

ОДИННАДЦАТАЯ АЭРОНАВИГАЦИОННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Монреаль, 22 сентября – 3 октября 2003 года

**(ПРОЕКТ) ДОКЛАД КОМИТЕТА В
ПО ПУНКТУ 6 ПОВЕСТКИ ДНЯ**

Прилагаемый проект, являющийся частью доклада по пункту 6 повестки дня (подпункт 6.2), представляется на утверждение Комитетом В для передачи пленарному заседанию.

Пункт 6 повестки дня. Вопросы аэронавигации**6.2 ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАВИГАЦИИ В СВЕТЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЛАНИРУЕМЫХ ВИДОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ И АРХИТЕКТУР GNSS, ВАРИАНТОВ ИНТЕГРАЦИИ И ВАРИАНТОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ****6.2.1 Введение**

6.2.1.1 Текущая стратегия ИКАО по внедрению систем связи, навигации и наблюдения/организации воздушного движения (CNS/ATM) предусматривает постепенный переход от нынешней наземной навигационной инфраструктуры к более широкому использованию инфраструктуры спутниковой навигации. Первоначальный этап этого перехода обеспечивается разработкой Стандартов и Рекомендуемой практики ИКАО (SARPS) для глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) и публикации процедур и критериев производства полетов с использованием базового приемника GNSS¹.

6.2.1.2 Система GPS уже используется на борту многих воздушных судов, в частности в Европе, в качестве средства выполнения основных требований к зональной навигации (RNAV). Все более широкое распространение получает SBAS в результате введения в эксплуатацию системы функционального дополнения с широкой зоной действия (WAAS) Соединенных Штатов Америки и ввода в действие других SBAS в Европе, Индии и Японии в период 2004–2006 гг. Ведутся разработки GBAS в целях обеспечения первоначально точных заходов на посадку по категории I.

6.2.2 Роль GNSS в предоставлении услуг аэронавигации и соображения переходной стратегии

6.2.2.1 Совещание получило информацию о ряде изменений в государствах, которые свидетельствуют о повышении роли спутниковой навигации в предоставлении аэронавигационного обслуживания. Одно из государств представило свои планы поэтапного отказа от существующего наземного оборудования, начиная с вывода из эксплуатации ненаправленных радиомаяков (ПРС) по мере совершенствования оснащения парка коммерческих авиакомпаний и авиации общего назначения. Ряд других государств также сообщили о том, что они планируют постепенно отказаться от наземных аэронавигационных средств по мере перехода на спутниковую навигацию.

6.2.2.2 Совещание было также информировано об общей позиции европейского региона в области авиации, которая разрабатывается с участием пользователей воздушного пространства и поставщиков аэронавигационного обслуживания. В качестве конечной цели предполагается создание одной навигационной службы на базе GNSS при условии, что будет подтверждена надежность, безопасность и максимальная рентабельность этой службы.

¹ Термин "базовый приемник GNSS" означает авиационное электронное оборудование GNSS, соответствующее, по меньшей мере, требованиям к приемникам GPS в томе I Приложения 10 и спецификациям RTCA DO-208 или EUROCAE ED-72A, с поправками, внесенными TSO-C129A ФАУ или TSO C129 OAA (или эквивалентами).

6.2.2.3 Эта информация дополняется позицией авиакомпаний относительно аэронавигационных потребностей. Они выступают за применение GNSS в качестве основной радионавигационной системы для определения местоположения и синхронизации в ближайшем будущем. Пользователи воздушного пространства настоятельно призвали государства, действуя в тесном сотрудничестве с пользователями воздушного пространства, совершить быстрый переход от нынешней системы наземного базирования на рентабельную, гармонизированную и взаимодополняющую радионавигационную систему космического базирования, которая может использоваться во всем воздушном пространстве на всех этапах полета. Авиакомпании также занимают позицию в пользу скоординированного внедрения процедур GNSS в целях скорейшего создания всемирной навигационной системы, обеспечивающей операции от маршрутных до, по крайней мере, минимальных показателей захода на посадку по категории I.

6.2.2.4 Исходя из общего консенсуса в пользу ускорения перехода на спутниковую навигацию, совещание обсудило предложение о разработке стратегии, создающей основу для перехода к будущей всемирной навигационной службе, строящейся на применении GNSS. Однако признавалось, что *"Глобальный аэронавигационный план для систем CNS/ATM"* (Doc 9750) и региональные аэронавигационные планы представляют собой стратегические документы, соответствующие направленности такого предложения. Совещание все же согласилось вновь подтвердить переходные цели и определила ряд условий, которые должны быть выполнены в ходе перехода.

6.2.2.5 Совещание рассмотрело краткосрочные цели переходного процесса. Рассмотрев представленную информацию относительно хода разработки GNSS, совещание отметило, что одна спутниковая система функционального дополнения, – система WAAS Соединенных Штатов Америки – была введена в действие в середине 2003 года, а в период 2004–2006 гг. планируется ввести в строй еще три SBAS. Совещанию была представлена информация о запланированном внедрении заходов на посадку с вертикальным наведением (APV) в одном государстве. Программа этого государства предусматривает поэтапное внедрение таких заходов на посадку. Работа выполняется с целью дополнить имеющиеся обычные средства захода на посадку и посадки, в частности систему посадки по приборам (ILS), и дает возможность:

- a) утвердить неточные заходы на посадку, основанные на использовании ABAS;
- b) дать оценку применения процедур APV с барометрическим вертикальным наведением; и
- c) наконец, обеспечить эксплуатационные преимущества, получаемые в результате использования процедур захода на посадку и посадки по APV с вертикальным наведением SBAS, для всех пользователей воздушного пространства.

6.2.2.6 Кроме того, некоторые государства сообщили о важных мероприятиях в Карибском, Южноамериканском и Африканском регионах по оценке функционирования SBAS с использованием испытательных стендов WAAS и EGNOS. С удовлетворением отмечалась поддержка, которая была оказана этим испытаниям поставщиками обслуживания, и предварительные результаты, и совещание согласилось с тем, что такую деятельность следует развивать.

6.2.2.7 В свете вышеизложенного, было внесено предложение о том, что пользователям воздушного пространства следует рекомендовать устанавливать приемники SBAS², с тем чтобы использовать их преимущественные характеристики по сравнению с базовыми приемниками GNSS, а также расширенные возможности обслуживания. Было внесено еще одно предложение в пользу принятия операций по APV-1 на базе SBAS в качестве глобального требования. Направленность этих предложений получила поддержку и совещание согласилось рекомендовать государствам, поставщикам обслуживания, пользователям воздушного пространства и производителям совместно работать по достижению этих целей. Поэтому совещание выработало следующую рекомендацию:

Рекомендация 6/1. Переход на спутниковую аэронавигацию

- a) ИКАО рекомендуется продолжить разработку необходимых положений в поддержку цельного наведения по GNSS для всех этапов полета и для содействия переходу на навигационное обслуживание только спутникового базирования с должным учетом соображений безопасности полета и технических, эксплуатационных и экономических факторов;
- b) поставщикам аэронавигационного обслуживания в координации с пользователями воздушного пространства рекомендуется принять незамедлительные меры с целью скорейшего доведения всемирной навигационной системы, по крайней мере, до параметров APV; и
- c) государствам и пользователям воздушного пространства рекомендуется принять к сведению имеющиеся в наличии и перспективные навигационные услуги SBAS, обеспечивающие операции по APV, и принять необходимые меры для установки и сертификации авиационного оборудования, рассчитанного на SBAS.

6.2.3 Слабые места GNSS и единственная навигационная служба

6.2.3.1 Совещанию была представлена стратегия в области навигации для зоны ответственности государств – членов ЕКГА, которая предусматривает переход к зональной навигации (RNAV) с использованием глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS). Результаты рассмотрения вопроса о стоимости такого перехода с учетом необходимости обеспечения безопасности в случае отказа систем свидетельствуют о том, что потребность в наземных навигационных средствах в обозримом будущем сохранится, что потребует защиты частот, используемых такими средствами.

6.2.3.2 Согласившись с тем, что аспекты наличия частот при этой стратегии следует рассмотреть в случае необходимости по пункту 5 повестки дня, совещание обсудило потенциальную способность GNSS стать единственной навигационной службой. В центре

² Термин "приемник SBAS" означает авиационное электронное оборудование GNSS, соответствующее, по меньшей мере, требованиям к приемникам SBAS в томе I Приложения 10 и спецификациям RTCA DO-229C с поправками, внесенными TSO-C145A/146A ФАУ (или эквивалент).

обсуждения находились некоторые сохраняющиеся неопределенности в отношении превращения GNSS в единственную навигационную службу из-за ее возможных отказов, а также последствия этих отказов для выполнения полетов в рамках ОрВД в зоне ответственности государств – членов ЕКГА и возможные способы уменьшения их последствий.

6.2.3.3 До сведения совещания было доведено, что глобальная система определения местоположения (GPS) без каких-либо функциональных дополнений уже принята в качестве навигационного средства, обеспечивающего полеты по маршрутам базовой RNAV в пределах всей зоны ответственности ЕКГА. Это стало возможным за счет сохранения возможности возвращения на обычные методы навигации с использованием наземных навигационных средств, таких как VOR/NDB. Ожидалось, что использование системы "Галилей" в качестве второй спутниковой системы, дополняющей GPS, т. к. обе имеют дополнительные навигационные сигналы, позволит в большей мере полагаться на GNSS и в результате этого позволит снять с эксплуатации установки VOR/NDB при осуществлении зональной навигации RNAV с использованием GNSS и DME.

6.2.3.4 Хотя использование системы GPS вместе с системой "Галилео" может стать основой для обеспечения полетов полностью по системе RNAV, при этом предстоит доказать, что такое решение будет экономически эффективным из-за потенциальной необходимости использования спаренных систем RNAV для удовлетворения требований о непрерывности и наличии. Поскольку многие воздушные суда оснащаются только одной системой RNAV или системой управления полетом (FMS), процесс экономически эффективного перехода к обеспечению полетов полностью с помощью системы RNAV может поэтому весьма затянуться.

6.2.3.5 Отмечалось, что даже в случае установки на борту воздушных судов спаренных систем выполнение требования о приемлемом риске полной потери воздушным судном навигационных возможностей может потребовать использования входных сигналов от двух различных датчиков, например от GNSS, дополняемой INS или DME. Если это потребуется, то необходимо будет повысить уровень охвата DME, причем общее число установок DME в зоне ЕКГА в предстоящие 10–20 лет будет в целом увеличиваться.

6.2.3.6 Как показали исследования в европейском регионе в период 2010–2015 гг. более экономически эффективным способом обеспечения непрерывности обслуживания может оказаться сохранение существующей инфраструктуры VOR для поддержки реверсивной навигации с использованием спаренных приборов VOR на борту, а не установка спаренных систем RNAV/FMS, дополненных сигналами от двух датчиков. Если эти предварительные результаты будут подтверждены, то ожидаемое снятие с эксплуатации маяков VOR в указанный период может оказаться невозможным.

6.2.3.7 Рассмотрев эту информацию, совещание признало, что, хотя будущие усовершенствования могут существенно уменьшить риски, связанные с использованием GNSS в качестве единственного средства навигационного обслуживания, некоторые виды отказов сохраняются, что не позволит считать систему GNSS абсолютно надежной. Отмечалось, что в контексте обеспечения полетов в зоне ЕКГА проводится работа по определению средств и соответствующей стратегии смягчения последствий, которые могут позволить постепенно перейти к использованию только одного средства навигационного обслуживания. Однако в настоящий момент возможность и сроки достижения этой конечной цели остаются неопределенными.

6.2.3.8 Совещание затем рассмотрело результаты исследования слабых мест GNSS, которое было проведено Группой экспертов по глобальной навигационной спутниковой

системе (GNSSP) по просьбе Аэронавигационной комиссии. Указывалось, что в последние годы целый ряд высококвалифицированных учреждений изучал слабые места GPS, а в докладе, который был представлен совещанию, делается попытка рассмотреть те же вопросы в контексте GNSS, поскольку GPS является одним из ключевых элементов GNSS. Была представлена и принята во внимание информация о различных слабых местах GNSS, оценке эксплуатационных рисков, средствах предупреждения отказов системы и инструктивные материалы относительно смягчения последствий таких отказов.

6.2.3.9 Сделанный в исследовании вывод о том, что на сегодняшний день не выявлены какие-либо слабые места, которые бы ставили под сомнение конечную цель перехода на GNSS в качестве глобальной системы для всех этапов полета, был принят к сведению совещанием при том понимании, что оценка слабых мест GNSS и альтернативных вариантов смягчения последствий отказов будет продолжаться. Была достигнута договоренность о том, что результаты исследования, представленные совещанию, послужат полезным ориентиром для государств при оценке слабых мест GNSS и выборе соответствующих средств смягчения последствий отказов. Исходя из этого, совещание выработало следующую рекомендацию:

Рекомендация 6/2. Принципы снижения уязвимости GNSS

Рекомендуется, чтобы государства при планировании и внедрении обслуживания GNSS:

- a) оценили вероятность и последствия уязвимости GNSS в своем воздушном пространстве, а также использовали, по мере необходимости, методы снижения уязвимости, изложенные в инструктивном материале, который содержится в добавлении к докладу по пункту 6 повестки дня;
- b) обеспечили эффективное распределение спектра и защиту частот GNSS в целях снижения возможности возникновения непреднамеренных помех;
- c) в полной мере использовали бортовые средства снижения уязвимости, в частности, такие, как средства инерциальной навигации;
- d) в том случае, если установлено, что наземные средства необходимо сохранить как часть эволюционного процесса перехода к GNSS, отдали приоритет сохранению средств DME, которые обеспечивают RNAV на основе использования INS/DME или DME/DME для полетов по маршруту и в районе аэродрома, а также сохранению ILS или MLS, которые обеспечивают точные заходы на посадку на отдельных ВПП; и
- e) в полной мере реализовали будущие возможности новых сигналов GNSS и созвездий спутников GNSS по снижению уязвимости GNSS.

6.2.3.10 Было высказано мнение о том, что рекомендуемый инструктивный материал следует рассмотреть на предмет его включения в Руководство по GNSS, которое в виде проекта было представлено участникам совещания для сведения. Секретариат принял к сведению это предложение.

6.2.3.11 В ходе рассмотрения вопроса об уязвимости GNSS была высказана обеспокоенность относительно влияния неплоских ионосферных пространственных градиентов и сцинтилляций в экваториальных районах. Ряд государств проинформировали о том, что у них разработаны программы сбора данных, и внесли предложение о том, чтобы ИКАО оценила результаты таких исследований и подготовила соответствующие рекомендации для государств. Участники совещания настоятельно рекомендовали продолжить эту деятельность и обмен данными между государствами и регионами, отметив при этом, что такой обмен данными уже имеет место в ряде международных групп экспертов, например в Рабочей группе по интероперабельности (IWG) SBAS. В этой связи совещание разработало следующую рекомендацию:

Рекомендация 6/3. Оценка атмосферного влияния на характеристики SBAS в экваториальных районах

Рекомендуется, чтобы ИКАО в целях оказания содействия деятельности по уменьшению атмосферного влияния на характеристики SBAS оценила результаты сбора данных, проводимого в государствах, и разработала соответствующий инструктивный материал.

6.2.3.12 Участники совещания также обсудили предложение, касающееся рассмотрения вопроса о необходимости стандартизации автоматизированных средств представления информации о перерывах в работе GNSS и определения последствий перерыва в работе на функционирование GNSS. В этой связи совещание приняло к сведению информацию о том, что на web-сайте ИКАО размещен образец программных средств для демонстрации инструментария прогнозирования, который может способствовать планированию полетов и составлению NOTAM. Оценив эту инициативу, совещание высказало мнение о важности единообразного применения таких средств и разработало следующую рекомендацию:

Рекомендация 6/4. Автоматизированные средства представления информации о перерывах в работе GNSS и оценки их последствий на функционирование GNSS

Рекомендуется, чтобы ИКАО рассмотрела вопрос о стандартизации автоматизированных средств представления информации о перерывах в работе GNSS и оценки их последствий на функционирование GNSS и разработала, при необходимости, соответствующие положения.

6.2.4 Вопросы RNP и RNAV

6.2.4.1 Участников совещания проинформировали о ряде открытых вопросов, касающихся различных определений и концепций, связанных с требуемыми навигационными характеристиками (RNP) и зональной навигацией (RNAV). Была также высказана обеспокоенность

относительно того, что несмотря на предпринимаемые усилия по разработке и внедрению экономически эффективного глобального определения RNP, маловероятно, что в ближайшем будущем будет обеспечено согласование концепции и требований в этой области. Эта обеспокоенность основана на том, что большинство систем RNAV зависят от наземной инфраструктуры, которая, в свою очередь, зависит от местоположения, что в различных условиях УВД имеется вероятность видоизменения требуемых функциональных возможностей, связанных с аналогичными типами RNP, и что по соображениям экономической эффективности или в связи с постепенным развитием систем RNAV/FMS будет использоваться разнообразная авионика. Участники совещания признали сложность этих вопросов и разделили высказанную обеспокоенность.

6.2.4.2 В этой связи одно государство проинформировало совещание о том, что в настоящее время оно внедряет основанные на эксплуатационных характеристиках процедуры RNAV и осуществляет реструктуризацию воздушного пространства с целью использования потенциальных навигационных возможностей воздушных судов для выполнения полетов по более точным и предсказуемым траекториям полета в своем воздушном пространстве. Основанная на эксплуатационных характеристиках RNAV обеспечит повышенные уровни точности навигации и прогнозируемости траекторий полетов, что приведет к повышению эффективности и пропускной способности. Это государство также внедряет схемы захода на посадку на основе требуемых навигационных характеристик (RNP) и разрабатывает стратегию внедрения RNP на других этапах полета. Учитывая вышеизложенное, была также высказана обеспокоенность относительно положения дел, касающихся концепций RNP и RNAV.

6.2.4.3 Участников совещания проинформировали о том, что 10 июня 2003 года в ходе рассмотрения доклада 4-го совещания Группы экспертов по глобальной навигационной спутниковой системе (GNSSP/4) Аэронавигационная комиссия согласилась с содержащимся в рекомендации 1/1 совещания GNSSP/4 предложением о необходимости предпринятия действий по созданию координирующего органа для решения поставленных вопросов. Было отмечено, что в ходе рассмотрения этого вопроса была подчеркнута необходимость срочного решения этих проблем, с тем чтобы обеспечить согласованный подход к будущей разработке RNP и RNAV. Соответственно, была создана новая аэронавигационная исследовательская группа, получившая название Исследовательской группы по требуемым навигационным характеристикам (RNPSG). Ряд государств и международных организаций, принимающих участие в работе совещания, приняли на себя обязательство оказывать поддержку работе RNPSG.

6.2.4.4 Поддерживая вышеупомянутые действия, участники совещания также отметили, что поставщики аэронавигационного обслуживания осуществляют капиталовложения в свою навигационную инфраструктуру в связи с внедрением ими новых схем полетов на основе RNAV и RNP. По мере разработки и расширения использования таких схем государства изменяют нормы эшелонирования с целью учета более совершенных навигационных возможностей воздушных судов, а также осуществляют реорганизацию воздушного пространства для более эффективного применения этих новых схем. Сроки внедрения новых требований следует координировать с целью их увязки с инвестициями в инфраструктуру и предоставления эксплуатантам достаточного времени для установки оборудования с необходимыми возможностями. В этой связи участники совещания подчеркнули настоятельную необходимость в глобальном согласовании концепций и требований, касающихся основанной на эксплуатационных характеристиках навигации, и ведущую роль ИКАО в этой деятельности по гармонизации. Было высказано предложение о том, что к концу 2004 года следует разработать основу для решения вопросов, поставленных совещанием GNSSP/4, и других вопросов, касающихся внедрения навигации, основанной на

эксплуатационных характеристиках. К концу 2005 года следует определить или обновить, при необходимости, критерии утверждения производства полетов, критерии пролета препятствий и критерии эшелонирования применительно к производству полетов с использованием навигации, основанной на эксплуатационных характеристиках. Соответственно, совещание разработало следующую рекомендацию:

Рекомендация 6/5. Своевременное решение вопросов, связанных с внедрением полетов на основе RNAV и RNP

Рекомендуется, чтобы ИКАО в срочном порядке рассмотрела и решила вопросы, связанные с внедрением полетов на основе RNP и RNAV.

6.2.5 Усовершенствованные возможности GNSS и новые альтернативные технологии

6.2.5.1 Участникам совещания была представлена информация о ходе первоначального внедрения GNSS в одном государстве. Было подчеркнуто, что основным стимулом к внедрению спутниковых навигационных служб является то, что новые службы могут решить проблемы воздушного пространства и расширить возможности использования схем полетов по приборам. С учетом того, что основные аэропорты в этом государстве расположены в горной местности, определен ряд характерных элементов GNSS, способствующих улучшению условий работы с точки зрения повышения степени доступности и гибкости при выполнении полетов в районе аэродромов и расширения зоны действия RNAV. Соответственно, совещанию было представлено предложение о том, что ИКАО необходимо уделить особое внимание обновлению и разработке SARPS и процедур, предусматривающих реализацию обеспечиваемых GNSS эксплуатационных преимуществ и преимуществ в области безопасности полетов, включая преимущества, связанные с использованием расширенных возможностей системы.

6.2.5.2 Участников совещания предупредили о том, что текущее состояние разработки технических стандартов ИКАО по-прежнему не позволяет обеспечить эти возможности в ближайшее время. В частности, участников совещания проинформировали о том, что разработку соответствующих требований к характеристикам GNSS для обеспечения таких возможностей, которая в настоящее время осуществляется Группой экспертов по навигационным системам (NSP), предполагается завершить в 2007 году. Таким образом, разработку соответствующих SARPS для GNSS можно будет завершить лишь после 2007 года с последующей разработкой процедур и критериев. Была также высказана обеспокоенность о том, что некоторые предложенные дополнительные разработки могут повлечь за собой существенные косвенные издержки для сообщества пользователей. Однако совещание отметило, что не все предлагаемые разработки обязательно носят сложный технический характер и что в некоторых государствах уже проводится изучение предлагаемых возможностей. Поэтому совещание разработало следующие рекомендации:

Рекомендация 6/6. Разработка процедур усовершенствованной системы GNSS

Рекомендуется, чтобы ИКАО разработала процедуры для воздушных судов с неподвижным крылом и винтокрылых воздушных судов, обеспечивающие возможность использования основанных на GNSS схем RNAV для уменьшения минимумов в районах с большим количеством препятствий.

Рекомендация 6/7. Схемы полетов RNAV по криволинейным траекториям с использованием GBAS

Рекомендуется, чтобы ИКАО разработала процедуры GBAS для воздушных судов с неподвижным крылом, обеспечивающие возможность использования схем RNAV с высокой точностью выдерживания линий пути и скорости при полетах по криволинейным траекториям, позволяющих устанавливать гибкую очередность захода на посадку.

6.2.5.3 В связи с проведенной дискуссией внимание участников совещания было обращено на то, что многие воздушные суда в мире располагают инерциальными возможностями, и на те преимущества, которые могут быть получены в результате совместного использования GNSS/INS. Участникам совещания напомнили о том, что в ходе обсуждения вопроса об уязвимости GNSS эти виды применения были признаны ценным средством снижения уязвимости. Было также отмечено, что многие воздушные суда используют инерциальные данные в дополнение к характеристикам ILS при выполнении точных заходов на посадку и посадок; аналогичным образом интеграция GNSS с INS может улучшить навигационные характеристики с точки зрения точности, целостности, готовности и непрерывности.

6.2.5.4 Вместе с тем участники совещания отметили, что полномасштабную реализацию преимуществ, обеспечиваемых интеграцией GNSS/INS, сдерживает недостаточная стандартизация возможностей и характеристик систем, таких, как длительность пассивных режимов, что представляет собой существенный фактор оценки риска и стратегий уменьшения уязвимости. Поэтому совещание разработало следующую рекомендацию:

Рекомендация 6/8. Интеграция GNSS/INS

Рекомендуется, чтобы ИКАО разработала положения, касающиеся интеграции GNSS/INS с целью уменьшить степень уязвимости GNSS к воздействию радиочастотных помех (RFI), и оказала содействие разработке усовершенствованных возможностей GNSS.

6.2.5.5 Участники совещания рассмотрели результаты оценки возможности выполнения заходов на посадку и посадок по категории II/III и операций на поверхности аэродрома на основе GNSS. Было отмечено, что существующие Стандарты и Рекомендуемая практика (SARPS) для GBAS обеспечивают возможность функционального дополнения основных созвездий спутников систем GLONASS и GPS и выполнения точных заходов на посадку по категории I. Основные созвездия спутников будут дополнены спутниками системы "Галилео", а ее локальный компонент

будет стандартизирован в результате внесения поправки в SARPS, касающиеся GBAS, на более позднем этапе. Было также отмечено, что цель разработки GBAS, способствующей выполнению операций по категории II/III, заключается в обеспечении возможности трансформации основной архитектуры категории I в категорию III с внесением минимальных изменений в основную систему и обеспечение обратной совместимости с существующей авионикой категории I.

6.2.5.6 Участники совещания также проинформировали о проводимых в настоящее время в государствах исследованиях, связанных с усовершенствованной системой управления наземным движением и контроля за ним (A-SMGCS), и о деятельности, осуществляемой Группой экспертов по навигационным системам, в рамках которой основное внимание уделяется применению GNSS в качестве датчика определения местоположения для системы A-SMGCS.

6.2.5.7 Результаты оценки свидетельствуют о том, что возможности категории II/III будут обеспечены в период с 2010 по 2015 годы в зависимости от архитектуры GBAS и требований к характеристикам. Окончательные результаты осуществляемой в настоящее время разработки требований к характеристикам и стандартам также окажут влияние на степень сложности будущей архитектуры GBAS, обеспечивающей заходы на посадку и посадки по категории II/III, и на то, когда она будет в целом готова. Выражая обеспокоенность относительно возможной сложности будущей архитектуры GBAS, участники совещания в то же время поддержали вывод о том, что выгоды, обеспечиваемые наличием одной системы, которая может обеспечивать наведение на всех этапах полета, оправдывают продолжение работ по решению соответствующих технических и эксплуатационных вопросов.

6.2.6 Предэксплуатационный опыт

6.2.6.1 Участники совещания получили информацию от ряда государств и региональных организаций, касающуюся испытаний, проводимых в Карибском, Южноамериканском и Африканском регионах на региональном и национальном уровнях с целью сбора данных для определения архитектур GNSS в этих регионах. Участникам совещания была представлена информация о трехэтапной стратегии внедрения GNSS в регионе AFI и первоначальных результатах испытаний, проводимых с использованием испытательного стенда EGNOS. Совещанию была также представлена информация об испытаниях с использованием WAAS и испытательных стендов EGNOS в государствах регионов CAR/SAM.

6.2.6.2 Участники совещания рассмотрели информацию об извлеченных уроках и предложениях, вытекающих из накопленного опыта. Эта информация касается широкого круга вопросов, включая людские ресурсы, возможности региональной подготовки персонала, необходимость интеграции проектов технического сотрудничества и финансовые аспекты. Участников совещания проинформировали о деятельности ИКАО и групп, рассматривающих эти вопросы. Совещание также с признательностью отметило поддержку государств, участвующих в разработке WAAS и EGNOS, которую они оказывают в рамках испытаний с использованием испытательного стенда SBAS. В целях стимулирования продолжения этой деятельности совещание разработало следующую рекомендацию:

Рекомендация 6/9. Поддержка предэксплуатационной деятельности по внедрению SBAS и участие в ней

Рекомендуется, чтобы:

- a) государства, которые разрабатывают и внедряют спутниковые системы функционального дополнения, и другие поставщики обслуживания SBAS продолжали оказывать поддержку и участвовать в деятельности, направленной на расширение зоны обслуживания своих SBAS на соседние государства и регионы; и
- b) государства, участвующие в деятельности по внедрению SBAS, осуществляли координацию с другими заинтересованными государствами в целях оптимизации усилий и упрощения участия поставщиков обслуживания.

6.2.7 ДРУГИЕ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ВОПРОСЫ

6.2.7.1 В отношении правовых и организационных аспектов GNSS, о которых говорится в рабочих документах 143, 153 и 160, участники совещания согласились с тем, что ни масштабы совещания, ни его повестка дня не позволяют надлежащим образом обсудить эти вопросы. Поэтому совещание при содействии Президента Совета д-ра А. Котайта и директора Юридического управления согласилось принять к сведению информацию и мнения, изложенные в вышеупомянутых справочных документах, и с тем, что их следует передать Совету ИКАО для рассмотрения и принятия необходимых, по мнению этого органа ИКАО, действий.

6.2.7.2 В отношении предложения о необходимости предоставления надежного бесплатного обслуживания GNSS, о котором говорится в рабочем документе 107, участников совещания проинформировали о том, что Секретариат при содействии Группы экспертов по экономическим аспектам аэронавигационного обслуживания (ANSEP) проводит исследование, касающееся распределения расходов на GNSS, завершить которое планируется к концу 2004 года. Совещание приняло к сведению ряд принципов и допущений, одобренных Группой экспертов ANSEP, которые будут применяться при распределении расходов между гражданской авиацией и другими пользователями, в частности информацию о том, что базовое обслуживание GNSS должно предоставляться бесплатно и что любое распределение расходов на обслуживание GNSS должно осуществляться на региональном уровне. Участники совещания пришли к выводу о том, что Группе экспертов ANSEP следует обратить внимание на необходимость предоставления надежного обслуживания GNSS без прямых сборов с пользователей и рассмотреть этот вопрос в рамках ее будущей работы.

— — — — —

ДОБАВЛЕНИЕ

ИНСТРУКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ, КАСАЮЩИЙСЯ УЯЗВИМОСТИ GNSS И МЕТОДОВ ЕЕ СНИЖЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАЗЕМНЫХ, БОРТОВЫХ И ПРОЦЕДУРНЫХ СРЕДСТВ

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 В настоящее время во всем мире идет постепенное внедрение GNSS, которая способна удовлетворять требованиям к характеристикам для всех этапов полета, а также оказывать благоприятное воздействие на безопасность и эффективность полетов за счет совершенствования навигации. Поскольку выполнение полетов на основе использования GNSS получает все более широкое распространение, важное значение имеет вопрос определения поставщиками обслуживания уязвимости этой системы и разработки соответствующих методов ее снижения. В настоящем документе рассматриваются вопросы уязвимости GNSS, а также соответствующие методы ее снижения, которые могут по необходимости применяться. При разработке этого документа были учтены несколько других исследований в области уязвимости, а также рассмотрены поднятые в них проблемы и сформулированные рекомендации. Большинство рассмотренных вопросов, связанных с уязвимостью, являются общими по отношению к другим навигационным системам, обеспечивающим авиационное радионавигационное обслуживание, однако эти системы в настоящем документе не рассматриваются.

2. УЯЗВИМОСТЬ СИГНАЛА GNSS

2.1 Помехи

2.1.1 Сигналы основных спутниковых созвездий GNSS и спутниковой системы функционального наполнения (SBAS) являются уязвимыми, поскольку их уровень на приемной стороне является относительно низким в связи с тем, что источники сигналов GNSS находятся на спутниках и каждый спутниковый сигнал охватывает значительную часть земной поверхности. В то время как радиовещательной передаче данных в диапазоне очень высоких частот (ОВЧ), ведущейся наземной системой функционального дополнения (GBAS), значительно труднее создать помеху (мощность сигнала этой системы аналогична мощности сигнала наземных аэронавигационных средств), обслуживание GBAS находится в зависимости от основных спутниковых сигналов. Влияние мешающих сигналов ограничено линией прямой видимости. Например, на высоте 600 м (2000 фут) выше уровня земли влияние наземного источника помех ограничивается по существу расстоянием, составляющим приблизительно 110 км (60 миль).

2.1.2 Стандарты и Рекомендуемая практика (SARPS) GNSS требуют оговоренного уровня характеристик в условиях наличия помех, определяемого помеховой маской в приемнике. Эти уровни помех, как правило, согласуются с положениями регламентов Международного союза электросвязи (МСЭ). Помеха, уровень которой превышает значение маски, может привести к потере обслуживания, однако не допускается, чтобы такая помеха приводила в результате к появлению опасной или ошибочной информации.

2.1.3 *Непреднамеренная помеха.* Большинство случаев воздействия помех на GNSS связано с бортовыми системами, и в результате накопленного в ходе установки GNSS опыта

определено несколько источников непреднамеренных помех (например, паразитные излучения или гармоники оборудования ОВЧ-связи, а также внеполосные и паразитные излучения оборудования спутниковой связи). Портативные электронные устройства также могут вызвать помеху GNSS и другим навигационным системам.

2.1.3.1 Наземные источники помех в настоящее время включают в себя средства подвижной и фиксированной ОВЧ-связи, прямые радиолинии, работающие в полосе частот GNSS, гармонические составляющие излучения телевизионных станций, некоторые радиолокационные системы, системы подвижной спутниковой связи и системы военного назначения. Вероятность появления таких помех зависит от правил государства в области использования спектра и распределения частот, а также обеспечения соблюдения установленных правил в каждом государстве или регионе.

2.1.4 *Преднамеренная помеха.* В связи с низкой мощностью сигналов GNSS существует возможность их подавления маломощными передатчиками. В то время как не были зарегистрированы случаи создания преднамеренных помех для гражданских воздушных судов, такая возможность должна учитываться и оцениваться как угроза.

2.2 Уводящие помехи

2.2.1 Постановка уводящих помех представляет собой преднамеренное искажение навигационных сигналов с целью вызвать отклонение воздушного судна от курса и направить его по ложной траектории. Постановка уводящих помех применительно к излучаемым со спутников GNSS сигналам в технологическом плане является гораздо более сложным делом, чем постановка уводящих помех для обычных наземных навигационных средств. Постановка уводящих помех сигналам радиовещательных передач данных GBAS является таким же трудным делом, как постановка уводящих помех для обычных средств посадки.

2.2.2 В то время как постановка уводящих помех теоретически может привести к уходу от истинного пути какого-либо конкретного воздушного судна, существует высокая вероятность того, что такие случаи можно выявить посредством использования обычных процедур (например, посредством контроля траектории полета и расстояния до точек пути или посредством радиолокационного наблюдения). Наземные системы предупреждения об опасном сближении с землей (GPWS) и бортовые системы предупреждения столкновений (БСПС) представляют собой дополнительные средства защиты от столкновений с землей и с другими воздушными судами. С учетом трудности постановки уводящих помех системе GNSS и того факта, что какие-либо однозначно определенные эксплуатационные методы снижения уязвимости для этих помех не считаются необходимыми, уводящие помехи в настоящем документе далее более не рассматриваются.

2.3 Атмосферные эффекты

2.3.1 Интенсивные осадки вызывают затухание спутниковых сигналов GNSS только на доли децибел, что не оказывает влияние на эксплуатацию системы. Тропосферные влияния учитываются при разработке системы, и поэтому они не относятся к вопросу уязвимости. Имеется два ионосферных явления, которые необходимо учитывать: быстрые и значительные изменения состояния ионосферы и сцинтилляция. Изменения состояния ионосферы приводят к ошибкам в определения дальности, которые необходимо учитывать при разработке системы. Сцинтилляция может привести к временной потере сигналов GNSS от одного или нескольких спутников.

2.4 Прочие факторы уязвимости

2.4.1 Кроме того, необходимо рассмотреть вопрос уязвимости наземного и космического сегментов GNSS. Существует опасность возникновения ситуаций, характеризующихся недостаточным числом спутников в данном созвездии в связи с отсутствием ресурсов, необходимых для поддержания данного созвездия, срывом (срывами) запуска или отказами спутников. Отказ сегмента управления или ошибка человека могут потенциально привести к отказу нескольких спутников в созвездии.

2.4.2 Другая опасность связана с прерыванием или ухудшением качества обслуживания в чрезвычайном положении, когда каждое государство, согласно Чикагской конвенции о международной гражданской авиации (см. статью 89), располагает свободой действий. Если непредоставление сигнала ограничивается конкретным районом, будет иметь место глушение всех гражданских сигналов GNSS, однако затронутое воздушное пространство будет закрыто для полетов гражданских воздушных судов независимо от наличия сигнала. Другой менее вероятной ситуацией может являться ухудшение качества или отказ в предоставлении сигналов основного спутника или спутниковой системы функционального дополнения во всей зоне действия.

3. ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ПЕРЕРЫВОВ В РАБОТЕ GNSS

3.1 Имеется два принципиальных аспекта, которые необходимо учитывать при оценке возникающей в ходе эксплуатации опасности, связанной с уязвимостью GNSS:

- a) вероятность перерывов в работе GNSS,
- b) последствия перерывов в работе GNSS.

3.2 Посредством рассмотрения этих аспектов как функциональных показателей воздушного пространства поставщики аэронавигационного обслуживания могут определить необходимость использования методов снижения уязвимости и, если такая необходимость существует, на каком уровне. Решение проблемы уязвимости необходимо на случай появления перерывов в работе, характеризующихся вероятностью серьезных последствий – от умеренной до высокой.

3.3 Оценка вероятности перерыва в работе GNSS

Помеха

3.3.1 *Непреднамеренная помеха.* Наилучшим образом оценить эту опасность можно на основе опыта эксплуатации. Вероятность непреднамеренной помехи часто зависит от географических условий. Крупные города со значительным числом источников радиочастотных (РЧ) помех, промышленных районов и т. д. в большей степени подвержены непреднамеренным помехам, чем удаленные районы. Появление таких помех в отдаленных районах очень маловероятно.

3.3.2 *Преднамеренная помеха.* При определении вероятности проявления преднамеренной помехи системе GNSS каждому государству необходимо рассмотреть лежащие в основе этого побудительные мотивы. Побудительные мотивы могут быть обусловлены ущербом,

который может быть причинен какому-либо данному району, или воздействием, которое отрицательно скажется на работе системы в отношении обеспечения авиационных и неавиационных видов применения. В случае, если степень воздействия минимальна, потенциальная угроза является незначительной, поскольку побудительные мотивы для постановки помех отсутствуют. Степень потенциального отрицательного воздействия может возрасти по мере увеличения видов применения, основанных на использовании GNSS, и возрастания зависимости от этой системы.

Атмосферные эффекты (ионосфера)

3.3.3 Быстрые и значительные изменения в ионосфере часто наблюдаются вблизи геомагнитного экватора, однако их влияние недостаточно велико для того, чтобы отрицательно сказаться на выполнении полетов, начиная от полетов по маршруту и заканчивая неточными заходами на посадку. Для заходов на посадку с вертикальным наведением (APV) и точных заходов на посадку (PA) влияние этих изменений можно оценить и в ходе проектирования систем функционального дополнения предусмотреть соответствующие меры смягчения последствий такого влияния. В экваториальных районах выполнение таких полетов, как APV и PA при использовании одной частоты GNSS, может носить ограниченный характер.

3.3.4 Ионосферные сцинтилляции имеют маловажное значение в средних широтах. В экваториальных районах и в меньшей степени в высоких широтах, сцинтилляции могут привести к временной потере сигнала от одного или нескольких спутников. Опыт эксплуатации в экваториальных районах показал, что вероятность потери нынешнего обслуживания, предоставляемого GNSS, является незначительной вследствие относительно большого числа наблюдаемых спутников. Сцинтилляции могут привести к прерыванию приема радиовещательных сигналов SBAS, использующих спутники, расположенные на геостационарной (GEO) орбите.

3.4 Оценка влияния перерывов в обслуживании, предоставляемого GNSS

3.4.1 Влияние перерывов в предоставляемом GNSS обслуживании на навигационное обслуживание зависит от следующих факторов:

- a) тип воздушного пространства: выбор времени предпринятия корректирующих действий является более критичным для районов аэродромов, чем для воздушного пространства, в котором осуществляются полеты воздушных судов на маршрутах на больших высотах, а при полете по маршруту – для воздушного пространства, в котором действуют более жесткие минимумы эшелонирования;
- b) плотность воздушного движения: в районах с высокой плотностью воздушного движения использование радиолокационного наведения или применение пилотами соответствующих процедур может оказаться практически нецелесообразным вследствие рабочей нагрузки;
- c) уровень обслуживания: для пролета через зону, где отсутствует обслуживание GNSS, все, что потребуется пилотам воздушных судов, выполняющих полеты, к которым предъявляются менее строгие требования, – это вести счисление пути;

- d) наличие и состав оборудования других навигационных систем: воздушные суда, которые могут осуществлять навигацию с помощью других средств, не будут подвержены влиянию перерывов в работе GNSS;
- e) радиолокационное наблюдение: при наличии первичного или вторичного радиолокатора органы УВД смогут оказывать более значительную помощь в целях обеспечения эшелонирования и направления воздушных судов в альтернативные аэропорты;
- f) масштабы воздействия, обусловленного перерывом в обслуживании, которое предоставляется GNSS: размер географической зоны, затронутой перерывом в обслуживании и продолжительность этого перерыва;
- g) оценка перерыва в обслуживании: способность поставщика аэронавигационного обслуживания быстро оценить масштабы воздействия перерыва в обслуживании; и
- h) метеорологические условия: в то время как при оценке влияния перерыва в обслуживании целесообразно допустить наличие приборных метеорологических условий (ПМУ), географический размер зоны действия (ПМУ) и метеорологические параметры в любом анализе должны носить реалистический характер.

3.4.2 Влияние перерывов в обслуживании, предоставляемого GNSS, на другие службы также подлежит рассмотрению. GNSS часто используется в системах связи и радиолокации как источник точных сигналов синхронизации. Кроме того, GNSS может использоваться для службы автоматического зависимого наблюдения (ADS). Уязвимость такого элемента, как синхронизация, может рассматриваться при проектировании системы, а виды применения ADS выходят за рамки настоящего документа.

4. СНИЖЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕРЫВОВ В ОБСЛУЖИВАНИИ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМОГО GNSS

4.1 Установка и эксплуатация оборудования

4.1.1 Появление помех на воздушных судах может быть предотвращено посредством надлежащей установки оборудования GNSS, его интеграции с другими системами воздушного судна (например, экранирование, разнесение антенн, отфильтровывание внеполосных сигналов), а также путем наложения ограничений на использование на борту воздушных судов портативных электронных устройств.

4.2 Распределение спектра

4.2.1 *Распределение спектра.* Эффективное распределение спектра является основным средством снижения уязвимости для непреднамеренных помех, излучаемых источниками искусственного происхождения. Опыт эксплуатации показал, что угроза непреднамеренных помех может фактически быть устранена посредством применения методов эффективного распределения спектра. Имеются три следующих аспекта эффективного распределения спектра:

- a) разработка правил/законов, которые регламентируют использование спектра;
- b) обеспечение соблюдения этих правил/законов;
- c) бдительность при оценке новых источников РЧ (новых систем) в целях гарантии того, что они не будут оказывать влияние на работу GNSS.

4.2.2 *Определение местонахождения источника помехи и прекращения его работы.* Способность определить местонахождение источника помехи и незамедлительно прекратить излучение помехи в системе GNSS является одним из имеющих критическое значение элементов. Основной метод обнаружения источника помехи заключается в передаче пилотами соответствующих донесений. Поскольку в случае первого появления помехи отказ в обслуживании может одновременно сказаться на многих воздушных судах, автоматизированный способ передачи донесений о перерыве в обслуживании (например, передача сообщений по линии автоматической передачи данных) сократит рабочую нагрузку и облегчит определение размера зоны, затронутой данным перерывом в обслуживании, и местонахождение источника помехи. Система обнаружения помех может быть реализована как на борту воздушных судов, так и на земле.

4.3 Новые сигналы и созвездия

4.3.1 Использование новых сигналов и основных созвездий спутников позволит значительно снизить уязвимость GNSS. Применение более сильных сигналов и различных частот, запланированных для систем GPS, ГЛОНАСС и "Галилео", значительно снизит риск, связанный с влиянием непреднамеренной помехи, поскольку в высшей степени маловероятно, что источник такой помехи одновременно затронет несколько частот. Дополнительные спутники (включая несколько созвездий спутников) устранят риск полной потери предоставляемого GNSS обслуживания вследствие сцинтилляционного эффекта, а использование нескольких частот ослабит влияние, вызванное изменением состояния ионосферы. Будущие геостационарные спутники ослабят влияние ионосферы на SBAS за счет того, что линии их радиовидимости будут разделены по крайней мере на 45° . Применение более надежных сигналов и новых частот GNSS затруднит создание непреднамеренных помех всем видам обслуживания GNSS. Дополнительные основные созвездия спутников снизят опасность отказа системы, эксплуатационных ошибок или прекращения обслуживания. Кроме того, они могут продолжать предоставлять обслуживание в глобальном масштабе в маловероятной ситуации, когда поставщик одного элемента GNSS изменяет или прекращает обслуживание по причине чрезвычайного положения в государстве.

4.3.2 Надежное управление системой и ее финансирование являются элементами, имеющими важнейшее значение для бесперебойного обслуживания, предоставляемого GNSS, и они снижают уязвимость системы, о чем говорилось в п. 2.4, за исключением случаев возможного глобального прерывания обслуживания вследствие чрезвычайного положения. Эффективный метод исключения глобального прерывания обслуживания заключается в том, чтобы поставщики обслуживания приняли концепцию непредоставления обслуживания в конкретных районах, когда это диктуется национальными чрезвычайными обстоятельствами.

5. УМЕНЬШЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕРЫВОВ В ОБСЛУЖИВАНИИ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМОГО GNSS

5.1 Введение

5.1.1 В настоящее время для уменьшения влияния перерывов предоставляемого GNSS обслуживания на производство полетов воздушных судов используются три основных метода:

- a) использование инерциальных навигационных систем и соответствующих технических решений в приемниках GNSS;
- b) использование процедурных методов (пилотом и органом УВД); и
- c) использование наземных радионавигационных средств, применяемых в качестве резерва для GNSS или совместно с ней.

5.1.2 Приняв действенную концепцию, в рамках которой используется один или несколько методов, указанных в настоящем разделе, поставщик обслуживания сможет не только гарантировать безопасность полетов воздушных судов в случае перерыва предоставляемого в обслуживании GNSS, но и воспрепятствовать попыткам поставки преднамеренных помех посредством уменьшения последствий таких попыток.

5.2 Инерциальная навигационная система и технические решения в приемнике

5.2.1 Инерциальная навигационная система (INS) обеспечивает возможность осуществления зональной навигации в течение короткого промежутка времени после потери сигнала GNSS или другого сигнала обновления информации о местоположении. Многие авиатранспортные воздушные суда уже оснащены инерциальными системами, и они стали более доступными эксплуатантам небольших воздушных судов местных воздушных линий как с точки зрения цены, так и с точки зрения возможности их приобретения. В связи с этим при оценке необходимости в наземных средствах следует учитывать возможность использования INS.

5.2.2 Кроме того, имеется ряд технических решений, повышающих надежность приемников GNSS с целью уменьшить влияние помех. Методы повышения устойчивости к преднамеренным помехам включают в себя применение усовершенствованных антенн (например, антенн с возможностью формирования провалов в диаграмме направленности), а также использование соответствующих способов обработки сигналов в приемнике. Поскольку расходы, сопряженные с использованием этих методов, имеют тенденцию к снижению, они могут стать более доступными альтернативами применению инерциальных навигационных систем для небольших воздушных судов.

5.3 Процедурные методы

5.3.1 В том случае, если в воздушном пространстве, где отсутствует радиолокационное наблюдение, в ходе перерыва обслуживания GNSS нельзя воспользоваться другими навигационными системами, воздушное судно может перейти на полет по счислению пути, поскольку большинство новых бортовых навигационных систем предусматривают реализацию возможности автоматического счисления пути. По возможности, пилоты могут перейти к

визуальной навигации и выйти из района, затронутого отказом в обслуживании, или приземлиться в подходящем аэропорту. В случае потери предоставляемого GNSS обслуживания органы УВД могут оценить возможность потери бокового эшелонирования и там, где то возможно, использовать вместо этого вертикальное эшелонирование.

5.3.2 Аналогичные процедуры можно использовать в воздушном пространстве, где обеспечивается радиолокационное наблюдение, что дает органам УВД дополнительные возможности направлять воздушные суда через район, затронутый перерывом в обслуживании, в зависимости от рабочей нагрузки органов УВД и числа затронутых этим перерывом воздушных судов. Во многих случаях выполнение захода на посадку уже осуществляется с помощью радиолокационного наведения воздушных судов в целях их выхода на траекторию точного захода на посадку.

5.3.3 В неконтролируемом с помощью радиолокационных станций воздушном пространстве в целях поддержания эшелонирования и реализации попыток определения протяженности зоны перерывов в обслуживании пилоты могут вести связь между собой по каналу связи "воздух – воздух".

5.3.4 Успешное использование процедурных средств в целях обеспечения эшелонирования и отклонения от курса в целях обхода затронутого перерывом района зависит от всех факторов, упомянутых в п. 3.4. Наиболее важным соображением является уровень, до которого воздушное судно должно оснащаться другими средствами навигации, такими, как средства инерциальной навигации.

5.3.5 В процедурах работы пилотов и диспетчеров управления воздушным движением, а также при их обучении следует учитывать уязвимость GNSS и отразить методы эффективных ответных действий в случае возникновения помех и введения альтернативных процедур, а также передачи донесений о наличии помехи и зоне ее действия.

5.4 Наземные радионавигационные средства

5.4.1 В настоящее время одним из наиболее эффективных средств, сводящих к минимуму воздействие на воздушное судно перерывов в обслуживании предоставляемого GNSS, является возврат к использованию наземных навигационных систем. Поскольку по мере завершения перехода к использованию GNSS масштабы инфраструктуры наземных средств будут сокращаться, основной упор будет делаться на использование других методов смягчения последствий перерыва в обслуживании предоставляемого GNSS. По мере того как будут преобладать полеты, основанные на использовании GNSS, а воздушное пространство вместе с соответствующими процедурами все больше будет ориентироваться на обеспечение зональной навигации (RNAV), будет происходить эволюция эксплуатационных возможностей наземной инфраструктуры. В целях обеспечения зональной навигации для полетов по маршруту и в районе аэродромов воздушных судов, оснащенных системами управления полетом, которые задействуют несколько станций DME, может использоваться инфраструктура DME. Аналогичная возможность может быть реализована для заходов на посадку в условиях использования RNAV в случае достаточной зоны действия станции DME.

5.4.2 В тех случаях, когда обратный переход к наземным навигационным средствам не обеспечивает реализацию возможности RNAV, необходимо рассмотреть вопросы, связанные с рабочей нагрузкой и переходом к использованию альтернативных маршрутов и процедур. Однако

после внедрения полетов по этим альтернативным маршрутам полеты могут осуществляться в случае непрекращения помехи столько, сколько это необходимо.

5.4.3 Если установлено, что необходимо альтернативное обслуживание, обеспечивающее точные заходы на посадку, можно воспользоваться системой посадки по приборам (ILS) или микроволновой системой посадки (MLS). Это, по всей вероятности, влечет за собой сохранение минимального числа таких систем в аэропорту или в рассматриваемом районе.

6. ВЫВОДЫ

6.1 *Непреднамеренная помеха.* Вероятность и эксплуатационные последствия таких помех варьируются в зависимости условий. Непреднамеренная помеха не считается значительной угрозой при условии, что государство обеспечивает надлежащий контроль и защиту электромагнитного спектра как в условиях нынешнего, так и нового распределения частот. Кроме того, введение сигналов GNSS, передаваемых на новых частотах, будет гарантировать, что непреднамеренные помехи не приведут к полной потере обслуживания GNSS.

6.2 *Преднамеренная помеха.* Степень опасности, которую представляют собой преднамеренные помехи, зависит от характера проблем, решаемых государствами. Если государства сочтут, что степень опасности в конкретных районах является неприемлемой, то безопасность и эффективность полетов в этих районах могут поддерживаться посредством принятия действенной концепции сведения к минимуму последствий воздействия такой помехи, в основе которой лежит сочетание соответствующих методов, применяемых на борту (например, использование INS), процедурных методов, а также наземных навигационных средств.

6.3 *Ионосфера.* Сцинтилляции могут привести к потере спутниковых сигналов GNSS в экваториальных и авроральных районах, однако маловероятно, что они приведут к полной потере обслуживания предоставляемого GNSS, и проблема уязвимости в данном случае будет решаться с помощью использования дополнительных новых сигналов и спутников GNSS. Изменения состояния ионосферы могут ограничить обслуживание, предоставляемое SBAS и GBAS в экваториальном районе при использовании одной частоты GNSS, в связи с чем такие изменения необходимо учитывать при проектировании систем функционального дополнения.

6.4 *Прочие факторы уязвимости.* Независимо управляемые созвездия спутников, надлежащее финансирование и создание надежных систем в значительной степени смягчают последствия системного отказа, эксплуатационных ошибок и прекращения обслуживания.

6.5 Государствам следует оценить уязвимость GNSS для своего воздушного пространства и выбрать соответствующие методы решения этой проблемы в зависимости от рассматриваемого воздушного пространства и видов обеспечиваемых полетов. Эти методы уменьшения уязвимости могут гарантировать безопасное выполнение полетов при переходе к использованию GNSS и предоставить государствам возможность избежать поставки новых наземных навигационных средств, сократить число таких средств, находящихся в настоящее время на эксплуатации, и прекратить их работу в некоторых районах.

ДОПОЛНЕНИЕ

ПРИМЕР ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ GNSS

Принципы оценки влияния и вероятности перерывов в обслуживании предоставляемого GNSS представлены в разделе 3 этого документа. В настоящем добавлении представлены два примера возможного применения данной методики к нынешнему производству полетов на основе использования GNSS. В этих примерах не учитываются будущие сигналы или созвездия спутников GNSS.

1. **Перегруженное воздушное пространство: средние широты.** Приводимый ниже пример применяется к выполняемым ныне полетам с использованием GNSS в воздушном пространстве с высокой плотностью воздушного движения в регионе средних широт с эффективным распределением спектра.

1.1 *Непреднамеренная помеха.* С непреднамеренной помехой сталкиваются в Северной Африке и Европе. За последние несколько лет в Северной Африке было зарегистрировано семь подтвержденных случаев помех системе GPS. Основываясь на опыте эксплуатации, можно сделать вывод, что вероятность появления непреднамеренной помехи является маловероятной, однако ею не следует пренебрегать.

1.2 *Преднамеренная помеха.* В настоящее время отсутствуют какие-либо серьезные побудительные мотивы для создания преднамеренных помех GNSS. Ни одного случая преднамеренных помех в гражданской среде пока не отмечалось. Вероятность появления такой помехи в нынешних условиях производства полетов является незначительной. Угроза возникновения преднамеренной помехи может меняться с течением времени, по мере того как все большее количество полетов будет выполняться с использованием GNSS.

1.3 Влияние помехи заключается в том, что в результате ее воздействия предоставляемое GNSS обслуживание прерывается в пределах линии прямой видимости источника помехи. Большинство эксплуатантов в этих регионах оснащают свои воздушные суда инерциальными навигационными системами и/или FMS с возможностью обеспечения RNAV на основе использования DME/DME. Средства DME предоставляются в большей части воздушного пространства. В то время как некоторые воздушные суда не оснащены оборудованием, обеспечивающим возможности независимой RNAV, безопасность полетов этих воздушных судов может поддерживаться и полеты могут по-прежнему выполняться, но, возможно, с меньшей эффективностью. Следовательно, непреднамеренная и преднамеренная помехи оказывают умеренное влияние.

1.4 *Уводящие помехи.* Уводящие помехи не создают какие-либо значительные угрозы, и их влияние будет носить умеренный характер.

1.5 *Ионосферные эффекты.* В средних широтах ионосферные сцинтилляции, которые приводят к потере функции определения местоположения GNSS, никогда не проявлялись, поэтому вероятность такого события является незначительной. Ввиду краткосрочной продолжительности такого события, а также с учетом наличия наземных навигационных средств и высокого уровня

оснащения воздушных судов соответствующим оборудованием, способным использовать эти средства, такие эффекты не приведут к каким-либо эксплуатационным последствиям.

1.6 *Краткое изложение.* В таблице 1 в краткой форме приводятся сведения о вероятности и эксплуатационных последствиях выявленных факторов уязвимости. В таблице представлены данные о вероятности события в увязке с масштабом эксплуатационных последствий. Государствам следует принимать меры, направленные на снижение любого фактора уязвимости, характеризующегося незначительной вероятностью и серьезными эксплуатационными последствиями или достаточной вероятностью и какими-либо последствиями. Кроме того, следует учитывать факторы уязвимости, которым свойственна незначительная вероятность и умеренные последствия.

2. **Удаленные районы: экваториальный пояс.** Приводимый ниже пример применяется к нынешним условиям производства полетов на основе GNSS в удаленном воздушном пространстве с низкой плотностью воздушного движения, находящемся в экваториальном районе с эффективным распределением спектра.

2.1 *Непреднамеренная помеха.* Удаленные районы характеризуются меньшей вероятностью появления большей части источников непреднамеренных помех. При эффективном распределении спектра вероятность помех в этих районах может оказаться ничтожно малой. Вследствие отсутствия радиолокационного обслуживания масштабы последствий перерывов в обслуживании могут варьироваться от умеренных до серьезных.

2.2 *Преднамеренная помеха.* Случаи появления преднамеренной помехи не наблюдались и какие-либо значительные побудительные мотивы для создания преднамеренной помехи GNSS в районах с низкой плотностью воздушного движения и удаленных районах отсутствуют. Применительно к нынешним условиям производства полетов вероятность такой помехи считается ничтожно малой. Угроза преднамеренной помехи может изменяться с течением времени, по мере того как все большее число полетов будет выполняться на основе использования GNSS. Преднамеренная помеха вызывает те же последствия, что и непреднамеренная помеха.

2.3 *Уводящая помеха.* Уводящие помехи не представляют собой какой-либо значительной угрозы и их влияние будет носить умеренный характер.

2.4 *Ионосферные эффекты.* В экваториальных районах существует вероятность появления ионосферных сцинтилляций, которые оказывают влияние на характеристики GNSS. Эксплуатационные последствия носят умеренный характер, поскольку в данном случае имеет место ухудшение характеристик, а не полная потеря навигационных возможностей. Условия, приводящие к полной потере функции определения местоположения, действуют в течение короткого периода времени, и при малой плотности воздушного движения по-прежнему будет обеспечиваться безопасность полетов.

2.5 *Краткое изложение.* В таблице 2 в краткой форме приводятся сведения о вероятности и эксплуатационных последствиях выявленных факторов уязвимости. Наиболее важный вопрос заключается в возможности появления ионосферных сцинтилляций. Государствам следует принять меры, направленные на уменьшение последствий такого влияния. Это можно достигнуть посредством:

- a) применения эксплуатационных процедур, которые обеспечивают непрерывное выполнение полетов в ходе кратковременных перерывов в обслуживании предоставляемого GNSS и
- b) продолжения исследований вопросов продолжительности и вероятности появления сильных сцинтилляций.

Таблица 1. Перегруженное воздушное пространство: средние широты

		Эксплуатационные последствия		
		Отсутствуют	Умеренные	Серьезные
Вероятность	Ничтожно малая	Ионосферные эффекты	Преднамеренная помеха; уводящая помеха;	
	Незначительная		Непреднамеренная помеха	
	Достаточная			

Таблица 2. Удаленные районы: экваториальный пояс

		Эксплуатационные последствия		
		Отсутствуют	Умеренные	Серьезные
Вероятность	Ничтожно малая		Непреднамеренная и преднамеренная помехи; уводящая помеха;	
	Незначительная			
	Достаточная		Ионосферные эффекты	

3. В тех случаях, когда анализ указывает на отсутствие критических проблем, связанных с уязвимостью, внедрение мер организации спектра по-прежнему имеет важное значение для уменьшения, насколько это возможно, количества перебоев обслуживания.