



**РАБОЧИЙ ДОКУМЕНТ**

**ДВЕНАДЦАТАЯ АЭРОНАВИГАЦИОННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

Монреаль, 19–30 ноября 2012 года

Пункт 6 повестки дня. Направление будущей работы  
6.1. Планы и методика внедрения

**ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ  
СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ (GNSS)**

(Представлено Секретариатом)

**КРАТКАЯ СПРАВКА**

В настоящем рабочем документе рассматриваются два вопроса, касающиеся внедрения глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS):

- a) сигналы GNSS уязвимы к воздействию преднамеренных и непреднамеренных источников помех и других эффектов. В настоящем документе предлагаются меры по снижению вероятности прерывания обеспечиваемого GNSS обслуживания и смягчению отрицательных последствий временной потери сигналов GNSS для производства полетов воздушных судов;
- b) новые и улучшенные основные спутниковые созвездия GNSS обладают потенциалом расширения преимуществ GNSS. В настоящем документе рассматриваются потенциальные преимущества и проблемы внедрения инфраструктуры GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий и многочастотных сигналов.

**Действия:** Конференции предлагается согласиться с рекомендациями, предлагаемыми в настоящем рабочем документе.

*Стратегические цели*

Данный рабочий документ связан со стратегическими целями "Безопасность полетов" и "Охрана окружающей среды и устойчивое развитие воздушного транспорта"

<p><i>Финансовые последствия</i></p>	<p>Преимущества внедрения глобальной спутниковой навигационной системы (GNSS) с использованием многочисленных спутниковых созвездий и многочастотных сигналов имеет большое значение для обеспечения навигации. Последствия с точки зрения расходов будут главным образом связаны с необходимостью установки нового авиационного радиоэлектронного оборудования.</p> <p>Неспособность эффективно снизить уязвимость GNSS не позволит в полной мере воспользоваться всеми преимуществами обслуживания с использованием GNSS для обеспечения безопасности и эффективности полетов. Расходы, связанные с осуществлением мер по снижению уязвимости, будут минимальными для всех заинтересованных партнеров за исключением расходов, связанных с внедрением альтернативной системы навигации, позиционирования и тайминга (APNT) (п. 2. 5. 2), так как такие расходы могут быть значительными, если потребуется внедрить новые технологии.</p>
<p><i>Справочный материал</i></p>	<p>Приложение 10 "Авиационная электросвязь", том I "Радионавигационные средства" Дос 9849, Руководство по глобальной спутниковой навигационной системе (GNSS)</p>

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Последние несколько десятилетий во всем мире идет процесс постепенного внедрения глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS). В настоящее время GNSS стала краеугольным камнем инфраструктуры связи, навигации и наблюдения (CNS) и служит базой внедрения навигации, основанной на характеристиках (PBN). В настоящем документе рассматриваются два вопроса, которые появились в процессе внедрения GNSS, а именно: характерная для сигналов GNSS уязвимость и проблемы, связанные с реализацией преимуществ, появляющихся в результате создания многочисленных спутниковых созвездий GNSS.

## 2. СНИЖЕНИЕ УЯЗВИМОСТИ GNSS

### 2.1 Исходная информация

2.1.1 Очень низкая мощность сигналов GNSS, получаемых со спутников, делает GNSS уязвимой в отношении помех и других эффектов, что может влиять на полеты многочисленных воздушных судов в обширной зоне. Однако на сегодняшний день не выявлены какие-либо уязвимости, которые ставили бы под сомнение окончательное использование GNSS в качестве глобальной системы обслуживания воздушных судов на всех этапах полета. Однако государства и поставщики аэронавигационного обслуживания (ПАНО) должны осуществлять стратегии действий по снижению вероятности прерывания обслуживания GNSS.

## 2.2 Источники уязвимостей GNSS

2.2.1 Источники уязвимостей GNSS можно классифицировать следующим образом:

- a) непреднамеренные помехи;
- b) преднамеренные помехи;
- c) воздействие ионосферы и солнечной активности (космическая погода);
- d) прочие.

2.2.2 Они кратко рассматриваются ниже. Дополнительная информация приводится в добавлении А.

2.2.3 Непреднамеренные помехи сигналам GNSS могут создаваться несколькими источниками, работающими в тех же диапазонах частот, что и GNSS или в других диапазонах. Неполный перечень таких источников включает подвижные и стационарные средства ОБЧ–связи, телевизионные сигналы, некоторые радиолокаторы, подвижные спутниковые средства связи, военные системы, линии микроволновой связи между пунктами, ретрансляторы и псевдолиты GNSS<sup>1</sup> и системы на борту воздушных судов (как авиационное радиоэлектронное оборудование, так и аппаратуру пассажиров).

2.2.4 Преднамеренные помехи сигналам GNSS ("глушение") до сих пор, как правило, создавались не для авиационных пользователей, но они могут также влиять и на авиационных пользователей. Одним из ярких примеров служит распространение устройств глушения сигналов в целях обеспечения "неприкосновенности личной жизни", применяемых для защиты от систем слежения за транспортными средствами, использование которых в ряде случаев приводило к прерыванию авиационных сигналов. Угроза преднамеренных помех может возрастать по мере все более широкого применения GNSS в авиации и в других областях.

2.2.5 Ионосфера является частью верхних слоев атмосферы, которая частично ионизируется солнечной радиацией солнца. Сигналы GNSS задерживаются в ионосфере, и длительность этого определяется плотностью ионизированных частиц, которая зависит от интенсивности солнечной активности. Следует учитывать два вида воздействия на сигналы GNSS: быстрые и масштабные изменения ионосферной задержки и сцинтилляция ионосферы (быстрые амплитудные и фазовые колебания). Изменения ионосферной задержки приводят к появлению погрешностей определения дальности, что должно учитываться при проектировании системы. Сильная сцинтилляция ионосферы может приводить к временной потере одного или нескольких спутниковых сигналов.

2.2.6 В целом космическая погода может оказывать прямое воздействие на работу GNSS. Космическая погода определяется условиями на солнце и солнечным ветром, а также состоянием магнитосферы, ионосферы и термосферы, которые могут влиять на эффективность и надежность космических и наземных технологических систем и угрожать жизни людей или здоровью членов экипажей воздушных судов и пассажиров.

---

<sup>1</sup> Ретрансляторы и псевдолиты GNSS являются системами, которые передают сигналы в целях обеспечения дополнительной зоны действия GNSS в зданиях и других местах, где трудно обеспечить беспрепятственный прием обычных сигналов GNSS.

2.2.7 Другие уязвимости GNSS связаны с программными аспектами (среди которых следующие: нехватка ресурсов на поддержание спутниковых созвездий GNSS на уровне требований, неудачные запуски или непредвиденные отказы спутников) и возможными прерываниями или ухудшением обслуживания GNSS в результате введения чрезвычайного положения в каком-либо государстве (см. статью 89 Чикагской конвенции) или в связи с проведением испытаний системы.

### 2.3 Снижение вероятности прерывания сигналов GNSS

2.3.1 В целях снижения вероятности прерывания сигналов GNSS по причинам, описанные которых приведено выше, могут приниматься различные меры.

2.3.2 Создание новых спутниковых созвездий и использование новых частот для GNSS (см. пункт 3 настоящего документа) позволит в значительной мере снизить вероятность потери обслуживания по причине непредвиденных помех, что произойдет благодаря разнообразию используемых частот и увеличению количества спутников в зоне видимости. Возможность использования двухчастотного оборудования GNSS также поможет в решении проблемы эффекта ионосферной задержки. Тем не менее еще останутся некоторые виды воздействия преднамеренных помех.

2.3.3 Основным средством снижения вероятности появления как преднамеренных, так и непреднамеренных помех, служит эффективное управление спектром. Это связано с созданием строгой нормативно-правовой базы контроля распределения и использования спектра таким образом, чтобы обеспечить защиту частот GNSS. Такая нормативная база должна обеспечить, чтобы частоты, соседние или гармонически связанные с диапазонами GNSS, не использовались системами, которые могут создавать помехи для приемников GNSS, а также строго регулировать использование ретрансляторов и псевдолитов GNSS и предусматривать установление запретов на приобретение или использование устройств, которые могут создавать преднамеренные помехи. Кроме того, для поддержки таких программ следует обеспечить возможность обнаружения источников помех.

2.3.4 Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций, несущим ответственность за решение вопросов, связанных с радиосвязью. Цель Регламентов радиосвязи МСЭ заключается, кроме всего прочего, в обеспечении эксплуатационной готовности и защите от вредных помех частот, используемых для обеспечения жизненно важных для людей услуг, и в оказании помощи по предотвращению возникновения вредных помех, а также в урегулировании связанных с этим вопросов между службами радиосвязи различных администраций.

2.3.5 Описание процедур предотвращения возникновения вредных помех и урегулирования связанных с этим проблем, приводится в статье 15 Регламента радиосвязи, в которой в частности оговаривается, что "при наличии специализированной международной организации для какой-либо определенной службы сообщения о неправильностях или нарушениях, касающиеся вредных помех, создаваемых или испытываемых станциями этой службы, могут направляться одновременно как в такую организацию, так и соответствующей администрации". Поэтому донесения о случаях возникновения вредных помех, влияющих на авиационное использование GNSS, могут направляться ИКАО, которая затем сможет предупредить МСЭ и соответствующие органы ООН о воздействии этих помех на авиацию с целью способствовать оперативному решению возникшей проблемы.

## 2.4 Оценка риска

2.4.1 Даже если можно значительно снизить вероятность прерывания сигналов GNSS, как указывалось выше, тем не менее нельзя полностью исключить вероятность такого прерывания, и поэтому ПАНО должны быть готовы к действиям в случае возможной потери сигналов GNSS. Для этого необходимо проводить оценку риска, в результате которой определяется остаточная вероятность перерывов обслуживания и последствия таких перерывов в конкретном воздушном пространстве.

2.4.2 Вероятность прерывания сигналов практически нулевая в океанических и малонаселенных районах, а самая высокая она вблизи крупных населенных пунктов. При проведении оценки риска учитывается тип воздушного пространства, уровни плотности воздушного движения и наличие самостоятельных служб наблюдения и связи. Вероятность прерывания сигналов вследствие сцинтилляции зависит от географического района и требует проведения научной оценки.

2.4.3 ПАНО должны быть готовы к действиям в тех случаях, когда в своих донесениях пилоты сообщают о наличии помех. Если в результате анализа выясняется, что помехи есть, то поставщики аэронавигационного обслуживания должны определить район, где это имеет место, выпустить соответствующий NOTAM, принять меры по смягчению отрицательных последствий, описание которых приведено ниже, а затем определить и устранить источник помех.

## 2.5 Стратегии действий по смягчению отрицательных последствий

2.5.1 Прерывание сигналов GNSS требует применения реалистичных и эффективных стратегий действий по смягчению отрицательных последствий этого, чтобы обеспечить безопасность и регулярность воздушных перевозок и с целью воспрепятствовать действиям лиц, пытающихся прервать производство полетов. Действия по смягчению отрицательных последствий включают преимущества применения инерциальных систем, наземных средств и радиолокаторов, а также процедуры управления воздушным движением (УВД) в связке с пилотом.

2.5.2 В нескольких государствах была определена необходимость применения альтернативной стратегии навигации, позиционирования и тайминга (APNT) для поддержания аэронавигационного обслуживания на максимально возможном уровне в случае прерывания сигналов GNSS. Такую стратегию следует скоординировать в глобальном масштабе (по этой причине было бы полезно, чтобы ИКАО приняла в этом участие) и, кроме того, ее реализация должна быть доступной по затратам и быть такой, чтобы ее можно было осуществить в сравнительно короткий срок. Это предполагает использование преимуществ существующих систем и дальнейшее определение реалистичного пути развития. Предполагается, что всенаправленный ОБЧ–радиомаяк (VOR), дальномерное оборудование (DME), система захода на посадку по приборам (ILS) и инерциальные системы будут ключевыми элементами, но возможно потребуются разработать новую технологию, принимая во внимание все виды применений, обеспечиваемых GNSS.

2.5.3 Процедурное смягчение отрицательных последствий может также быть эффективным, принимая во внимание характеристики воздушного пространства, оснащенность парка воздушных судов, рабочую нагрузку пилотов и диспетчеров УВД и альтернативные стандарты эшелонирования воздушных судов.

### **3. GNSS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОЧИСЛЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ СОЗВЕЗДИЙ И МНОГОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ**

#### **3.1 Исходная информация**

3.1.1 В настоящее время обслуживание на основе GNSS предоставляется большей частью одним спутниковым созвездием, а именно глобальной системой определения местоположения (GPS), которая обеспечивает обслуживание на одной частоте. Однако уже действует второе спутниковое созвездие, а именно, глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС), и развертывается еще несколько спутниковых созвездий (Galileo и BeiDou). В конечном итоге все спутниковые созвездия будут работать в многочастотных диапазонах. Предполагается, что произойдут связанные с этим изменения в области систем функционального дополнения GNSS. Дополнительная информация об ожидаемом развитии GNSS приведена в п. 1 добавления В.

3.1.2 В конечном итоге темпы перехода к GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий зависят от оснащения воздушных судов, что в свою очередь зависит от подготовки экономического обоснования для эксплуатантов воздушных судов, чтобы определить ожидаемые преимущества, а также соответствующие расходы и проблемы, которые потребуются решить.

#### **3.2 Ожидаемые преимущества**

3.2.1 Использование сигналов GNSS от многочисленных спутниковых созвездий, передаваемых в многочастотных диапазонах, позволит улучшить технические характеристики GNSS. Это позволит реализовать эксплуатационные преимущества. Среди этих преимуществ улучшение навигационных характеристик, снижение вероятности потери обслуживания и увеличение зоны обслуживания.

3.2.2 Ниже рассматриваются технические улучшения, связанные со сценарием применения GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий и многочастотных сигналов. Дополнительная информация приводится в разделе 2 добавления В.

3.2.3 Эффективность обслуживания GNSS весьма зависит от количества спутников в зоне видимости. Их количество значительно увеличивается, если используется GNSS с многочисленными спутниковыми созвездиями. Это повышает готовность и непрерывность обслуживания особенно в тех регионах, в которых ионосферная сцинтилляция может вызывать потерю захвата отдельных спутников. Кроме того, наличие более тридцати интероперабельных систем измерения дальности будет способствовать эволюции бортовых систем функционального дополнения (ABAS), которые в долгосрочной перспективе могут обеспечить выполнение во всем мире заходов на посадку с вертикальным наведением, для которого необходимо минимальное количество или вообще не потребуются внешних сигналов функционального дополнения.

3.2.4 Наличие второй частоты позволяет авиационному радиоэлектронному оборудованию вычислять ионосферную задержку в реальном масштабе времени, а это дает возможность эффективно устранять основной источник погрешности. Будущие спутниковые системы функционального дополнения (SBAS) позволят обеспечить гораздо более высокую готовность обслуживания LPV с таким низким минимумом как 200 футов высоты принятия решения. Кроме того, повысится надежность наземных систем функционального дополнения (GBAS) и готовность обслуживания по категории характеристик II/III. К тому же, как отмечалось выше в п. 2.3.2, диверсификация частот является эффективной мерой смягчения отрицательных

последствий непреднамеренных помех, так как очень маловероятно, что источник непреднамеренной помехи может одновременно воздействовать более чем на одну частоту GNSS.

3.2.5 Наличие многочисленных независимых спутниковых созвездий обеспечит резервирование, которое позволит снизить уровень риска потери обслуживания вследствие отказа главной системы основного спутникового созвездия, а это может решить затруднения некоторых государств, которые они испытывают в связи с тем, что им нужно полагаться на одно спутниковое созвездие GNSS, функционирование которого они не могут контролировать.

### 3.3 Проблемы

3.3.1 Появление GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий и многочастотных сигналов стало причиной возникновения ряда новых проблем, кроме тех, которые уже существуют в настоящее время в связи с внедрением GNSS. Примеры таких проблем следующие: необходимость обеспечения интероперабельности сигналов различных спутниковых созвездий GNSS; аспекты правовой ответственности; более сложная роль систем функционального дополнения в условиях возможного использования различных комбинаций спутниковых созвездий GNSS; а также усложнение авиационного радиоэлектронного оборудования и компоновки воздушных судов и эксплуатационного контроля (особенно в тех случаях, когда различные государства требуют или запрещают использовать различные комбинации сигналов GNSS в своих соответствующих воздушных пространствах). Более детально этот вопрос рассматривается в разделе 3 добавления В к настоящему документу.

3.3.2 В целях реализации преимуществ использования многочисленных спутниковых созвездий ИКАО, государства, ПАНУ, органы, занимающиеся стандартизацией, изготовители и эксплуатанты воздушных судов должны скоординировать свои действия для решения имеющихся проблем. Конечная цель заключается в том, чтобы создать такую организационную и правовую основу, которая обеспечит беспрепятственное использование любого элемента GNSS. Тем временем, ИКАО и авиационная отрасль должны будут определиться с прагматическими решениями имеющихся проблем, чтобы обеспечить постепенное внедрение GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий.

## 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

4.1.1 В разделе 2 настоящего документа указывается на необходимость принятия эффективных мер по снижению в максимально возможной степени вероятности прерывания сигналов GNSS и по смягчению последствий любых остаточных прерываний. Исходя из этого, Конференции предлагается согласиться со следующими рекомендациями:

### **Рекомендация 6/х. Оказание государствам помощи в снижении уязвимости глобальной спутниковой навигационной системы (GNSS)**

Конференция поручает ИКАО:

- a) продолжить проведение технической оценки известных угроз глобальной навигационной спутниковой системе, включая аспекты, связанные с космической погодой, и предоставить соответствующую информацию государствам;

- b) обобщить и опубликовать более детализированное руководство для государств с целью использования его для оценки уязвимостей глобальной навигационной спутниковой системы;
- c) в сотрудничестве с Международным союзом электросвязи и другими соответствующими органами ООН разработать официальный механизм для рассмотрения конкретных случаев появления вредных для глобальной навигационной спутниковой системы помех, о которых государства сообщили ИКАО;
- d) провести оценку необходимости и возможности использования альтернативной системы позиционирования, навигации и тайминга.

**Рекомендация 6/х. Планирование действий по снижению уязвимости глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS)**

Конференция поручает государствам:

- a) провести оценку вероятности и последствий уязвимости глобальной навигационной спутниковой системы в своем воздушном пространстве и применять, по мере необходимости, имеющиеся и хорошо зарекомендовавшие себя методы снижения уязвимости;
- b) обеспечить эффективное управление спектром и защиту частот глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) в целях снижения вероятности появления непреднамеренных помех или ухудшения обслуживания GNSS;
- c) сообщать ИКАО о случаях появления вредных для глобальной навигационной спутниковой системы помех, что может влиять на полеты международной гражданской авиации;
- d) разработать и ввести в действие четкую нормативно-правовую базу, регулирующую использование ретрансляторов, псевдолитов, генераторов вводящих помех и передатчиков преднамеренных помех;
- e) обеспечить реализацию в полном объеме преимуществ бортовых технических средств смягчения отрицательных последствий помех, в частности инерциальных навигационных систем;
- f) в тех случаях, когда определено, что в качестве части стратегии смягчения отрицательных последствий помех необходимо использовать наземные средства, то приоритет следует отдавать сохранению дальномерного оборудования (DME) для поддержки инерциальной навигационной системы (INS)/DME или зональной навигации DME/DME и системе захода на посадку по приборам на отдельных ВПП.

4.1.2 В разделе 3 настоящего документа поясняются значительные потенциальные преимущества, создаваемые в настоящее время GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий и многочастотных сигналов. Кроме того, ясно указывается, что для реализации этих преимуществ необходимо решить ряд проблем. Исходя из этого, Конференции предлагается согласиться со следующими рекомендациями:



**Рекомендация 6/х. Программа работы ИКАО по поддержке эволюции глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS)**

Конференция поручает ИКАО осуществить программу работы в целях рассмотрения следующих аспектов:

- a) техническая интероперабельность спутниковых созвездий глобальной навигационной спутниковой системы и систем функционального дополнения;
- b) технические и эксплуатационные решения вопросов, касающихся организационных и правовых аспектов;
- c) определение эксплуатационных преимуществ, чтобы поставщики аэронавигационного обслуживания и эксплуатанты воздушных судов могли провести количественную оценку этих преимуществ в своих конкретных эксплуатационных условиях;
- d) дальнейшая разработка Стандартов и Рекомендуемой практики и инструктивного материала по элементам глобальной навигационной спутниковой системы и стимулирование разработки отраслевых стандартов для авиационного радиоэлектронного оборудования.

**Рекомендация 6/х. Использование многочисленных спутниковых созвездий**

Конференция рекомендует, чтобы государства при формулировании своих стратегических планов в области аэронавигации и перед началом выполнения новых видов операций:

- a) учитывали преимущество повышения надежности и готовности, что стало возможным благодаря существованию многочисленных спутниковых созвездий глобальной навигационной спутниковой системы;
- b) опубликовывали информацию с перечислением элементов глобальной навигационной спутниковой системы, которые утверждены для использования в их воздушном пространстве;
- c) принимали подход, основанный на характеристиках эффективности, в отношении использования спутниковых созвездий глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS), учитывая при этом, в частности, трудности, возникающие в результате наложения ограничений или приказаний использовать конкретные элементы GNSS.

-----

## ДОБАВЛЕНИЕ А

### ИСТОЧНИКИ УЯЗВИМОСТИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ (GNSS)

#### 1. НЕПРЕДНАМЕРЕННЫЕ ПОМЕХИ

1.1 Системы GNSS, стандартизированные ИКАО или рассматриваемые ею для стандартизации в будущем, функционируют или планируется, что будут функционировать в диапазонах частот 1559 – 1610 МГц (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou и SBAS); 108 – 117,975 МГц (GBAS); и 1164 – 1215 МГц (GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou).

1.2 Приемники GNSS в этих диапазонах должны отвечать установленным требованиям к характеристикам в отношении уровней помех, определенных ИКАО в Приложении 10 "Авиационная электросвязь" и используемых в соответствующих рекомендациях Международного союза электросвязи (МСЭ). Помехи выше определенных уровней могут вызывать ухудшение или потерю обслуживания, однако согласно стандартам авиационного радиоэлектронного оборудования требуется, чтобы такие помехи не приводили к появлению опасной дезориентирующей информации.

1.3 Существует ряд источников непреднамеренных помех для GNSS, создаваемых излучателями, как в ее частотном диапазоне, так и за его пределами, среди которых подвижные и фиксированные средства связи, гармоника телевизионных станций, некоторые радиолокаторы, подвижные спутниковые средства ОБЧ–связи и военные системы. Особую озабоченность вызывает использование полосы частот 1559 – 1610 МГц в микроволновых линиях связи между двумя пунктами, которые разрешены в ряде государств. Использование таких линий связи должно быть прекращено не позднее 2015 года.

1.4 Другими источниками возможных непреднамеренных помех могут быть ретрансляторы и псевдолиты GNSS (системы, которые передают сигналы для обеспечения дополнительного действия GNSS в зданиях и других местах, где невозможно без затруднений принимать нормальные сигналы GNSS) и авиационное испытательное оборудование, действующее как генератор сигнала GNSS. Когда такое оборудование функционирует не в соответствии с установленными условиями, оно может создавать помехи для авиационного радиоэлектронного оборудования GNSS и наземного оборудования CNS. В некоторых случаях эти системы могут быть причиной того, что в определенном диапазоне приемники GNSS будут вычислять ошибочные местоположения. Это нетрудно обнаружить, так как в результате происходят внезапные и легко заметные перемещения местоположения.

1.5 Установлено, что во многих случаях, о которых поступали донесения, появление помех для GNSS было связано с бортовыми системами и, как свидетельствует накопленный опыт, есть несколько источников таких помех, включая оборудование средств ОБЧ–связи и спутниковой связи, а также портативные электронные устройства. Появление таких помех можно предотвратить путем надлежащей установки авиационного радиоэлектронного оборудования GNSS (например, экранирование, разнос антенн и внеполосная фильтрация) и интеграции с другими системами воздушного судна, а также путем введения ограничений на использование портативных электронных устройств.

1.6 Государства могут в значительной мере снизить угрозу непреднамеренных помех, организовав с этой целью эффективное управление спектром, о чем уже упоминалось в тексте настоящего документа.

1.7 В существующих основных спутниковых созвездиях GNSS используется один диапазон частот (1559 – 1610 МГц). Планируемая передача сигналов GNSS на дополнительных частотах в диапазоне 1164 – 1215 МГц позволит эффективно устранить вероятность того, что непреднамеренные помехи вызовут полную потерю обслуживания GNSS. Однако даже улучшенное обслуживание благодаря использованию многочисленных частот может ухудшиться в результате появления таких помех.

1.8 Дополнительные сигналы в диапазоне 1164 – 1215 МГц будут передаваться в радиовещательном режиме основными спутниками второго поколения в той же самой полосе частот, которая используется дальномерным оборудованием (DME) и системой УВЧ ближней радионавигации (TACAN). Согласно правилам МСЭ требуется, чтобы DME/TACAN были защищены от помех. В результате исследований совместимости на основе существующей инфраструктуры DME/TACAN был сделан вывод, что воздействие радиочастотных помех на обработку новых сигналов GNSS вполне допустимо. В результате этих исследований был также сделан вывод, что высокая плотность средств DME/TACAN, работающих в новом диапазоне GNSS или рядом с ним, может привести к появлению помех для сигналов GNSS на больших высотах. Государствам следует проводить свою оценку с целью определить, совместимо ли увеличение инфраструктуры DME/TACAN с расширенным использованием GNSS или перераспределять присвоенные DME частоты подальше от частот GNSS.

## 2. ПРЕДНАМЕРЕННЫЕ ПОМЕХИ И СОЗДАНИЕ УВОДЯЩИХ ПОМЕХ

2.1 В настоящее время практически все обычные навигационные средства продолжают эксплуатироваться и на всех воздушных судах есть оборудование, позволяющее использовать их. Поэтому нет особой мотивации в преднамеренном создании помех обслуживанию авиации с помощью GNSS. Однако по мере расширения использования GNSS, угроза создания преднамеренных помех ("глушение") может возрасти.

2.2 GNSS используется во многих областях: финансы, обеспечение безопасности и отслеживание, перевозки, сельское хозяйство, средства связи, цифровое прогнозирование погоды, научные исследования и т. д. В ходе проведения анализов угрозы преднамеренных помех должны рассматриваться все применения технологии GNSS, а также вероятность того, что глушение сигналов, направленное против неавиационных пользователей, может также воздействовать на полеты воздушных судов. Следует также учитывать, какие меры смягчения отрицательных последствий уже приняты неавиационными службами. Особую озабоченность вызывает появление и распространение генераторов помех в целях обеспечения неприкосновенности личной жизни, которые своим действием препятствуют работе системы слежения за транспортными средствами.

2.3 Государства должны оценивать риск появления преднамеренных помех в своем воздушном пространстве и решать связанные с этим вопросы. Если государства считают, что уровень такого риска в некоторых конкретных районах неприемлем, то, как уже отмечалось в тексте настоящего документа, они могут принять стратегию действий по смягчению отрицательных последствий таких помех.

2.4 Уводящие помехи появляются в результате передачи в радиовещательном режиме сигналов, подобных сигналам GNSS, с той целью, чтобы бортовое электронное оборудование GNSS ошибочно вычисляло местоположение и обеспечивало ложное наведение. Создание уводящих помех для GNSS менее вероятно, чем создание таких помех для традиционных средств, так как технически это гораздо более сложно. Чтобы избежать немедленного обнаружения, создание таких уводящих помех требует непрерывного поступления точной информации о местоположении воздушного судна. Очень трудно подстраивать сигнал уводящей помехи к динамике приемника цели и поддержание достаточной мощности сигнала позволяет приемнику оставаться заблокированным в отношении сигнала уводящей помехи. Если электронное оборудование остается заблокированным в отношении сигналов уводящей помехи, то есть несколько способов, как можно их обнаружить, а именно: с помощью интегрированного авиационного радиоэлектронного оборудования можно определить расхождение между местоположениями, определенными с помощью GNSS и INS или DME-DME; пилоты могут заметить отклонение путем обычного контроля показаний приборов и индикаторов; и в условиях радиолокационного контроля служба УВД может заметить отклонение, и если воздушное судно действительно отклонилось от траектории полета, то система предупреждения о близости земли (GPWS) и бортовая система предупреждения столкновений (БСПС) обеспечат защиту воздушного судна от столкновения с землей и другими воздушными судами.

2.5 Создать уводящие помехи для передаваемых в радиовещательном режиме данных GBAS также трудно, как и для обычных посадочных средств. В целях дополнительной защиты GBAS разработана схема аутентификации, которая делает создание уводящих помех практически невозможным.

### 3. ВОЗДЕЙСТВИЕ СОСТОЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

3.1 Ионосфера является частью верхних слоев атмосферы, которая частично ионизируется солнечной радиацией. Сигналы GNSS задерживаются в ионосфере, и длительность этого определяется плотностью ионизированных частиц, которая зависит от интенсивности солнечной радиации и других всплесков солнечной энергии. Должны учитываться два ионосферных явления: быстрое и масштабное изменение ионосферной задержки и сцинтилляция (быстрые амплитудные и фазовые колебания). Изменения ионосферной задержки приводят к появлению погрешностей определения дальности, что должно учитываться при проектировании системы. Сильная сцинтилляция может приводить к временной потере одного или нескольких спутниковых сигналов.

3.2 Воздействие ионосферных бурь на полеты по маршруту до начала выполнения неточных заходов на посадку незначительное.

3.3 Сильная сцинтилляция может прерывать поступление сигналов со спутников, но обычно это не затрагивает обширные зоны ионосферы одновременно, так как происходит это в отдельных районах. Поэтому обычно это затрагивает только небольшое количество спутников, находящихся в зоне видимости пользователя. Потери сигналов по причине сцинтилляции обычно кратковременны, но могут повторяться в течение нескольких часов. Такие потери могут вызывать ухудшение обслуживания GNSS или даже временную потерю его. Одним из средств смягчения последствий этого заключается в способности приемника быстро начать получать вновь сигнал спутника после происшедшей сцинтилляции. Сцинтилляция воздействует на все частоты GNSS, поэтому многочастотные приемники не смогут обеспечить более эффективную защиту. Другое средство смягчения ее последствий заключается в использовании многочисленных спутниковых

созвездий. Если приемник способен отслеживать большее количество спутников, то вероятность прерывания обслуживания значительно снижается, так как большее количество спутников не подвергнется воздействию.

3.4 В регионе средних широт сцинтилляция практически не происходит, за исключением случаев, когда она может произойти на уровнях от низкого до умеренного во время редких сильных ионосферных бурь. В экваториальных регионах сильная сцинтилляция довольно обычное явление, и чаще всего это имеет место после захода солнца и до наступления полуночи в этих регионах. Умеренная сцинтилляция часто происходит в регионе высоких широт и может быть очень сильной во время ионосферных бурь.

3.5 Ионосферную задержку можно компенсировать, используя двухчастотную GNSS. Так как эти эффекты зависят от частоты, то использование двойной частоты позволяет приемникам GNSS обнаруживать и вычислять такие ионосферные задержки.

3.6 SBAS способна обнаружить эффекты ионосферных бурь, которые могут угрожать целостности радиопередачи корректирующих поправок, а также может обеспечить, чтобы операции LPV не выполнялись в тех случаях и там, где передачи об ионосферных корректирующих поправках возможно в недостаточной мере компенсируют воздействие этих эффектов. Такой способ смягчения последствий весьма эффективен, так как ионосферные бури, которые настолько сильны, что угрожают валидности корректирующих поправок SBAS, происходят довольно редко (предполагается, что в регионе средних широт они сказываются в течение приблизительно 1 % времени обслуживания LPV).

3.7 Если в регионе средних широт ионосферные бури довольно редко вызывают прерывание обслуживания SBAS LPV, то в экваториальных регионах такие прерывания происходят гораздо чаще вследствие формирования широких полос аккумулярованных ионизированных частиц, располагающихся приблизительно 15 градусов к северу и югу от магнитного экватора. Суженные, растянутые объемы, называемые истощение (или пузыри), в которых плотность ионизированных частиц может падать и быть гораздо ниже, чем в окружающей ионосфере, часто формируются посередине этих полос сразу после захода солнца в этих регионах и сохраняются там до поздней ночи. Сочетание этих явлений приводит к масштабным пространственным и временным колебаниям ионосферной задержки и поэтому является основной проблемой для целостности ионосферных корректирующих поправок SBAS. Соответственно в экваториальных регионах с высоким уровнем готовности нецелесообразно обеспечивать обслуживание SBAS LPV на одной частоте.

3.8 GBAS передает корректирующие поправки псевдодальности, учитывающие все источники погрешностей, а также информацию о целостности, что эффективно даже в тех случаях, когда происходит сильное возмущение ионосферы в регионе. Однако обслуживание GBAS может быть потеряно, если сильная сцинтилляция приводит к тому, что авиационное радиоэлектронное оборудование или станция GBAS теряет захват довольно большого количества спутниковых сигналов. Условия состояния ионосферы не влияют на радиовещательные передачи самой GBAS. Однако модель ионосферной угрозы, используемая мониторами целостности GBAS, должна соответствовать местным условиям, в результате чего готовность обслуживания может быть ниже, а в экваториальных регионах будет больше ограничений в привязке к координатам, чем в регионах средних широт. Двухчастотные системы GBAS могут компенсировать эффекты ионосферной задержки, так как обеспечивают улучшенные характеристики функционирования с небольшим количеством ограничений.

3.9 В целом космическая погода может оказывать прямое воздействие на работу GNSS. Космическая погода определяется условиями на солнце и солнечным ветром, а также состоянием магнитосферы, ионосферы и термосферы, которые могут влиять на эффективность и надежность космических и наземных технологических систем и угрожать жизни людей или здоровью членов экипажей воздушных судов и пассажиров. Возмущения в короне солнца<sup>2</sup> могут вызывать всплески солнечного радиоизлучения, а это может приводить к повышению уровня радиопомех в частотном диапазоне (диапазонах) GNSS, что влияет на прием сигналов со всех спутников, находящихся в зоне видимости на освещенной стороне Земли. В некоторых редких случаях интенсивность и частотный диапазон всплеска солнечного радиоизлучения могут привести к тому, что приемники GNSS временно перестанут отслеживать сигналы всех спутников, находящихся в зоне видимости. Накопленный опыт свидетельствует о том, что такие явления могут длиться около часа, в течение которого геодезические приемники GNSS перестают отслеживать сигналы всех спутников, находящихся в зоне видимости на пару минут. Однако уязвимость приемников к таким явлениям в огромной степени зависит от их устройства. Устройство авиационных приемников GNSS отличается от устройства геодезического приемника, и до сих пор не было случаев значительного воздействия таких явлений на работу авиационных приемников.

#### 4. ДРУГИЕ УЯЗВИМОСТИ

4.1 Программные аспекты, среди которых недостаток ресурсов, неудачные запуски или непредвиденные отказы спутников, могут привести к тому, что не будет такого количества спутников, которое необходимо для обеспечения конкретного обслуживания с использованием GNSS. Сбои в сегменте управления или ошибки человека могут также потенциально приводить к прерыванию обслуживания и синфазным ошибкам на нескольких спутниках одного созвездия. Для обеспечения основными спутниковыми созвездиями надежного обслуживания необходимо иметь хорошо отлаженную систему управления и финансирования.

4.2 Государства должны предвидеть возможность прерывания или ухудшения работы обычных навигационных средств в случае возникновения чрезвычайного положения в государстве (см. статью 89 Чикагской конвенции). Государства также должны иметь планы действий в случае возникновения международного конфликта или если другое государство начнет подавлять сигналы GNSS таким образом, чтобы прервать такое обслуживание за пределами его границ. Аспекты безопасности GNSS уже рассматриваются в некоторых государствах, и это может привести к появлению новых процедур по защите безопасности и эффективности авиационной навигации.

4.3 В некоторых государствах военные полномочные органы проводят испытания функциональных возможностей своего оборудования и систем, время от времени передавая сигналы преднамеренной помехи, что ведет к прекращению обслуживания в каком-либо конкретном районе. Такая деятельность, как правило, координируется с государственными органами, занимающимися спектром, и ПАНО. Военные и другие полномочные органы, применяющие устройства создания преднамеренных помех должны координировать свои действия с ПАНО, чтобы они могли определить в каком воздушном пространстве это будет происходить и сообщить об этом эксплуатантам воздушных судов, а также разработать любые необходимые процедуры.

---

<sup>2</sup> В результате этих возмущений, известных как корональные выбросы массы (СМЕ), в космическое пространство выбрасываются гигантские объемы солнечного вещества и электромагнитной радиации, которые могут перемещаться в направлении Земли со скоростью несколько тыс. км в сек.

4.4 За безопасность наземных навигационных средств, обеспечивающих авиационную навигацию, несут ответственность соответствующие полномочные органы государства. Зона действия GNSS охватывает территорию многих государств и поэтому вопрос ее безопасности следует решать на региональном или глобальном уровнях. Очень важно обеспечить защиту элементов GNSS, используемых в гражданской авиации, от терроризма и враждебных актов.

-----

## ДОБАВЛЕНИЕ В

### ОЖИДАЕМАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ (GNSS). ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ

#### 1. ОЖИДАЕМАЯ ЭВОЛЮЦИЯ GNSS В СЛЕДУЮЩИЕ 15 – 20 ЛЕТ

##### 1.1 Основные спутниковые созвездия

1.1.1 В течение следующих нескольких лет Соединенные Штаты Америки и Российская Федерация планируют ввести в действие дополнительные функции GPS и ГЛОНАСС. В планах GPS предусматривается реализация к 2020 году в полном объеме возможности использования двух частот L1-L5, основываясь на улучшенной структуре сигнала в диапазоне L5. В долгосрочной перспективе рассматривается также возможность использования модернизированного сигнала в диапазоне L1. ГЛОНАСС планирует предоставлять двухчастотное обслуживание в диапазонах L1 и L3 и к 2020 году постепенно перейти к использованию в полном объеме возможностей спутникового созвездия. В планах на долгосрочную перспективу предусматривается модернизация сигнала, используя совместимую схему модуляции сигналов в диапазонах L1 и L3, что позволит дополнительно улучшить интероперабельность с другими глобальными системами.

1.1.2 Европейская система Galileo будет предоставлять двухчастотное обслуживание в диапазонах частот E1 и E5 и использовать такую структуру сигнала, которая позволит повысить точность и надежность. Система будет развертываться постепенно, и первоначальное предоставление обслуживания начнется в 2015 году, а полностью спутниковое созвездие будет развернуто к 2020 году. Китайская система BeiDou планирует предоставлять двухчастотное обслуживание в региональном и глобальном масштабах в диапазонах B1 и B2 и первоначальное предоставление такого обслуживания началось в 2011 году, а полностью это спутниковое созвездие будет развернуто к 2020 году.

##### 1.2 Функциональные дополнения

###### 1.2.1 Бортовая система функционального дополнения (ABAS)

1.2.1.1 Наличие большого количества сигналов измерения удаления на двух частотах от многочисленных спутниковых созвездий позволяет улучшить рабочие характеристики путем применения концепции автономного контроля целостности в приемнике (RAIM). Это позволит предоставлять улучшенное обслуживание в глобальном масштабе и меньше полагаться на внешние функциональные дополнения (SBAS и GBAS). Интеграция усовершенствованной RAIM с инерциальными системами позволит дополнительно улучшить обслуживание за счет снижения чувствительности к краткосрочным помехам и ионосферным возмущениям.

###### 1.2.2 Спутниковая система функционального дополнения (SBAS)

1.2.2.1 На первом этапе эволюции SBAS будет расширены зоны обслуживания существующих систем. Ожидается, что это произойдет в следующие несколько лет, и обслуживание LPV будет обеспечиваться несколькими SBAS. Вторым основным этапом эволюции будет связан с реализацией преимуществ использования двухчастотных сигналов. На этом этапе



может также начаться использование сигналов многочисленных спутниковых созвездий, хотя это может быть сделано и на третьем этапе. Ожидается, что это произойдет после 2020 года, когда достаточное количество основных спутниковых созвездий будут обеспечивать двухчастотное обслуживание.

### 1.2.3 Наземная система функционального дополнения (GBAS)

1.2.3.1 Стандарты ИКАО по обслуживанию GBAS по категориям П/Ш на одной частоте в настоящее время проходят эксплуатационную валидацию. Дальнейшая эволюция GBAS будет включать использование второй частоты и более чем одного спутникового созвездия. Двухчастотная GBAS категории П/Ш с использованием многочисленных спутниковых созвездий, возможно, появится в период 2020-2025 годов.

## 2. ПРЕИМУЩЕСТВА

### 2.1 Введение

2.1.1 Использование сигналов многочисленных спутниковых созвездий, передаваемых в радиовещательном режиме на многочисленных частотах, улучшит технические характеристики GNSS. Это позволит реализовать эксплуатационные преимущества. Эти преимущества включают повышение эффективности функционирования, снижение вероятности потери обслуживания и расширение зоны обслуживания. Использование многочисленных спутниковых созвездий позволит решить сомнения некоторых государств в отношении того, можно ли полагаться на одно спутниковое созвездие GNSS, которое они не могут оперативно контролировать. Переход к GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий может ускорить процесс сокращения числа обычных средств.

2.1.2 На данном этапе разработки многочастотной технологии с использованием многочисленных спутниковых созвездий можно только определить качественные эксплуатационные преимущества. Однако по мере дальнейшей разработки этой системы государства, ПАНО и эксплуатанты воздушных судов смогут провести количественную оценку таких преимуществ.

2.1.3 В следующих ниже разделах приводится описание ключевых характеристик GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий и многочастотных сигналов, а также объясняются ожидаемые улучшения технических характеристик и указывается, каким образом эти улучшения могут обеспечить эксплуатационные преимущества.

### 2.2 Наличие дополнительных средств измерения дальности

2.2.1 Эффективность работы GNSS особенно чувствительна к количеству спутников, находящихся в зоне видимости. Многочисленные интероперабельные спутниковые созвездия будут обеспечивать дополнительные средства измерения дальности, что в значительной мере улучшит готовность и непрерывность обслуживания, а это повысит эксплуатационную надежность системы и позволит использовать передовые применения в области навигации и наблюдения.

2.2.2 В экваториальных регионах и в меньшей степени в полярных регионах ионосферная сцинтилляция может вызывать потерю захвата отдельных спутниковых сигналов, что

может привести к потере обслуживания. В любой момент времени сцинтилляция может воздействовать на отдельные участки неба. При наличии большего количества спутников в зоне видимости менее вероятно, что сцинтилляция приведет к потере обслуживания.

2.2.3 Наличие более тридцати интероперабельных средств GNSS измерения дальности поддержит эволюцию ABAS (например, усовершенствованный RAIM), которая сможет обеспечить такие передовые применения, как выполнение в долгосрочной перспективе во всем мире заходов на посадку с вертикальным наведением с использованием для этого минимального количества сигналов внешнего функционального дополнения или вообще потенциально их не использовать.

## 2.3 Наличие второй частоты GNSS

2.3.1 Основным источником погрешности для одночастотной GNSS является трудность расчета погрешности вследствие ионосферных вертикальных задержек. Появление второй частоты позволит авиационному радиоэлектронному оборудованию вычислять задержку автономно в реальном масштабе времени, что позволит эффективно устранить источник этой погрешности, а также необходимость предоставления системами функционального дополнения корректирующих поправок пользователям, которые имеют двухчастотное оборудование. Будущие многочастотные системы функционального дополнения SBAS, использующие многочисленные спутниковые созвездия, будут способны обеспечивать приблизительно 100 % обслуживания LPV в оборудованных соответствующим образом аэропортах с таким низким минимумом как 200 футов высоты принятия решения (DA) и даже в экваториальных регионах.

2.3.2 В результате будущего расширения SBAS на основе использования многочастотных сигналов потребуется значительно меньше станций мониторинга для обеспечения выполнения заходов на посадку с вертикальным наведением во всей зоне спутникового следа GEO.

2.3.3 Обслуживание одночастотной GNSS может быть прервано непреднамеренными помехами, например, вызываемыми неисправными радиопередатчиками. Диверсификация частот на различных диапазонах является очень эффективной мерой противодействия непреднамеренным помехам, так как очень маловероятно, что внеполосный источник помех может одновременно воздействовать более чем на одну частоту GNSS. Сигналы модернизированных (GPS и ГЛОНАСС) и вновь появляющихся спутниковых созвездий будут более устойчивы к помехам благодаря более высокой мощности и усовершенствованной структуре сигнала, в результате чего улучшится подавление помех.

## 2.4 Наличие многочисленных независимых созвездий спутников

2.4.1 Многочисленные спутниковые созвездия GNSS обеспечивают избыточность для снижения уровня риска потери обслуживания вследствие отказа главной системы основного созвездия спутников. Наличие дополнительных средств измерения дальности и частот, предоставляемых независимыми спутниковым созвездиями, позволит повысить эксплуатационную надежность, определяемую как способность поддерживать требуемые эксплуатационные характеристики путем снижения потребности прибегать к использованию менее эффективных резервных/альтернативных систем (например, радиолокаторы, обычные навигационные средства), так как в некоторых случаях это означает снижение пропускной способности. GNSS обеспечивает "бесшовное" обслуживание в мировом масштабе, что не могут сделать обычные навигационные системы. При будущем планировании следует исходить из

предпосылки, что будет постоянно расти потребность в увеличении пропускной способности воздушного пространства, а это приведет к необходимости установления более жестких стандартов готовности и непрерывности обслуживания. Выполнение таких стандартов гораздо легче обеспечить в условиях использования многочисленных спутниковых созвездий.

2.4.2 GNSS предоставляет точный эталон времени, который используется для синхронизации наземных систем, бортового оборудования, сети электросвязи и операций. Ожидается, что наличие общесистемного отсчета времени приобретет еще более критическое значение в будущем эксплуатационном контексте (например, выполнение полетов с использованием траектории 4D). Многочисленные спутниковые созвездия обеспечат независимые источники эталона времени GNSS, что повысит надежность этих систем и соответствующих применений.

### 3. ПРОБЛЕМЫ

#### 3.1 Интероперабельность

3.1.1 Степень интероперабельности между сигналами различных спутниковых созвездий GNSS непосредственно зависит от сложности и стоимости бортового электронного оборудования, влияющих на экономическое обоснование эксплуатанта воздушных судов. В идеальном случае спутники многочисленных созвездий будут "взаимозаменяемыми", что позволит приемнику объединить все спутники для решения одной задачи, что обеспечит значительное улучшение характеристик функционирования.

#### 3.2 Вопросы ответственности, связанные с использованием многочисленных спутниковых созвездий

3.2.1 Каждое государство должно обеспечивать безопасность аэронавигационного обслуживания, предоставляемого в его суверенном воздушном пространстве. Опыт использования GPS свидетельствует о том, что использование обслуживания GNSS, предоставляемого другими государствами, может потребовать урегулирования вопросов правовой ответственности. Некоторые государства отказались утверждать любые операции, связанные с использованием GNSS.

3.2.2 Другие государства приняли решение использовать системы мониторинга GNSS и/или системы функционального дополнения для ведения независимого мониторинга и контроля разрешенных видов обслуживания с использованием GNSS. Появление многочисленных спутниковых созвездий GNSS вновь поставило вопрос о необходимости разработки конкретного международного режима правовой ответственности при использовании GNSS.

#### 3.3 Роль систем функционального дополнения

3.3.1 Роль систем функционального дополнения в сценарии использования многочисленных спутниковых созвездий GNSS будет значительно более сложной для пользователей и изготовителей авиационного электронного оборудования, если будут разработаны разные системы функционального дополнения для обслуживания различных комбинаций спутниковых созвездий GNSS.

3.3.2 Действующие стандарты SBAS ориентированы на GPS и ГЛОНАСС, но их применение невозможно расширить для обеспечения функционального дополнения четырех спутниковых созвездий. Пересмотр структуры сообщения SBAS с целью обеспечить использование GNSS с многочисленными созвездиями спутников должно быть проведен совместно с планируемым переходом к модернизированной двухчастотной GPS.

3.3.3 Эта ситуация аналогична GBAS, в отношении которой предложены стандарты, ориентированные на использование одной частоты и одного созвездия спутников, которые в настоящее время должны быть расширены на скоординированной в международном масштабе структурной основе, чтобы их можно было применять в отношении GNSS с использованием многочисленных спутниковых созвездий и многочастотных сигналов.

### 3.4 Проблемы разработки авиационного электронного оборудования и интеграции воздушных судов

3.4.1 Проблемы разработки авиационного электронного оборудования связаны со сложностью интеграции характеристик и эксплуатационного контроля приемников GNSS.

3.4.2 Хотя может быть и возможно создать один приемник, использующий все имеющиеся сигналы основного спутникового созвездия и функционального дополнения, но такой приемник должен будет обеспечивать большое количество режимов работы, а это ведет к усложнению его конструкции. К тому же, использование многочисленных частот также создает проблему для конструкции антенн, которые должны поддерживать использование многочисленных диапазонов. Появление новых созвездий спутников и новые формы передачи сигналов на новых высотах заставляют разработчиков приемника использовать такую архитектуру, которая может адаптироваться к новым более сложным условиям и в тоже время быть простой и сертифицируемой. Эти проблемы в настоящее время рассматриваются отраслевыми форумами по стандартизации (например, EUROCAE).

3.4.3 Процесс эксплуатационного контроля и интеграции авиационного электронного оборудования будет трудным, если государства потребуют или запретят использовать конкретные спутниковые созвездия, сигналы или обслуживание функционального дополнения. В настоящее время практически все авиационное радиоэлектронное оборудование ориентировано на использование только GPS, и определить систему, которая должна использоваться в конкретном воздушном пространстве, довольно просто. Государства или разрешают или не разрешают использовать GPS. В условиях использования многочисленных спутниковых созвездий будет больше альтернатив (в зависимости от того, какие комбинации спутниковых созвездий будет разрешено использовать в том или ином государстве), и соответственно авиационное радиоэлектронное оборудование должно "знать", где можно использовать то или иное спутниковое созвездие. Та же концепция применима к условиям использования многочастотного оборудования и многочисленных региональных систем функционального дополнения, подобных SBAS, когда важные сигналы функционального дополнения могут распространяться за пределы зоны обслуживания. Сложно подобрать средства контроля, если приемник использует различные элементы GNSS. Привлечение пилотов к принятию таких решений ведет к увеличению и усложнению их рабочей нагрузки и поэтому предполагается, что будет обеспечен определенный уровень автоматизации. Вследствие того, что положение дел с тем, какой элемент разрешен и в каком воздушном пространстве, будет меняться с течением времени, информация, управляющая автоматизированной функцией, должна обновляться на регулярной основе.

3.4.4 Другой проблемой интеграции воздушных судов является утверждение летной годности. Сертификат летной годности выдается государством регистрации. В сертификате, кроме всего прочего, указывается, что, как установлено, воздушное судно соответствует утвержденной конструкции, и это является частью сертификата типа, выдаваемого государством разработчика. Сертификат типа выдается разработчикам после того, как они продемонстрировали, что конструкция соответствует государственным стандартам, включая применимые в этом случае нормативные правила, установленные ВГА государства разработчика. Соответственно могут возникать проблемы с сертификатом типа воздушного судна, предусматривающим использование элементов GNSS, которые не утверждены государством разработчика. Такая ситуация уже существует в связи с тем, что ФАУ США не располагает стандартами или инструктивным материалом, которые необходимы, чтобы можно было сертифицировать приемники ГЛОНАСС. Эта ситуация вероятно еще более усложнится в будущем, так как основные спутниковые созвездия GNSS развиваются различными темпами, а различные элементы GNSS будут утверждаться государствами разработчика и государствами регистрации в разное время. Эта проблема усугубляется, если государство разрешает или запрещает использование конкретных элементов GNSS.

3.4.5 Желание авиационной отрасли решить проблемы, связанные с модернизацией навигационного оборудования и процедурами сертификации, будет играть важную роль в реализации преимуществ использования многочисленных спутниковых созвездий.

— КОНЕЦ —