

ОДИННАДЦАТАЯ АЭРОНАВИГАЦИОННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Монреаль, 22 сентября – 3 октября 2003 года

Пункт 6 повестки дня. Вопросы аэронавигации

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАХОДОВ НА ПОСАДКУ И ПОСАДОК ПО КАТЕГОРИЯМ II/III, А ТАКЖЕ НАЗЕМНЫХ АЭРОДРОМНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ GNSS

(Представлено Секретариатом)

АННОТАЦИЯ

Настоящий документ содержит результаты выполненной Группой экспертов по глобальной навигационной спутниковой системе (GNSSP) оценки проводимой работы по созданию GNSS, способной обеспечивать заходы на посадку и посадки по категориям II/III, а также наземные операции на аэродроме. Данный документ, который был подготовлен по поручению Аэронавигационной комиссии (АНК) ИКАО, освещает проблемы, связанные с возможностью обеспечения всепогодных полетов, используя наземную систему функционального дополнения (GBAS) GNSS. В документе также делаются попытки спрогнозировать сроки возможного внедрения GNSS, способной обеспечивать операции по категориям II/III и наземные операции. Признавая потенциальные преимущества обеспечения на основе GNSS упомянутых операций, в документе подтверждается, что ИКАО должна продолжить выполнение дальнейших работ в данной области.

Действия Конференции приведены в п. 5.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Пользователи и поставщики обслуживания могут исключить некоторые расходы и получить преимущества за счет использования одной системы, которая может предоставить наведение на всех этапах полета. В частности, применительно к операциям в условиях низкой видимости такие преимущества включают возможное снижение затрат на инфраструктуру и расходов эксплуатантов, использование новых процедур, гибких требований к местам размещения, а также обеспечение наведения на поверхности аэропорта.

1.2 Наземная система функционального дополнения (GBAS) представляет собой функционально дополняющую GNSS систему, которая стандартизируется в целях обеспечения всех

категорий точных заходов на посадку и посадок. В ряде государств осуществляются разработка и закупка оборудования GBAS, предназначенного для обеспечения заходов на посадку и посадок по категории I. В некоторых государствах продолжается проведение научно-исследовательских работ, направленных на модернизацию этих систем, с тем чтобы они обеспечивали выполнение полетов по категориям II и III, а также наземные операции.

1.3 Уровень характеристик, получаемый за счет использования GBAS, зависит от архитектуры, выбранной для обеспечения полетов. Например, более высокая точность и/или надежность могут быть получены за счет использования как на земле, так и на борту воздушного судна двух частот. Такой вариант архитектуры непосредственно оказывает влияние на реализацию графика внедрения и риск в технической области, присущий данной архитектуре.

2. ТОЧНЫЙ ЗАХОД НА ПОСАДКУ И ПОСАДКА

2.1 Общие положения

2.1.1 В нынешних Стандартах и Рекомендуемой практике (SARPS) на GBAS предусматриваются функциональное дополнение основных созвездий спутников ГЛОНАСС и GPS, а также обеспечение захода на посадку по категории I. Эти основные созвездия спутников будут дополнены системой "Галилео", представляющей собой локальный компонент, стандартизация которого будет осуществляться посредством введения в более поздние сроки поправки к SARPS на GBAS. В будущем в стандартах могут быть учтены дополнительные источники измерения дальности, такие, как наземные средства измерения дальности.

2.1.2 Цель разработки GBAS, предназначенной для обеспечения полетов по категориям II/III, состоит в том, чтобы предусмотреть эволюцию базовой архитектуры категории I в сторону обеспечения полетов по категории III с минимальными изменениями. В этом случае необходимо обеспечивать обратную совместимость с нынешним бортовым радиоэлектронным оборудованием, используемым при заходах на посадку по категории I.

2.1.3 Другая основополагающая цель GBAS, обеспечивающей точные заходы на посадку, состоит в том, чтобы предусмотреть режим "подобно ILS". Несмотря на то что смысл данного термина может значительно варьироваться, GBAS должна проектироваться таким образом, чтобы свести к минимуму влияние на процесс внедрения воздушных судов, порядок работы летного экипажа, производство полетов, управление воздушным движением, сертификацию воздушных судов, подготовку карт, выпуск NOTAM и т. д. Независимо от того, в какой степени GBAS соответствует этой цели обеспечения транспарентности с ILS, она должна соответствовать тем же самым стандартам безопасности полетов, что и ILS.

2.2 GBAS категории I

2.2.1 Стандарты ИКАО на GBAS, способную обеспечить выполнение полетов по категории I, начали применяться 1 ноября 2001 года как часть поправки 76 к Приложению 10. В ноябре 2001 года RTCA завершила разработку стандартов минимальных эксплуатационных характеристик (MOPS) для различных конфигураций бортового оборудования (документ RTCA/DO-253A). Европейская организация по оборудованию для гражданской авиации (EUROCAE) в целях учета GBAS (ED-88) в настоящее время проводит работу по обновлению MOPS на многорежимный приемник (MMR). В начале 2003 года EUROCAE завершила первый этап подготовки MOPS для наземного оборудования (ED-114).

2.2.2 Несмотря на то что в настоящее время отсутствуют эксплуатационные утверждения, предусматривающие использование GBAS, отвечающей SARPS, в авиационном сообществе проводится значительная работа, связанная с GBAS. Некоторые государства располагают опытными образцами систем GBAS, обеспечивающих полеты по категории I, и они накапливают опыт в области использования, испытания и развертывания этих систем. По меньшей мере три изготовителя наземного оборудования в настоящее время разрабатывают системы, соответствующие SARPS. В некоторых государствах действуют программы закупки соответствующего оборудования, и по меньшей мере одно государство планирует установку нескольких систем GBAS для обеспечения точных заходов на посадку и посадки по категории I на основе использования GPS; первоначальные эксплуатационные возможности планируется реализовать в 2006 году.

2.2.3 По меньшей мере три поставщика бортового радиоэлектронного оборудования осуществляют разработку соответствующего оборудования, и по крайней мере один поставщик располагает опытным образцом MMR, соответствующего SARPS, который установлен на испытательном воздушном судне. По меньшей мере два изготовителя воздушных судов ведут работу в области интеграции оборудования в системы выпускаемых ими воздушных судов. Несколько государств проводят работу по сертификации в технической области. По меньшей мере два эксплуатанта воздушных судов располагают программой, предусматривающей интеграцию оборудования в системы воздушных судов, составляющих их парк.

2.3 GBAS категорий II/III

2.3.1 В настоящее время ведется разработка SARPS на GBAS для целей обеспечения заходов на посадку и посадок по категориям II/III. Продолжается разработка требований высокого уровня. Ожидается, что подготовка SARPS будет завершена примерно в 2008 году. Ниже излагаются ключевые вопросы, связанные с модернизацией систем, обеспечивающих полеты по категории I в целях их использования для обеспечения полетов по категории III.

Разработка требований к характеристикам

2.3.2 Требования к характеристикам сигнала GNSS в пространстве для категории I определены в п. 3.7.2.4 главы 3 тома I Приложения 10. Эти требования охватывают такие параметры, как точность, целостность (в том числе время до предупреждения и пороги срабатывания сигнализации, непрерывность и эксплуатационная готовность). Эти требования будут расширены, с тем чтобы учесть в них характеристики, необходимые для обеспечения категорий II/III.

2.3.3 EUROCAE и RTCA параллельно ведут разработку требований к категориям II/III. На предыдущих этапах работа главным образом была сконцентрирована на получении требований высокого уровня для характеристик ошибки навигационных систем с использованием указанных в Приложении 10 Стандартов на ILS и требований MOPS, подготовленных EUROCAE/RTCA.

2.3.4 Тем не менее есть признаки того, что полученные таким путем требования могут носить слишком ограничивающий характер вследствие различных характеристик ошибок ILS и GBAS. Результаты анализа, проведенного двумя изготовителями воздушных судов, показали, что качество наведения и точность, обеспечиваемые GBAS категории I, могут оказаться достаточными для выполнения посадок в автоматическом режиме воздушными судами, относящимися к транспортной категории. В результате EUROCAE, RTCA и GNSSP в настоящее время также рассматривают новые методы получения детальных требований к навигационным системам, обеспечивая при этом те же самые уровни риска нарушения целостности и непрерывности, которые оговорены для ILS. В случае доработки и апробации этих методик может потребоваться меньшее число изменений, направленных на расширение соответствующей SARPS архитектуры категории I в целях обеспечения полетов по категориям II/III. В

зависимости от окончательных требований к характеристикам, вторая защищенная гражданская частота может потребоваться для выполнения операций по категориям II/III с достаточным уровнем характеристик непрерывности обслуживания. Для обеспечения уровней точности и целостности, необходимых для операций по категории III, может потребоваться реализовать преимущества обслуживания, которые могут быть получены в результате использования спутниковой информации на двух частотах, например обеспечить более надежное устранение ионосферных погрешностей.

Целостность сигнала в пространстве

2.3.5 Определение соответствия наземной подсистемы GBAS требованиям к целостности сигнала в пространстве представляет собой серьезную проблему. К более строгим требованиям в отношении категорий II/III применяется та же самая методика, которая использовалась для разработки GBAS и определения ее соответствия требованиям к категории I. Поскольку требования в отношении риска нарушения целостности и времени до предупреждения являются более жесткими, по всей вероятности, следует ожидать изменений в конструкции. В настоящее время проводится работа по оценке возможности расширения сферы действия мониторов, разработанных для обеспечения категории I, и выявлению прочих последствий для нынешних конструкций наземных систем.

Непрерывность

2.3.6 Для ILS требование к непрерывности сигнала в пространстве, предъявляемое для обеспечения категории III, в четыре раза более жестко, чем для категории I. Некоторые эксперты считают, что такое различие, в случае, если оно будет распространяться на GBAS, будет сопровождаться серьезными проблемами, поскольку влияние геометрии созвездия спутников и характеристики отказов спутников станут более весомым фактором при обеспечении соблюдения этого гораздо более строгого требования. Нарушения непрерывности, обусловленные геометрией спутников или их отказами, могут быть сведены к минимуму посредством использования дополнительных источников измерения дальности.

2.3.7 RTCA определила, что обеспечение требуемой непрерывности для выполнения полетов по категории III сопряжено с риском, который представляет собой возможное ухудшение характеристик вследствие многолучевого распространения на земле, когда воздушное судно находится очень близко к земле/на земле и снижает скорость. Это может представлять собой значительную проблему для исследуемых в настоящее время систем, основанных на применении кодов. В настоящее время проводятся исследования вопроса перехода к использованию измерений, основанных на несущей, с тем чтобы определить, могут ли они смягчить проблему ухудшения характеристик.

2.3.8 Другая проблема, которой сопровождается выполнение полетов по категории III, связана с зоной действия радиовещательных передач данных в диапазоне ОБЧ (VDB) для воздушных судов, находящихся на ВПП. Оборудование VDB может размещаться вокруг аэропорта, с тем чтобы передавать приемникам воздушных судов годный к применению сигнал; однако принятие такого решения обуславливает необходимость рассмотрения ряда проблем.

Эксплуатационная готовность обслуживания

2.3.9 В настоящее время проводится исследование с целью определить, какие уровни эксплуатационной готовности можно обеспечить для различных вариантов архитектуры (таких, как используемое основное созвездие(я) спутников и использование для измерений одной или двух частот), а также для различных допущений в части требований к характеристикам. При выборе архитектуры и требований к характеристикам придется решать две параллельные задачи: довести эксплуатационную готовность до максимального значения и свести к минимуму сложность и расходы, поддерживая при этом, по меньшей мере, нынешний уровень безопасности полетов.

2.3.10 В том случае, если требования к операциям по категориям II/III можно будет выполнить с использованием одной частоты, вторая частота может использоваться для предоставления резервного обслуживания, когда первая частота не обеспечивается, например из-за помех. Ожидается, что в 2008 году появится система "Галилео", работающая на нескольких частотах. Предполагается также, что в 2015 году будет предоставлена вторая частота GPS, предназначенная для видов применения, связанных с безопасностью жизни людей.

2.3.11 В качестве альтернативы увеличению числа спутников в целях повышения общей эксплуатационной готовности обслуживания для архитектуры категорий II/III предлагалось использовать наземные источники измерения дальности, также известные как аэропортовые псевдолиты, или APL. В 1998 году RTCA разработала предварительные технические требования к сигналу APL, которые не претерпели изменений при последующем обновлении документа по управлению интерфейсом применительно к сигналу в пространстве (RTCA DO-246B). С этого времени некоторые государства продвинулись в разработке APL, а также создали опытные образцы оборудования и провели летные испытания.

2.3.12 Несмотря на продолжение технической доработки APL, остается обеспокоенность в отношении вопросов размещения оборудования в аэропортах, контроля целостности сигнала измерения дальности псевдолита и совместимости с бортовыми приемниками GNSS, не связанными с реализацией этой функции. Некоторые эксперты сделали оговорки в отношении продолжения разработки APL с учетом продолжающегося расширения и дополнения основных спутниковых созвездий. Например, использование нескольких основных созвездий спутников, таких, как GPS и Галилео, может устранить необходимость в использовании APL в некоторых районах. В конечном итоге необходимость в APL зависит от потребности в высокой эксплуатационной готовности систем GBAS и недостатков в области геометрии спутников в конкретных аэропортах, где должна внедряться GBAS.

Вопросы, связанные с программным обеспечением

2.3.13 Программное обеспечение, заложенное в системе GBAS, является более объемным, чем программное обеспечение, предназначенное для наземных навигационных средств, и в некоторых случаях оно обеспечивает реализацию более критических функций. Этот факт сам по себе вызывает обеспокоенность у некоторых экспертов. Разработка программного обеспечения становится более сложным процессом и по мере повышения уровня критичности требует больших затрат времени. Даже в тех случаях, когда качество наведения, реализуемое в системе, предназначенной для обеспечения полетов по категории I, позволяет решить задачу выполнения посадки по категории III, уровень программного обеспечения придется соизмерять с повышением критичности, связанной с выполнением полетов по категории III.

3. НАЗЕМНЫЕ ОПЕРАЦИИ

3.1 В 1998 году RTCA пришла к выводу, что архитектура SBAS и GBAS обладает полезными функциями, которые можно использовать для обеспечения наведения и наблюдения при выполнении наземных операций. В настоящее время в Европе, Японии и Соединенных Штатах Америки проводятся соответствующие разработки и демонстрации. Работы в этой области предусматривают, что обслуживание будет предоставляться как для воздушных судов, так и для транспортных средств аэропорта. В предоставлении этого обслуживания будут задействованы варианты архитектуры дифференциальной GNSS, помимо тех из них, которые в настоящее время учтены в SARPS. Цель проводимых в настоящее время RTCA работ заключается в том, чтобы определить, каким образом

нынешнее оборудование GBAS сможет реализовать виды применения, связанные с наземным движением, в частности предоставление информации, обеспечивающей знание наземной обстановки.

3.2 Проводимые ИКАО исследования сосредоточены на применении GNSS в качестве датчика местоположения, предназначенного для использования в усовершенствованной системе управления наземным движением и контроля за ним (A-SMGCS).

4. ВЫВОДЫ

4.1 Некоторые эксперты по GNSS считают, что к 2015 году, когда будут внедрены в эксплуатацию несколько полностью укомплектованных, использующих несколько частот базовых спутниковых систем, окажется технически возможным использовать GBAS для обеспечения операций по категориям II/III и наземных операций. Некоторые другие эксперты по GNSS полагают, что такое обслуживание может быть обеспечено уже в 2010 году, в зависимости от выбранной архитектуры GBAS и требований к характеристикам, например касающихся готовности обслуживания.

4.2 Окончательные результаты разработки требований к характеристикам и соответствующих стандартов будут во многом определять сложность будущей архитектуры GBAS, которая сможет обеспечивать заходы на посадку и посадки по категориям II/III, а также сроки ее широкого применения. Хотя конечная сложность будущей архитектуры GBAS является пока неясной, перечисленные в п. 1.1 выше потенциальные преимущества оправдывают продолжение работ по решению соответствующих технических и эксплуатационных вопросов.

4.3 В настоящее время проводятся оценки с целью определения наземных видов применения, которые может обеспечивать GBAS.

5. ДЕЙСТВИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

5.1 Конференции предлагается учесть выводы, представленные в настоящем документе, при разработке предлагаемых поправок к стратегии ИКАО, касающейся внедрения и применения не визуальных средств обеспечения заходов на посадку и посадок (дополнение В к тому I *"Радионавигационные средства"* Приложения 10 *"Авиационная электросвязь"*), а также к *Глобальному аэронавигационному плану применительно к системам CNS/ATM* (Doc 9750).