие процедуры УВД также нуждаются в совершенствовании, чтобы предоставлять систематические указания диспетчерам по докладыванию о событиях возникновения помех и реагированию на них.

3. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБНАРУЖЕНИЯ И МОНИТОРИНГА РАДИОЧАСТОТНЫХ ПОМЕХ ДЛЯ РАБОТЫ GNSS**

3.1 Трудности в обнаружении помех для работы GNSS проистекают из задержек и ограниченности информации в сообщениях, что подчеркивает необходимость в автоматизированных системах и технологиях, способных осуществлять мониторинг и обнаружение помех для работы GNSS в реальном масштабе времени. Внедрение системы мониторинга и анализа GNSS в реальном масштабе времени выгодно для снижения зависимости от ручного представления информации за счет предоставления пилотам и диспетчерам УВД своевременной критически важной для безопасности полетов информации в целях повышения общей безопасности и эффективности авиационных операций.

3.2 ADS-B – это технология наблюдения, которая полагается на сигналы GNSS и бортовое электронное оборудование для определения местоположения воздушного судна. Она транслирует местоположение воздушного судна вместе с информацией о целостности сигналов GNSS, полученной от бортового электронного оборудования, для наблюдения за воздушным судном через наземные приемники ADS-B. Таким образом, используя технологию ADS-B, система мониторинга и анализа GNSS в реальном масштабе времени могла бы непрерывно контролировать целостность сигналов GNSS, не полагаясь на ручное представление информации.

3.3 Кроме того, интеграция данных ADS-B и радиолокационных данных позволяет осуществлять мониторинг перемещений воздушного судна в реальном масштабе времени, что дает возможность быстрой идентификации необычных схем полета или аномальных перемещений

воздушного судна, а также обнаружения несоответствий, которые могут указывать на потенциальную имитацию сигналов.

3.4 Система мониторинга и анализа GNSS в реальном масштабе времени должна быть способна генерировать и отображать тепловую карту помех, обеспечивая визуальное представление затронутых районов. Этот мониторинг в реальном масштабе времени обеспечивает своевременное предупреждение и оповещение заинтересованных пользователей воздушного пространства, способствуя принятию упреждающих мер для смягчения проблем, связанных с помехами. Кроме того, система могла бы помогать определять возможные районы, в которых могут находиться источники помех, поддерживая эффективные стратегии по обнаружению и устранению источников помех и повышению общей безопасности и надежности воздушного пространства.

3.5 В 2024 году в Китае была разработана и введена в опытную эксплуатацию система мониторинга и анализа GNSS в реальном масштабе времени, использующая технологию ADS-B, (см. рис. 1 ниже). Ее рабочие характеристики показали многообещающие результаты по сравнению с традиционными наземными мониторинговыми радиостанциями. Система может автономно контролировать и обнаруживать потенциальные радиочастотные помехи для работы GNSS в реальном масштабе времени, предоставляя своевременную и значимую информацию органам радиоконтроля для обнаружения и устранения источника помех.



Рис. 1. Схематическая тепловая карта радиочастотных помех для работы GNSS

4. ВЫВОД

4.1 Внедрение системы мониторинга и анализа GNSS в реальном масштабе времени, основанной на технологии ADS-B, способствует обеспечению безопасности полетов, одновременно повышая эксплуатационную эффективность, особенно в условиях, когда долгосрочные решения проблемы радиочастотных помех для работы GNSS и авиационные электронные системы продолжают развиваться и совершенствоваться. Непрерывный мониторинг в реальном масштабе времени обеспечивает быстрое обнаружение аномалий, поддерживая своевременное принятие решений и корректирующих мер для снижения воздействия помех, тем самым способствуя созданию защищенной и надежной авиационной электромагнитной среды.