

**Doc 9849
AN/457**



Руководство по глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS)

Утверждено Генеральным секретарем
и опубликовано с его санкции

Издание второе — 2013

Международная организация гражданской авиации

Doc 9849
AN/457



Руководство по глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS)

Утверждено Генеральным секретарем
и опубликовано с его санкции

Издание второе — 2013

Международная организация гражданской авиации

Опубликовано отдельными изданиями на русском, английском, арабском, испанском, китайском и французском языках
МЕЖДУНАРОДНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ.
999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

Информация о порядке оформления заказов и полный список агентов по продаже и книготорговых фирм размещены на вебсайте ИКАО www.icao.int

Издание первое, 2005.
Издание второе, 2013.

Дос 9849. Руководство по глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS)

Номер заказа: 9849
ISBN 978-92-9249-348-6

© ИКАО 2013

Все права защищены. Никакая часть данного издания не может воспроизводиться, храниться в системе поиска или передаваться ни в какой форме и никакими средствами без предварительного письменного разрешения Международной организации гражданской авиации.

КРАТКАЯ СПРАВКА

Развитие авиации и неотложная необходимость сокращения расхода топлива, эмиссии и задержек рейсов требуют увеличения пропускной способности воздушного пространства и аэропортов и концентрируют внимание на предоставлении предпочитаемой траектории (по маршруту и профилю полета) каждому пользователю воздушного пространства. Это, в свою очередь, диктует необходимость совершенствования обслуживания по связи, навигации и наблюдению (CNS). Эксплуатанты воздушных судов также находятся в поиске повышения эффективности путем реализации мер, позволяющих устанавливать возможно низкие минимумы и получать значительные преимущества в обеспечении безопасности полетов посредством использования заходов на посадку по спрямленным траекториям и наведения в вертикальной плоскости.

Проект четвертого издания *Глобального аэронавигационного плана* (Дос 9750, ГАНП) представляет собой обобщенное изложение методологии блочной модернизации авиационной системы (ASBU). ASBU определяет задачи эксплуатационного характера в четырех конкретных и взаимосвязанных областях качества авиационной деятельности: охрана окружающей среды в районах аэропортов; взаимодействие систем и баз данных в глобальном масштабе; оптимизация пропускной способности; а также использование гибких и эффективных траекторий полета. Проекты ГАНП и ASBU предусматривают глобальную навигационную спутниковую систему (GNSS) в качестве технологического средства, предоставляющего более совершенные виды обслуживания для достижения этих задач. "Дорожные карты" в проекте ГАНП определяют примерные временные рамки для появления в эксплуатации элементов GNSS, внедрения соответствующих видов обслуживания и рационализации существующей инфраструктуры.

GNSS обеспечивает выполнение функций определения местоположения, навигации и отсчета времени (PNT). GNSS уже является базой для основанной на эксплуатационных характеристиках навигации (PBN), радиовещательного автоматического зависимого наблюдения (ADS-B) и контрактного ADS (ADS-C), как это рассматривается далее в настоящем документе. GNSS также является единым источником времени, используемым для синхронизации систем, бортового радиоэлектронного оборудования, сетей связи и обеспечения эксплуатации, а также обеспечивает поддержку широкого круга неавиационных применений.

Принятая ИКАО *Хартия прав и обязательств государств, связанных с обслуживанием GNSS* устанавливает принципы, которые должны соблюдаться при внедрении и эксплуатации GNSS, включая приоритетность обеспечения безопасности; доступ к обслуживанию GNSS на недискриминационной основе; государственный суверенитет; обязательство государства, предоставляющего обслуживание, обеспечивать надежность обслуживания; а также сотрудничество и взаимную помощь при глобальном планировании.

Настоящее руководство содержит информацию в отношении технологических и эксплуатационных вопросов применения GNSS для оказания помощи государственным органам регулирования и поставщикам аэронавигационного обслуживания (АНО) при поведении анализа безопасности и экономической оценки, необходимых для обоснования решений и планов по внедрению системы.

Внедрение GNSS

Введение основанных на использовании GNSS видов обслуживания стало возможным благодаря вводу в эксплуатацию двух основных спутниковых созвездий – глобальной системы определения местоположения (GPS) и глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС), предоставляемых соответственно Соединенными Штатами Америки и Российской Федерацией. Характеристики сигналов GPS и ГЛОНАСС определены в Стандартах и Рекомендуемой практике (SARPS), содержащихся в Приложении 10 "*Авиационная электросвязь*".

В 1994 г. Соединенные Штаты Америки предложили GPS для реализации потребностей гражданской авиации и подтвердили это предложение в 2007 г.; Совет ИКАО принял оба эти предложения. В 1996 г. Российская Федерация предложила ГЛОНАСС для реализации потребностей гражданской авиации; Совет ИКАО принял это предложение. Два этих государства совершенствуют предоставляемые ими созвездия и приняли перед ИКАО обязательства по поддержанию надежного обслуживания. Европейский союз и Китай осуществляют разработку систем (соответственно, Galileo и BeiDou), которые будут взаимодействовать с усовершенствованными GPS и ГЛОНАСС. Возможность использования нескольких созвездий связана с необходимостью решения технических и организационно-правовых вопросов.

Полная эксплуатационная готовность GPS была объявлена в 1993 г., и в ряде государств в этом же году были выданы разрешения на использование GPS по правилам полета по приборам (ППП) на маршруте, в аэродромной зоне и при неточном заходе на посадку (NPA). В 2001 г. ИКАО приняла SARPS для обеспечения полетов с применением GNSS и использованием дополнений к сигналам основных спутниковых созвездий для выполнения требований по безопасности и надежности.

В Приложении 10 определены три системы функционального дополнения: бортовая система функционального дополнения (ABAS); спутниковая система функционального дополнения (SBAS); и наземная система функционального дополнения (GBAS).

ABAS представляет собой реализацию бортового оборудования, которое обрабатывает сигналы GPS и/или ГЛОНАСС для достижения точности и целостности, требуемых при обеспечении полетов по маршруту, в зоне аэродрома и при неточном заходе на посадку.

В SBAS используется сеть наземных станций, и системой передаются сигналы геостационарных (GEO) спутников для обеспечения, в пределах обширных географических районов, полетов по маршруту вплоть до захода на посадку с наведением в вертикальной плоскости. Заход на посадку по SBAS не требует установки наземного оборудования функционального дополнения в аэропорту, где обеспечивается обслуживание SBAS. Система функционального дополнения с широкой зоной действия (WAAS), которая представляет собой разработанную в США SBAS, находится в эксплуатации с 2003 г. Эта система также предоставляет обслуживание в Канаде и Мексике. Японская система функционального дополнения (MSAS) на основе многофункционального транспортного спутника (MTSAT) введена в эксплуатацию в 2007 г. Европейская геостационарная система навигационного перекрытия (EGNOS) введена в эксплуатацию в начале 2011 г. Ожидается, что созданная в Индии система функционального дополнения GPS и GEO (GAGAN) будет введена в эксплуатацию в 2013 г. Российская система дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) находится в стадии разработки и планируется к вводу в эксплуатацию в 2015 г. Эти системы обеспечивают потенциальную возможность для бесперебойной навигации там, где существует перекрытие их зон обслуживания. По состоянию на 2012 г. были внедрены, главным образом в Северной Америке, почти 3000 схем заходов на посадку, и некоторые из них обеспечивают посадку по минимуму категории I (CAT I), который в настоящее время обеспечивается с помощью системы захода на посадку по приборам (ILS). Свыше 1100 из этих аэропортов не оборудованы ILS. По техническим причинам, изложенным в настоящем руководстве, существующая архитектура SBAS не способна с необходимой надежностью обеспечить заходы на посадку с вертикальным наведением в экваториальных зонах.

В GBAS используются установленные в аэропортах станции контроля для обработки сигналов основных созвездий и передачи поправок и данных о траектории захода на посадку для обеспечения точного захода на посадку. По состоянию на 2012 г. около 40 станций GBAS в разных районах мира использовались для испытаний и заходов на посадку по категории I на основании специальных разрешений. GBAS обладает потенциалом для обеспечения заходов на посадку по категориям II/III, а также некоторых операций при наземном движении на аэродроме и навигации в аэродромной зоне.

Навигация, основанная на характеристиках (PBN)

Одной из ключевых составляющих в повышении пропускной способности воздушного пространства является переход к всеобщему использованию зональной навигации, при котором траектории полета воздушных судов выдерживаются в пределах заданных коридоров. PBN на основе использования GNSS предоставляет возможность непрерывного, единообразного и экономически эффективного управления полетом, начиная с вылета до этапа конечного захода на посадку с использованием наведения в вертикальной плоскости, что обеспечивает преимущества в отношении безопасности полета, эффективности и пропускной способности. *Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN)* (Дос 9613, далее называемый Руководством по PBN) описывает процессы внедрения, а также содержит относящиеся к поставщику аэронавигационного обслуживания (АНО) соображения и навигационные спецификации, определяющие характеристики, функции и соответствующие процедуры для каждого вида навигационного обслуживания. Навигационные спецификации содержат описание процесса выдачи утверждений и требования к воздушным судам, знаниям экипажа и его подготовке. Концепция PBN означает переход от основанной на использовании технических средств навигации к навигации, основанной на эксплуатационных характеристиках, хотя для всех применений, за исключением наименее требовательных в отношении характеристик навигации, необходимо использование GNSS. GNSS предоставляет государствам возможность разработать план внедрения PBN в соответствии с резолюцией А37-11 "Глобальные цели в области навигации, основанной на характеристиках" Ассамблеи ИКАО.

Радиовещательное автоматическое зависимое наблюдение (ADS-B)

Улучшение качества наблюдения является ключевой составляющей для введения сокращенных норм эшелонирования, повышения пропускной способности и обеспечения для пользователей возможности выбора траекторий полета. Основой ADS-B является передача воздушным судном его положения по данным GNSS, скорости и других имеющихся на борту данных. Наземные станции ADS-B, которые намного дешевле, чем радиолокаторы, получают и обрабатывают данные ADS-B для их отображения на диспетчерских индикаторах воздушной обстановки. Эти данные могут обрабатываться и отображаться на других оборудованных соответствующим образом воздушных судах для повышения ситуационной осведомленности экипажа. Некоторые государства внедрились ADS-B в районах, где отсутствует радиолокационное покрытие. Это позволило сократить эшелонирование с восьмидесяти до пяти м. миль, повысив, таким образом, пропускную способность воздушного пространства и создав условия для сокращения расхода топлива и эмиссии.

Контрактное автоматическое зависимое наблюдение (ADS-C)

В океанических и отдаленных районах, где невозможно устанавливать ни радиолокаторы, ни наземные станции ADS-B, донесения о местоположении ADS-C ретранслируются службе управления воздушным движением (УВД) через спутники связи. В этой реализации функции наблюдения служба УВД определяет, когда должны представляться контрактные донесения. Значительное число воздушных судов уже используют ADS-C в океаническом и континентальном воздушном пространстве, где отсутствует радиолокационное покрытие, и применение этой технологии также привело к сокращению норм эшелонирования.

Управление факторами риска для обеспечения безопасности полетов

SARPS по GNSS и стандарты для бортового оборудования разработаны с целью достижения признанных целевых уровней безопасности полетов, так что в большинстве случаев отсутствует необходимость в проведении дополнительного анализа риска нарушения безопасности полетов по техническим причинам. Стандарты для разработки схем полета в документе *"Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов"* (Дос 8168) используют такую же основу для обеспечения соответствующего уровня безопасности. Со времени ввода в эксплуатацию GPS в 1993 г. многие государства внедрились основанное на использовании GNSS обслуживание. Правила и эксплуатационные процедуры, разработанные в

этих государствах, являются примером, который может использоваться другими государствами в качестве основы при разработке правил, программ подготовки, процедур и планов внедрения с учетом национальных условий эксплуатации.

Сигналы GNSS подвержены влиянию преднамеренных и случайных помех, а также некоторых природных явлений. Государства могут преодолевать этот недостаток посредством управления использованием спектра частот, а также путем введения необходимых процедур и сохранения ограниченной инфраструктуры обычных средств навигации с целью компенсации последствий для производства полетов в случае утраты навигационного спутникового обслуживания. В настоящем руководстве рассматриваются связанные с этим вопросы и предлагаются стратегии рационализации структуры наземных средств навигации.

Экономическое обоснование

Экономическое обоснование решения о внедрении рассматривает затраты на внедрение в эксплуатацию основанного на GNSS обслуживания и получаемые выгоды. Несколько государств провели такой анализ в отношении внедрения полетов с использованием ABAS, SBAS, GBAS, ADS-B и ADS-C. В настоящем руководстве описываются факторы, которые обычно рассматриваются при таком анализе. Внедрение полетов на маршруте, в аэродромной зоне и неточного захода на посадку, основанных на использовании основных навигационных созвездий, имеет значительные преимущества в части сокращения времени полета и облегчения доступа к аэропорту. Благодаря отсутствию потребности в установке наземных навигационных средств и регулярных летных проверок схем захода на посадку, для которых требуются самолеты со сложным бортовым оборудованием, расходы поставщика АНО снижаются.

Поставщики АНО должны привлекать эксплуатантов воздушных судов при разработке экономических обоснований для получения уверенности в том, что капиталовложения взаимно скоординированы. При анализе должны быть рассмотрены все виды обслуживания с использованием GNSS для того, чтобы эксплуатанты приобретали бортовое оборудование, которое соответствует их намерениям. Опыт показал, что эксплуатанты будут вкладывать средства в установку бортового оборудования при условии получения значительных дополнительных выгод.

Внедрение основанных на GNSS видов обслуживания

Начиная с 1993 г. GPS обеспечила для гражданской авиации ряд выгод в отношении безопасности и эффективности полетов, что привело к широкому признанию предоставляемых GNSS видов обслуживания среди эксплуатантов воздушных судов, государственных органов регулирования и поставщиков АНО. Многие страны начали реорганизацию воздушного пространства для повышения эффективности его использования посредством применения PBN, ADS-B и ADS-C, а также разработали схемы заходов на посадку, повышающие безопасность и улучшающие доступ к аэропортам. Наличие нескольких созвездий, передающих сигналы на многих частотах, сделают GNSS более надежной в эксплуатации и позволят расширить рамки обслуживания с повышением получаемых выгод после 2020 г. по мере поступления систем и бортового оборудования. До этого времени поставщики АНО могут взаимодействовать с эксплуатантами воздушных судов для расширения обслуживания с применением GNSS и повышения получаемых выгод, одновременно планируя использование видов обслуживания, предоставляемых следующим поколением систем.

При планировании внедрения производства полетов с применением GNSS, государствам предлагается обращаться к ГАНП и соответствующим ASBU, обеспечивать выполнение положений ИКАО и использовать опыт и информацию, предоставляемые в рамках региональных групп планирования и осуществления проектов (PIRG) ИКАО.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проект четвертого издания *Глобального аэронавигационного плана* (Doc 9750, ГАНП) представляет собой обобщенное изложение методологии блочной модернизации авиационной системы (ASBU). ASBU определяет задачи эксплуатационного характера для достижения следующих целей: охрана окружающей среды в районах аэропортов; взаимодействие систем и баз данных в глобальном масштабе; оптимизация пропускной способности; а также использование гибких и эффективных траекторий полета. Глобальная спутниковая навигационная система (GNSS) признана ключевым элементом аэронавигации в рамках ASBU, который предоставит улучшенное обслуживание и решение этих задач.

Стандарты и Рекомендуемая практика (SARPS) для GNSS введены в действие в 2001 г в составе поправки 76 к тому I "Радионавигационные средства" Приложения 10 "Авиационная электросвязь" к *Конвенции о международной гражданской авиации*. Инструктивный материал и сведения в дополнении D тома I Приложения 10 представляют собой подробное руководство по техническим аспектам и применению SARPS для GNSS. Группа экспертов по навигационным системам (NSP) продолжает разработку нового материала для публикации в качестве поправок к Приложению 10.

Главная цель данного руководства – предоставить информацию по вопросам эксплуатационного использования GNSS, чтобы оказать помощь государствам при внедрении обслуживания, основанного на GNSS. Руководство соответственно предназначено для поставщиков аэронавигационного обслуживания, ответственных за развертывание и эксплуатацию элементов GNSS, и для органов регулирования, ответственных за утверждение разрешений на использование GNSS при производстве полетов. Руководство также предоставляет информацию о GNSS для эксплуатантов и производителей воздушных судов.

Данное руководство должно применяться вместе с соответствующими положениями тома I Приложения 10 и *Руководством по навигации, основанной на характеристиках (PBN)* (Doc 9613).

Замечания по руководству от всех участников процесса развития и внедрения обслуживания с использованием GNSS будут с благодарностью приняты. Замечания следует направлять по адресу:

The Secretary General
International Civil Aviation Organization
999 University Street
Montréal, Quebec H3C 5H7
Canada

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Страница</i>
Список сокращений	(xiii)
Глава 1. Введение	1-1
1.1 Общие положения	1-1
1.2 Элементы GNSS	1-2
1.3 Внедрение основанных на GNSS видов обслуживания	1-2
1.4 Виды эксплуатационного применения GNSS	1-3
1.5 Ограничения GNSS и другие проблемные вопросы	1-5
Глава 2. Требования к эксплуатационным характеристикам	2-1
2.1 Общие положения	2-1
2.2 Требования	2-1
Глава 3. Существующие основные спутниковые созвездия	3-1
3.1 Общие положения	3-1
3.2 Глобальная система определения местоположения (GPS).....	3-1
3.3 Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС).....	3-2
Глава 4. Системы функционального дополнения	4-1
4.1 Общие положения	4-1
4.2 Бортовая система функционального дополнения (ABAS).....	4-1
4.3 Спутниковая система функционального дополнения (SBAS)	4-3
4.4 Наземная система функционального дополнения (GBAS)	4-8
Глава 5. Уязвимость GNSS	5-1
5.1 Общие положения	5-1
5.2 Непреднамеренные помехи.....	5-1
5.3 Преднамеренные помехи и ложное наведение	5-2
5.4 Управление использованием частотного спектра.....	5-3
5.5 Влияние ионосферы и солнечной активности.....	5-5
Глава 6. Развитие GNSS	6-1
6.1 Общие положения	6-1
6.2 Многосистемная/многочастотная GNSS	6-1
6.3 Разработка стандартов	6-2
6.4 Организационно-правовые аспекты.....	6-3
6.5 Развитие основных созвездий	6-3
6.6 Планируемые новые основные созвездия	6-4

	Страница
6.7 Развитие ABAS	6-6
6.8 Развитие SBAS	6-6
6.9 Развитие GBAS	6-6
Глава 7. Внедрение основанных на GNSS видов обслуживания	7-1
7.1 Общие положения	7-1
7.2 Планирование внедрения на международной основе	7-1
7.3 Разработка концепции эксплуатации (CONOPS)	7-2
7.4 Анализ экономического обоснования	7-4
7.5 Оценка уровня безопасности системы	7-9
7.6 Сертификация и эксплуатационные утверждения	7-10
7.7 Испытания системы и подтверждение процедур применения	7-13
7.8 Контроль и регистрация информации GNSS	7-13
7.9 Планирование воздушного пространства и разработка схем полетов	7-15
7.10 Службы аэронавигационной информации	7-17
7.11 Информация о состоянии обслуживания GNSS	7-18
7.12 Донесения об аномалиях	7-21
7.13 Уязвимость GNSS: смягчение влияния на производство полетов	7-23
7.14 Планирование перехода	7-25
7.15 Защита системы от угроз и риски при выполнении программ	7-27
7.16 Реализация потенциальных возможностей GNSS	7-27
Добавление А. Справочный материал	Доб А-1
Добавление В. Обязанности поставщиков АНО и регулирующих органов	Доб В-1
Добавление С. Спектр частот GNSS	Доб С-1
Добавление D. "Дорожная карта" в области навигации	Доб D-1
Добавление E. "Дорожная карта" в области PBN	Доб E-1

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АНО	– аэронавигационное обслуживание
БСПС	– бортовая система предупреждения столкновений
ВМУ	– визуальные метеорологические условия
ГАНП	– Глобальный аэронавигационный план
ГЛОНАСС	– глобальная навигационная спутниковая система
Гц	– герц
ЕАБП	– Европейское агентство по безопасности полетов
ЕС	– Европейский союз
ЕК	– Европейская комиссия
ИКАО	– Международная организация гражданской авиации
КОСПАС-САРСАТ	– космическая система поиска терпящих бедствие судов – глобальная спутниковая система поиска и спасания
м	– метр
МСЭ	– Международный союз электросвязи
ОВД	– обслуживание воздушного движения
ОрВД	– организация воздушного движения
ОВЧ	– очень высокая частота
ПВП	– правила визуальных полетов
ПЗ-90	– система координат "Параметры Земли 1990"
ППП	– правила полетов по приборам
САИ	– служба аэронавигационной информации
СДКМ	– система дифференциальной коррекции и мониторинга
РЧ	– радиочастота
УВД	– управление воздушным движением
ФАУ	– Федеральное авиационное управление (США)
фут	– фут
AAIM	– автономный контроль целостности на борту
ABAS	– бортовая система функционального дополнения
ACARS	– бортовая система связи, адресации и передачи данных
ADF	– автоматическое радиопеленгационное оборудование
ADS-B	– радиовещательное автоматическое зависимое наблюдение
ADS-C	– контрактное автоматическое зависимое наблюдение
AIC	– циркуляр аэронавигационной информации
AIP	– сборник аэронавигационной информации
AIRAC	– регламентация и контролирование аэронавигационной информации
AM(R)S	– авиационная подвижная спутниковая (маршрутная) служба
APC	– заход на посадку
APNT	– альтернативное средство определения местоположения, навигации и отсчета времени
APV	– заход на посадку с вертикальным наведением
ARAIM	– усовершенствованный автономный контроль целостности в приемнике
ARNS	– служба авиационной радионавигации
ASBU	– блочная модернизация авиационной системы
BaroVNAV	– навигация в вертикальной плоскости с использованием барометрической высоты
BDT	– система времени BeiDou

BeiDou	– навигационная спутниковая система BeiDou
C/A	– грубый код/код выделения сигнала
CAT I	– минимум для посадки категории I
CAT II	– минимум для посадки категории II
CAT III	– минимум для посадки категории III
CDMA	– множественный доступ с кодовым разделением каналов
CFIT	– столкновение исправного воздушного судна с землей
CGS 2000	– геодезическая система Китая 2000 г.
C/N ₀	– отношение несущая/шум
CNS	– связь, навигация, наблюдение
CONOPS	– эксплуатационная концепция
CPDLC	– связь диспетчер – пилот по линии передачи данных
CSA	– канал стандартной точности (ГЛОНАСС)
DA	– высота (абсолютная) принятия решения
DH	– высота (относительная) принятия решения
DME	– дальномерное оборудование
EDCN	– сеть сбора данных системы EGNOS
EGNOS	– Европейская геостационарная система навигационного перекрытия
ELT	– аварийный приводной передатчик
ETSO	– Европейский регламент технических стандартов
EUROCAE	– Европейская организация по электронному оборудованию для гражданской авиации
FAS	– конечный участок захода на посадку
FD	– выявление неисправностей
FDE	– выявление и исключение неисправностей
FDMA	– множественный доступ с частотным разделением каналов
FMS	– система управления полетом
GAGAN	– система функционального дополнения GPS с помощью спутников GEO
GAST	– тип захода на посадку с использованием GBAS
GBAS	– наземная система функционального дополнения
GBAS/E	– наземная система функционального дополнения, обеспечивающая ОВЧ-радиовещательную передачу данных с использованием сигнала с эллиптической поляризацией
GBAS/H	– наземная система функционального дополнения, обеспечивающая ОВЧ-радиовещательную передачу данных с использованием сигнала с горизонтальной поляризацией
GEO	– геостационарная орбита
GIVE	– представленная в координатной сетке ионосферная ошибка по вертикали
GLS	– система посадки на основе GBAS
GNSS	– Глобальная спутниковая навигационная система
GPS	– глобальная система определения местоположения
GPWS	– система предупреждения о близости земли
GRAS	– наземная региональная система функционального дополнения
HAL	– порог срабатывания сигнализации по горизонтали
HEO	– орбита с большим коэффициентом эллиптичности
HMI	– ложная информация с опасными последствиями
HPL	– уровень защиты по горизонтали
ICD	– контрольный документ по интерфейсу
IGSO	– геосинхронная орбита с наклоном
ILS	– система захода на посадку по приборам
IRS	– инерциальная система отсчета
ITRF	– международная система наземных координат
LAL	– уровень защиты по горизонтали

LEO	– низкоорбитальный (спутник)
LNAV/VNAV	– навигация в горизонтальной/вертикальной плоскости
LP	– уровень характеристик курсового радиомаяка ILS
LPL	– уровень защиты по горизонтали
LPV	– уровень характеристик курсового радиомаяка ILS и управление в вертикальной плоскости
MASPS	– технические требования к минимальным характеристикам бортовых систем
MEA	– минимальная абсолютная высота полета по маршруту
MEO	– средняя околоземная орбита
MLS	– микроволновая система посадки
MMR	– многорежимный приемник
MOPS	– стандарты минимальных эксплуатационных характеристик
MSAS	– система функционального дополнения на основе MTSAT
MTSAT	– многофункциональный транспортный спутник
NAGU	– сообщение пользователям о состоянии ГЛОНАСС
NANU	– сообщение пользователям о состоянии системы NAVSTAR
NDB	– ненаправленный радиомаяк
NOTAM	– извещение для пилотов
NPA	– неточный заход на посадку
NSP	– Группа экспертов по навигационным системам
P-code	– точный код
PAN	– сетевая система оценки эксплуатационных характеристик
PANS-ATM	– Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения
PANS-OPS	– Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов
PBN	– навигация, основанная на характеристиках
PIRG	– Группа регионального планирования и осуществления проектов
PNT	– система определения местоположения, навигации и отсчета времени
PPS	– обслуживание с определением точного местоположения
PRN	– псевдослучайный код
RAIM	– автономный контроль целостности в приемнике
RNAV	– зональная навигация
RNP	– требуемые навигационные характеристики
RNSS	– радионавигационное спутниковое обслуживание
RSOO	– региональная организация по контролю за обеспечением безопасности полетов
RTCA	– RTCA Inc.
SA	– селективный доступ (GPS)
SAR	– поиск и спасание
SARPS	– Стандарты и Рекомендуемая практика
SBAS	– спутниковая система функционального дополнения
SID	– стандартный маршрут вылета по приборам
SIS	– сигнал в пространстве
SPS	– стандартное обслуживание по определению местоположения (GPS)
STAR	– стандартный маршрут прибытия по приборам
TACAN	– тактическая система ближней радионавигации УВЧ-диапазона
TAWS	– система предупреждения об опасности сближения с землей
TSO	– регламент технических стандартов (ФАУ США)
UDRE	– дифференциальная погрешность дальности пользователя
UTC	– Всемирное координированное время
VAL	– порог срабатывания сигнализации по вертикали
VDB	– всенаправленная передача данных в ОВЧ-диапазоне
VNAV	– вертикальная навигация
VOR	– всенаправленный радиомаяк ОВЧ-диапазона

- VPL – уровень защиты по вертикали
 - WAAS – система функционального дополнения широкой зоны действия
 - WGS-84 – Всемирная геодезическая система – 1984
-

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ

1.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.1 Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS) определена в Приложении 10 как глобальная система определения местоположения и времени, которая включает одно или несколько созвездий спутников, бортовые приемники и систему контроля целостности, дополненная по мере необходимости с целью поддержания требуемых навигационных характеристик для планируемой операции.

1.1.2 В проекте четвертого издания *Глобального аэронавигационного плана* (Doc 9750, ГАНП) GNSS признана ключевым элементом аэронавигационной системы, который предоставит улучшенное обслуживание и решение задач охраны окружающей среды, эффективности и безопасности полетов.

1.1.3 В принятой ИКАО *Хартии прав и обязательств государств, связанных с обслуживанием GNSS* рассматриваются организационно-правовые аспекты системы. Хартия придает особое значение принципам, которые должны применяться при внедрении и эксплуатации GNSS, включая первостепенное значение безопасности полетов, недискриминационный доступ к обслуживанию GNSS, суверенитет государств, обязательства государств-поставщиков обслуживания в отношении его надежности, а также сотрудничество и взаимопомощь при глобальном планировании.

1.1.4 В конечном счете государства несут ответственность за соблюдением того, что новые виды аэронавигационного обслуживания отвечают установленным стандартам безопасности. В некоторых случаях государства объединяют свои ресурсы для создания региональной организации по контролю за обеспечением безопасности полетов (RSOO) для того, чтобы обеспечить общий подход к регулированию в области безопасности, контроля и выполнения требований. Относящиеся к государствам положения настоящего руководства также применимы и к RSOO.

1.1.5 Содержание настоящего руководства согласуется с несколькими резолюциями Ассамблеи ИКАО, а также с *Руководством по навигации, основанной на характеристиках (PBN)* (Doc 9613), *Руководством по организации контроля за обеспечением безопасности полетов* (Doc 9734) и *Руководством по управлению безопасностью полетов (РУБП)* (Doc 9859). Пользователям настоящего руководства следует ознакомиться с этими и другими соответствующими документами ИКАО

1.1.6 "Дорожные карты" по навигации и PBN, содержащиеся в ГАНП, представлены в добавлениях D и E к настоящему руководству. Эти "дорожные карты", которые будут обновляться при каждом пересмотре ГАНП, определяют примерные временные рамки для появления в эксплуатации элементов GNSS, внедрения соответствующих видов обслуживания и рационализации существующей инфраструктуры. "Дорожные карты" предоставляют государствам основы для планирования, согласующиеся с ASBU.

1.1.7 Настоящее руководство содержит информацию по техническим и эксплуатационным аспектам GNSS, которая окажет содействие государствам в надзоре за безопасностью полетов с использованием GNSS и при проведении экономического анализа необходимого для обоснования решений в отношении внедрения и планирования.

1.2 ЭЛЕМЕНТЫ GNSS

1.2.1 Применение основанных на GNSS видов обслуживания стало возможным благодаря внедрению в эксплуатацию двух основных спутниковых созвездий GPS и GLONASS, предоставленных для использования соответственно Соединенными Штатами Америки и Российской Федерацией. Оба государства совершенствуют эти созвездия и приняли обязательства перед ИКАО поддерживать уровни предоставляемого обслуживания. Европейский союз и Китай разрабатывают системы (Galileo и BeiDou), которые будут взаимодействовать с усовершенствованными GPS и GLONASS. Все системы, которые предлагаются для использования международной гражданской авиацией, будут стандартизованы в Приложении 10. Диапазоны частот, используемых существующими и разрабатываемыми созвездиями, показаны в добавлении С к настоящему руководству.

1.2.2 Существующие основные спутниковые созвездия не проектировались с целью обеспечения характеристик, удовлетворяющих требованиям гражданской авиации. Сигналы этих систем требуют улучшений с помощью функциональных дополнений в виде ABAS, GBAS или SBAS, как это предписано в Приложении 10. Имеются также SARPS для наземной региональной системы функционального дополнения (GRAS), однако ни одно из государств не планирует внедрение GRAS.

1.2.3 Приложение 10 предписывает заблаговременное, по крайней мере, за шесть лет, представление извещения о любом изменении SARPS, требующем замены или модификацию оборудования GNSS. Уведомление с шестилетним опережением требуется также от оператора основного созвездия или системы функционального дополнения в случае, если планируется прекращение предоставляемого обслуживания.

1.3 ВНЕДРЕНИЕ ОСНОВАННЫХ НА GNSS ВИДОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ

1.3.1 При внедрении основанного на GNSS обслуживания от государства требуется провести и утвердить или признать приемлемыми оценки уровня безопасности, которые подтверждают возможность подготовки персонала, использования воздушного пространства, процедур полета по приборам и УВД, а также развертывания соответствующих систем в соответствии с применимыми нормами.

1.3.2 Кроме того, поставщики АНО и эксплуатанты воздушных судов будут, как правило, проводить анализ экономических обоснований в поддержку внедрения обслуживания, основанного на GNSS. Некоторые государства провели такого рода анализ в отношении внедрения ADS-B, ADS-C, а также обслуживания с использованием базового приемника GNSS, GBAS и SBAS.

1.3.3 Переход к использованию видов обслуживания, основанных на GNSS, связано со значительными преобразованиями в гражданской авиации, так что для этого требуются новые подходы к регулированию, обеспечению обслуживания, использованию воздушного пространства, процедурам полета по приборам и УВД, а также к производству полетов.

1.3.4 Успешный переход связан с необходимостью выполнения всеобъемлющей программы, предназначенной для всех причастных к внедрению сторон, включая принимающих решения лиц в авиационных организациях. Необходимо обучение сотрудников органов регулирования и организаций, предоставляющих АНО, чтобы они лучше осознали, каким образом способствовать внедрению в эксплуатацию видов обслуживания, основанных на GNSS. При обучении должны рассматриваться основы теории использования GNSS для обеспечения полетов, возможности и ограничения GNSS, характеристики бортового оборудования и его комплексования, применимые нормы и концепции эксплуатации. В настоящем руководстве рассмотрено большинство этих требований.

1.4 ВИДЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПРИМЕНЕНИЯ GNSS

1.4.1 Общие положения

1.4.1.1 GNSS предоставляет возможность использования PBN и обеспечивает навигацию на всех этапах полета, начиная от полета по маршруту и до точного захода на посадку. Предоставляя информацию о местоположении, GNSS позволяет использовать ADS-B, ADS-C, индикаторы с движущейся картой, системы предупреждения столкновения с землей (TAWS) и системы синтезированной визуализации. Аварийные приводные передатчики (ELT) также используют данные GNSS о местоположении. GNSS также поддерживает много разного рода применений, связанных с использованием точного времени. Многие государства уже применяют GNSS для предоставления улучшенного обслуживания эксплуатантам воздушных судов там, где отсутствуют обычные наземные системы.

1.4.1.2 Первые разрешения на использование GNSS были утверждены в 1993 г. для поддержки полетов по ППП на маршруте (на внутренних и океанических трассах), в зоне аэродрома и при неточных заходах на посадку. Эти разрешения основывались на использовании сигналов и сертифицированного бортового оборудования GPS. Такие первоначальные разрешения были утверждены с некоторыми эксплуатационными ограничениями и, тем не менее, предоставили значительные выгоды эксплуатантам воздушных судов. За время, прошедшее с 1993 г., GPS получила широкое признание государств и эксплуатантов.

1.4.1.3 GNSS обеспечивает точное управление при полете в отдаленных, океанических и горных районах, где слишком дорого или невозможно обеспечить надежную и точную навигацию с помощью обычных наземных средств. GNSS может также обеспечить обслуживание там, где невозможно установить обычные средства навигации (например, для захода на посадочные полосы, расположенные на островах).

1.4.1.4 Наличие точного наведения на основе GNSS при выполнении схем прибытия и вылета содействует эффективному соблюдению процедур снижения шума. Это создает возможности для более гибкого построения маршрутов там, где рельеф местности является ограничивающим фактором, обеспечивая тем самым эффективные профили снижения и возможность уменьшения градиентов набора высоты, а также возможности для увеличения полезной нагрузки.

1.4.1.5 Наличие основанных на GNSS видов обслуживания позволит осуществлять поэтапный вывод из эксплуатации ряда обычных наземных средств навигации. В долгосрочной перспективе это приведет к сокращению расходов поставщиков АНО и эксплуатантов воздушных судов. Даже на начальных этапах внедрения GNSS у государств может появиться возможность избежать расходов на замену некоторых из этих наземных средств.

1.4.2 Навигация, основанная на характеристиках (PBN)

1.4.2.1 Решение задачи повышения пропускной способности воздушного пространства требует перехода к обстановке всеобщего использования зональной навигации, основанного на выполнении воздушными судами полетов по траекториям в пределах установленных коридоров на маршруте, в аэродромной зоне и при заходе на посадку. *Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN)* (Doc 9613) содержит объяснение концепции PBN и определяет посредством навигационных спецификаций требования к характеристикам воздушного судна в части зональной навигации. Эти спецификации предписывают характеристики точности, целостности, доступности, непрерывности обслуживания и состав функций, необходимых для реализации данной концепции использования воздушного пространства.

1.4.2.2 ABAS и SBAS, соответствующие требованиям Приложения 10, обеспечивают использование сигналов GNSS для выполнения всего ряда спецификаций PBN, начиная от спецификации для полета по маршруту в океаническом воздушном пространстве и кончая спецификацией для захода на посадку с вертикальным

наведением. Стандарты для бортового оборудования ABAS и SBAS определены в каждой спецификации PBN. ABAS обеспечивает выполнение спецификации RNP для захода на посадку по минимуму LNAV, а при наличии навигации в вертикальной плоскости с использованием барометрической высоты (BaroVNAV) поддерживает заход на посадку с вертикальным наведением по минимуму LNAV/VNAV. SBAS поддерживает заход на посадку по спецификации RNP по минимуму LPV, а также по минимуму LP с наведением, подобным обеспечиваемому курсовым радиомаяком ILS, в тех случаях, когда вертикальное наведение невозможно из-за препятствий или рельефа местности. Для захода на посадку по спецификации RNP (APCH) требуется использовать GNSS.

1.4.2.3 В государствах, где обслуживание SBAS отсутствует и оборудованием BaroVNAV оснащено небольшое число воздушных судов, GNSS может обеспечить управление в горизонтальной плоскости для заходов на посадку по прямой на большинстве взлетно-посадочных полос (ВПП), где в настоящее время осуществляется заход на посадку по кругу, который связан с высокой частотой авиационных происшествий. Обслуживание по определению местоположения с использованием GBAS в соответствии с требованиями Приложения 10 сможет в будущем обеспечить поддержку некоторым процедурам PBN в аэродромной зоне, однако GBAS создавалось преимущественно для поддержки полетов по минимумам категорий I/II/III, и эта система, вероятно, не будет использоваться для обеспечения PBN в той же степени, как ABAS и SBAS. Заход на посадку по GBAS не относится к классу процедур PBN.

1.4.2.4 GNSS позволяет обеспечить выполнение резолюции А37-11 Ассамблеи ИКАО, которая призывает государства, чтобы они "...в срочном порядке завершили подготовку плана внедрения PBN с целью обеспечения:

- 1) внедрения полетов на основе RNAV и RNP (где это необходимо) на маршрутах и в районах аэродромов в соответствии с установленными сроками и промежуточными показателями;
- 2) внедрения к 2016 году схем захода на посадку с вертикальным наведением (APV) (баро-VNAV и/или GNSS с функциональным дополнением) только по минимумам LNAV на все концы оборудованных ВПП как основных схем захода на посадку или резервных схем для точных заходов на посадку с достижением следующих промежуточных показателей: 30 % – к 2010 году, 70 % – к 2014 году;
- 3) внедрения, в качестве исключения из подпункта 2) выше, схем захода на посадку с прямой только на основе LNAV на оснащенных для посадки по приборам ВПП аэродромах, на которых отсутствует местная установка высотомеров и нет воздушных судов, надлежащим образом оснащенных для APV, с максимальной сертифицированной взлетной массой 5700 кг или выше".

1.4.2.5 Наличие серийной бортовой аппаратуры ABAS и SBAS делает PBN экономически доступной для всех эксплуатантов воздушных судов. Это позволяет государствам планировать воздушное пространство на трассах и в аэродромных зонах для достижения максимальной пропускной способности и выполнения требований эксплуатантов в отношении предоставления предпочтительных траекторий полета. Выполнение спецификаций PBN посредством использования возможностей GNSS позволяет воздушному судну осуществлять полет по более эффективным траекториям даже в районах с хорошим уровнем обслуживания обычными наземными средствами.

1.4.2.6 Применения PBN также обуславливают необходимость использования защищенных от ошибок баз навигационных данных. Государства, следовательно, обязаны применять процедуры и средства с целью обеспечения целостности в процессе обработки данных для их использования в бортовом оборудовании. Как указывается в главе 7, обработка данных, содержащихся в государственных сборниках аэронавигационной информации (AIP), осуществляется коммерческими поставщиками баз данных.

1.4.3 Радиовещательное автоматическое зависимое наблюдение (ADS-B)

Улучшение качества наблюдения является ключевой составляющей для введения сокращенных норм эшелонирования, повышения пропускной способности и обеспечения возможности выбора траекторий полета пользователями. Основой ADS-B является передача воздушным судном его местоположения по данным GNSS, скорости и других имеющихся на борту данных. Наземные станции ADS-B, которые намного дешевле, чем радиолокаторы, предоставляют данные ADS-B для их отображения на диспетчерских индикаторах воздушной обстановки. Эти данные могут обрабатываться и отображаться на других оборудованных соответствующим образом воздушных судах для повышения ситуационной осведомленности экипажа. Некоторые государства внедрили ADS-B в районах, где отсутствует радиолокационное покрытие. Это позволило сократить стандарты эшелонирования с восьмидесяти до пяти м. миль, увеличив таким образом пропускную способность воздушного пространства и создав условия для сокращения расхода топлива и эмиссии. Концепции будущего обслуживания предусматривают использование низкоорбитальных (LEO) спутников для получения донесений ADS-B от воздушных судов, создавая возможность распространения этого вида обслуживания в воздушном пространстве океанических и отдаленных районов.

1.4.4 Контрактное автоматическое зависимое наблюдение (ADS-C)

В океанических и отдаленных районах, где невозможно устанавливать наземное оборудование для наблюдения, донесения, содержащие данные GNSS о местоположении и привязку по времени, ретранслируются службам УВД через спутники связи. При использовании ADS-C служба УВД определяет посредством контракта, когда должны представляться донесения о местоположении, которые обычно отправляются либо по достижении основных пунктов маршрута, либо через определенные интервалы времени. Многие воздушные суда уже используют ADS-C в океаническом или не имеющем радиолокационного перекрытия континентальном воздушном пространстве, предоставляя возможность для сокращения стандартов эшелонирования.

1.4.5 Использование шкалы времени GNSS в авиационных системах

GNSS предоставляет точную информацию о времени, которая используется во многих авиационных системах для синхронизации внутрисистемного времени с Всемирным координированным временем (UTC). Синхронизированные системы отсчета времени могут таким образом использоваться для маркировки событий посредством глобально действующей и совместимой привязки по времени. Примерами существующих и будущих применений с использованием шкалы времени GNSS являются: ADS-B и ADS-C, 4D-навигация и синхронизация траекторий, управление для обеспечения заданного времени прибытия, обычная и широкозонная системы многопозиционного приема, системы слежения с использованием нескольких радиолокаторов, линии передачи данных "воздух – земля", обработка полетных данных и сети наземной связи.

1.5 ОГРАНИЧЕНИЯ GNSS И ДРУГИЕ ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ

1.5.1 Несмотря на то что GNSS предоставляет значительные выгоды, эта технология имеет некоторые ограничения, которые должны рассматриваться государственными органами регулирования и поставщиками АНО при введении в эксплуатацию видов обслуживания, основанных на GNSS.

1.5.2 В настоящем руководстве рассматривается вопрос подверженности сигналов GNSS влиянию источников преднамеренных и непреднамеренных помех, а также влиянию определенных ионосферных явлений. В руководстве описывается, каким образом вероятность того, что различные виды обслуживания GNSS подвергнутся нарушениям, снижается путем эффективного контроля над использованием спектра частот и

достижением уверенности в том, что такого рода ситуации соответствующим образом учтены при конструировании бортового оборудования и системы функционального дополнения. Руководство также рассматривает пути снижения влияния временной потери сигналов GNSS на выполнение полетов.

1.5.3 GNSS может обеспечить заходы на посадку при более низких минимумах на многих ВПП, где в настоящее время обеспечивается обслуживание с помощью приводных ненаправленных радиомаяков (NDB) или радиомаяков VOR. Минимумы для захода на посадку зависят, однако, и от рельефа местности, физических характеристик аэродрома, а также от инфраструктуры аэропорта, например светотехнического оборудования. Следовательно, при планировании использования заходов на посадку на основе GNSS или заходов на посадку при более низких минимумах государствам следует рассматривать расходы на соблюдение стандартов по характеристикам аэродромов.

1.5.4 Для получения максимальных выгод от основанных на GNSS видах обслуживания для полетов по маршруту и в районе аэродрома требуется, чтобы практически все воздушные суда были оснащены бортовым оборудованием GNSS. Решения о внедрении должны учитывать планы эксплуатантов по оснащению воздушных судов, которые зависят от сокращения эксплуатационных расходов, оправдывающего затраты на бортовое оборудование и другие сопутствующие затраты. Поставщикам АНО и эксплуатантам воздушных судов следует взаимодействовать и координировать инвестиции в технологии GNSS.

Глава 2

ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1 Спецификации PBN определяют характеристики точности, целостности, доступности, непрерывности обслуживания и функции необходимые для поддержки данной концепции использования воздушного пространства. Функциональные требования включают: отображение положения относительно заданной линии пути; индикацию дальности, направления и времени полета применительно к текущему промежуточному пункту маршрута; требования к базе данных и соответствующей сигнализации об отказах.

2.1.2 В процессе разработки SARPS для GNSS исходным материалом для формирования требований к характеристикам сигнала в пространстве являлись требования к общесистемным эксплуатационным характеристикам. Также учитывалось ухудшение характеристик системы, которое может одновременно отразиться на множестве воздушных судов.

2.1.3 Подробные системные требования к эксплуатационным характеристикам представлены в таблице 3.7.2.4-1 главы 3 тома I Приложения 10. В этой таблице показаны соответствующие критерии и их взаимосвязь с уровнями обслуживания.

2.2 ТРЕБОВАНИЯ

2.2.1 Точность

2.2.1.1 Точность определения местоположения по GNSS представляет собой разницу между рассчитанным и истинным местоположением воздушного судна.

2.2.1.2 Для ошибок наземных систем, таких как всенаправленный радиомаяк ОВЧ-диапазона (VOR) и ILS, характерна их сравнительная стабильность во времени. Поэтому характеристики этих систем могут быть измерены в ходе летной инспекции и затем контролироваться электроникой для соблюдения заданной точности. Однако в случае GNSS ошибки могут меняться на интервале в несколько часов из-за изменения взаимного расположения спутников и воздействий ионосферы. Системы функционального дополнения конструируются с целью контроля и компенсации этих ошибок.

2.2.2 Целостность и время предупреждения

2.2.2.1 Целостность – это мера доверия к правильности информации, выдаваемой всей системой. Целостность предусматривает способность системы предупреждать пользователя о том, что ее не следует использовать для предусмотренной летной операции. При использовании обычного наземного средства навигации, такого как ILS, точность сигнала может контролироваться в определенных точках. В отличие от этого метода, целостность GNSS достигается путем использования бортового оборудования, осуществляющего сложные вычислительные операции для того, чтобы ошибка рассчитанного местоположения не превышала максимума, допустимого для выполняемой операции.

2.2.2.2 Необходимый уровень целостности для каждой операции установлен в форме определенных горизонтальных/боковых, а для заходов на посадку с вертикальным наведением – вертикальных порогов срабатывания сигнализации (HAL/LAL и VAL соответственно). Бортовое оборудование непрерывно вычисляет значения соответствующих уровней защиты (HPL/LPL и VPL). Термины HAL/HPL используются применительно к ABAS и SBAS, в то время как LAL/LPL относятся к GBAS. Уровни защиты представляют собой верхние доверительные пределы ошибок определения местоположения, а пороги сигнализации – максимальные ошибки, допустимые для предусмотренной операции. Когда значение того или иного уровня защиты выходит за предел, установленный порогом сигнализации, бортовое оборудование должно выдать сигнализацию, и экипаж должен следовать предписанным для этого случая процедурам. Целостность ADS-B, определенная в других документах по стандартизации, взаимосвязана с порогами сигнализации GNSS.

2.2.2.3 Время предупреждения является составным элементом требования к целостности и представляет собой максимально допустимый отрезок времени с момента наступления состояния отказа до его оповещения на борту воздушного судна.

2.2.2.4 Тип летной операции и этап полета определяют максимально допустимые значения горизонтальных/боковых ошибок и ошибок по вертикали, соответствующих порогов сигнализации и максимального времени оповещения экипажа. Эти значения, показанные ниже в таблице 2-1, взяты из таблицы 3.7.2.4-1 в Приложении 10.

2.2.3 Непрерывность обслуживания

2.2.3.1 Непрерывность обслуживания – это обозначаемая величиной вероятности способность системы функционировать без незапланированных перерывов во время выполнения предусмотренной летной операции. Например, вероятность того, что обслуживание в течение всей процедуры захода на посадку по приборам будет обеспечено, должна быть высокой. В случае ABAS непрерывность обслуживания зависит от числа спутников в зоне прямой видимости. Для GBAS и SBAS непрерывность обслуживания также зависит от степени избыточности компонентов системы функционального дополнения.

2.2.3.2 Требования к непрерывности обслуживания имеют различные значения – от низких для воздушного пространства на маршрутах с невысокой плотностью движения до более высоких для районов с большой плотностью движения и сложной структурой воздушного пространства, где отказ может затронуть большое число воздушных судов. Эти требования также являются более жесткими для операций по заходу на посадку.

2.2.3.3 Там, где существует высокая степень зависимости от GNSS для навигации на маршруте или в зоне аэродрома, смягчение воздействия от потери обслуживания может быть достигнуто за счет использования альтернативных навигационных средств или посредством использования радиолокатора и вмешательства службы УВД с целью гарантировать сохранение безопасного эшелонирования. Это не является возможным вариантом, когда единственным средством наблюдения является ADS-B, поскольку источником информации о местоположении для ADS-B является GNSS.

2.2.3.4 При операциях APV и заходах на посадку по категории I с использованием GNSS уход на второй круг считается нормальной летной операцией, которая выполняется всегда, когда воздушное судно снизилось до высоты принятия решения, а экипажу не удается продолжить заход по визуальным ориентирам. Требование о непрерывности обслуживания для этих операций применяется к среднему (за определенный период времени) риску потери обслуживания, отнесенному к интервалу времени в 15 с. Поэтому конкретный риск потери непрерывности обслуживания для данного захода на посадку может превышать среднее требование, не обязательно оказывая при этом влияние на безопасность предоставляемого обслуживания или захода на посадку. Оценка безопасности, выполненная для случая использования одной спутниковой навигационной системы, привела к выводу о том, что в обстоятельствах, указанных в оценке, продолжать предоставлять

обслуживание более безопасно, чем прекращать его. Предусматриваемые перерывы обслуживания, в отношении которых издаются предупреждения для пилотов (NOTAM), не должны учитываться при расчете непрерывности обслуживания.

2.2.4 Эксплуатационная готовность

2.2.4.1 Эксплуатационная готовность обслуживания – это период времени, в течение которого система одновременно обеспечивает требуемую точность и целостность. Фактически, эксплуатационная готовность всегда определяется наличием целостности. Некоторые виды применения предъявляют особые требования в отношении непрерывности обслуживания, которые должны выполняться для обеспечения эксплуатационной готовности. Определение эксплуатационной готовности GNSS осложняется перемещением спутников в пределах зоны действия системы, а также потенциальной задержкой при восстановлении предоставляемого спутником обслуживания в случае его отказа. Уровень эксплуатационной готовности для определенного воздушного пространства в определенное время следует устанавливать посредством расчета, анализа и моделирования, а не посредством измерений. Инструктивный материал, относящийся к надежности и эксплуатационной готовности, содержится в дополнении F тома I Приложения 10.

2.2.4.2 Спецификации по эксплуатационной готовности в таблице 3.7.2.4-1 главы 3 тома I Приложения 10 представляют собой диапазон значений, применимых для всех этапов полета. Устанавливая требования к эксплуатационной готовности для конкретного воздушного пространства, государствам следует принимать во внимание интенсивность воздушного движения, наличие традиционных навигационных средств, зону действия радиолокационного наблюдения, возможную продолжительность перерывов обслуживания и размеры затрагиваемых этими перерывами географических зон, а также правила полетов и процедуры УВД.

Таблица 2-1. Требования к характеристикам сигнала в пространстве

Тип операции	Океанический маршрут	Континентальный маршрут	Зона аэродрома	Неточный заход на посадку	Процедура захода на посадку с вертикальным наведением (APV)		Категория I (Cat I)
					APV-I	APV-II	
Порог срабатывания по горизонтали	7,4 км (4 м. мили)	3,7 км (2 м. мили)	1,85 км (1 м. мили)	556 м (0,3 м. мили)	40 м (130 фут)	40 м (130 фут)	40 м (130 фут)
Порог срабатывания по вертикали	Не установлен	Не установлен	Не установлен	Не установлен	50 м (164 фут)	20 м (66 фут)	от 35 до 10 м (от 115 до 33 фут)
Время предупреждения	5 мин	5 мин	15 с	10 с	10 с	6 с	6 с

Примечание 1. Для неточного захода на посадку с использованием ABAS на карте захода на посадку указывается минимум LNAV. Для другого типа неточного захода на посадку, в котором для достижения характеристик точности, идентичной точности курсового радиомаяка ILS, используется SBAS при величине HAL 40 м, на карте указывается минимум LP.

Примечание 2. Для APV, выполняемого с использованием SBAS, на картах указывается минимум LPV. Эти процедуры могут основываться на применении порогов сигнализации для APV-I, APV-II или категории I. Пороги сигнализации связаны с характеристиками SBAS и заложены в базу данных бортового оборудования.

В государстве могут быть разработаны процедуры APV с порогами сигнализации, зависящими от географических факторов (например, для APV-I при заходе на посадку на границе зоны действия и для захода на посадку по категории I в других частях зоны действия).

Примечание 3. Термин APV также обозначает заходы на посадку с использованием наведения GNSS по горизонтали и Baro VNAV по вертикали; соответствующие минимумы на карте указываются как LNAV/VNAV. В этом случае порог сигнализации по горизонтали обычно соответствует применяемому при неточном заходе на посадку на основе ABAS, и порог сигнализации по вертикали не применяется, поскольку не существует технической возможности обеспечить целостность для Baro VNAV. Построение схемы захода на посадку учитывает технические характеристики Baro VNAV, которые определены в руководстве по PBN.

Глава 3

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ОСНОВНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СОЗВЕЗДИЯ

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1.1 Спутники GPS и GLONASS передают высокоточные сигналы времени и сообщения с данными, включающими параметры орбиты спутника (данные эфемерид). Если источник времени в приемнике был бы идеально синхронизирован с предельно точным источником времени на спутнике, приемник мог бы вычислять свое местоположение в трех измерениях, используя три спутника и определяя расстояние до каждого из них. На практике приемник вычисляет "псевдодальность" по меньшей мере до четырех спутников и определяет их положения в момент передачи сообщения. Зная псевдодальность до четвертого спутника, приемник может определить поправку по времени. Точность определения местоположения зависит от точности измерения дальностей и относительного расположения (геометрического фактора) используемых для измерения спутников. Геометрический фактор идеален, когда спутники широко распределены, и плох, когда они сгруппированы в одном направлении от приемника. Совместное использование двух и более созвездий улучшает характеристики GNSS.

3.2 ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ (GPS)

3.2.1 Военно-воздушные силы Соединенных Штатов осуществляют эксплуатацию системы от имени правительства США. В 1994 г. Соединенные Штаты предложили службу стандартного определения местоположения (SPS) для нужд международной гражданской авиации и заново подтвердили это предложение в 2007 г. следующим образом: "Правительство США пролонгирует свое обязательство по предоставлению сигналов GPS SPS на постоянной основе и в глобальном масштабе без взимания прямых сборов, обеспечивая возможность гражданского использования служб PNT (включая функциональные дополнения для GPS SPS), и по предоставлению открытого свободного доступа к информации, необходимой для разработки и производства оборудования с целью использования этих видов обслуживания". Оба предложения были приняты Советом ИКАО. Соединенные Штаты опубликовали стандарт по эксплуатационным характеристикам GPS, который определяет минимальный уровень обслуживания.

3.2.2 Космический сегмент GPS состоит из 24 спутников, расположенных в 6 орбитальных плоскостях. Спутники функционируют на близких к круговым орбитах на высоте 20 200 км (10 900 м. миль), а угол наклона орбит к экватору составляет 55°; каждый спутник совершает полный оборот приблизительно за 12 ч. Сегмент управления GPS состоит из 17 станций контроля и 4 наземных антенн, обеспечивающих передачу по линии "вверх". Станции контроля используют приемники GPS для наблюдения за движением спутников, находящихся в зоне видимости, и получения данных по дальностям. Главная станция управления обрабатывает эту информацию для того, чтобы определять состояние источника времени и орбиты спутника и обновлять навигационные сообщения каждого спутника. Эта обновленная информация передается на спутники через наземные антенны, которые используются также для передачи и приема информации о техническом состоянии спутника и управляющей информации.

3.2.3 Навигационное сообщение составлено из трех основных компонентов. Первый компонент содержит информацию о дате и времени GPS, а также о состоянии спутника и его исправности. Второй компонент содержит информацию об орбите, называемую "эфемериды", которая позволяет приемнику вычислить местопо-

ложение спутника. Третий компонент, называемый "альманах", предоставляет информацию о расположении спутников в составе созвездия и кодах псевдослучайного шума (PRN) всех спутников, которые позволяют приемнику определить, какие спутники находятся в его зоне видимости.

3.2.4 Обслуживание GPS SPS, использующее код грубого выделения сигнала (C/A) на частоте L1 (1575,42 МГц), разработано с целью обеспечения точного определения местоположения для гражданских пользователей по всему миру. Точное позиционное обслуживание (PPS), использующее прецизионный код (P-code) на частоте L2 (1227,6 МГц), обеспечивает возможность более точного определения местоположения, но кодирование сигнала ограничивает его использование только организациями, имеющими специальное разрешение. В GPS используется метод кодового разделения каналов (CDMA), при использовании которого все спутники осуществляют передачи на одной частоте и различаются по присвоенным им индивидуальным кодам PRN.

3.2.5 Стандарт характеристик SPS GPS определяет обязательства перед гражданскими пользователями в отношении уровня эксплуатационных параметров. Интерфейсная спецификация IS GPS 200 детализирует технические характеристики сигнала SPS на несущей частоте L и кода C/A, а также техническое соответствие между требованиями к созвездию GPS и приемникам SPS. Стандарт по эксплуатационным характеристикам является консервативным, поскольку он гарантирует наличие только 21 действующего спутника. Предусматриваемое обслуживание на основе GNSS должно исходить из консервативных гарантий, однако это означает, что в течение преобладающего времени качество предоставляемого обслуживания будет превосходить предусматривавшиеся уровни. В отдельные периоды времени число действующих спутников превышало 30 аппаратов. Начиная с 1993 г. GPS непрерывно обеспечивала соответствие существующим стандартам на эксплуатационные характеристики. Дополнительную информацию, касающуюся GPS, можно найти на вебсайте Навигационного центра береговой охраны США (www.navcen.uscg.gov).

3.2.6 Основанные на GNSS виды обслуживания были внедрены, когда GPS достигла состояния полной эксплуатационной готовности в 1993 г., и в 2012 г. GPS продолжала обеспечивать поддержку этих видов обслуживания. Кроме того, доступ к стандарту, содержащему характеристики GPS, позволил производителям оборудования, органам регулирования и поставщикам АНО осуществлять разработку стандартов и систем для применения GPS.

3.2.7 Для направления усилий по дальнейшей разработке GPS и функциональных дополнений Соединенные Штаты Америки разработали следующие принципы в отношении Космической службы PNT (см. <http://www.gps.gov>) :

- a) предоставлять GPS и функциональные дополнения на постоянной основе и в глобальном масштабе без взимания прямых сборов с пользователей;
- b) обеспечивать открытый и свободный доступ к информации необходимой для разработки аппаратуры пользователей;
- c) совершенствовать характеристики GPS и функциональных дополнений;
- d) стремиться к обеспечению взаимодействия международных систем с GPS гражданского назначения и функциональными дополнениями или, по меньшей мере, обеспечению их совместимости.

3.3 ГЛОБАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА (ГЛОНАСС)

3.3.1 Эксплуатация ГЛОНАССС осуществляется министерством обороны Российской Федерации. Федеральному космическому агентству Российской Федерации поручено действовать в качестве координатора по обеспечению функционирования и развития системы ГЛОНАСС, гражданского применения системы и

международного сотрудничества в этой области. В 1996 г. Российская Федерация следующим образом предложила обслуживание ГЛОНАСС для использования гражданской авиацией: "...от имени правительства Российской Федерации подтверждается предложение, сделанное на Десятой Аэронавигационной конференции, в отношении предоставления канала стандартной точности ГЛОНАСС для использования мировым авиационным сообществом в течение 15 лет без взимания прямых сборов с пользователей". Предложение было принято Советом ИКАО.

3.3.2 В номинальном составе космический сегмент ГЛОНАСС включает 24 спутника и несколько запасных. Спутники ГЛОНАСС находятся на высоте 19 100 км (10 310 м. миль) с периодом оборота, составляющим 11 ч 15 мин. Восемь равномерно распределенных по орбите спутников расположены на каждой из трех орбит с углом наклона к экватору $64,8^\circ$ и разнесением на 120° по отношению друг к другу. ГЛОНАСС обеспечивает определение местоположения и скорости в трех измерениях, основанное на измерении времени прохождения и доплеровского сдвига радиочастоты (РЧ) сигналов, передаваемых спутниками ГЛОНАСС.

3.3.3 Навигационное сообщение, передаваемое каждым спутником, состоит из координат спутника, компонентов векторов скорости и ускорения, информации о состоянии спутника и поправок к данным о времени системы ГЛОНАСС. Спутники ГЛОНАСС осуществляют передачу навигационных сигналов в диапазоне частот L1 (1559–1610 МГц), модулированных кодами канала стандартной точности (CSA) и содержащих сообщение с навигационными данными. В основу ГЛОНАСС положена концепция частотного разделения каналов (FDMA), в рамках которой каждый спутник передает сигналы на своей несущей частоте. Приемник ГЛОНАСС разделяет сигналы всех находящихся в зоне видимости спутников посредством распределения разных частот по каналам слежения. Применение метода FDMA позволяет использование единого кода CSA каждым спутником ГЛОНАСС.

3.3.4 Навигационное сообщение доставляет информацию о состоянии передающего спутника вместе с информацией об остальной части созвездия. С позиции пользователя главными элементами информационного сообщения спутника ГЛОНАСС являются корректирующие поправки к источнику времени и параметры местоположения спутника ("эфемериды"). Временные поправки в системе ГЛОНАСС предоставляют данные, корректирующие разницу между временем на часах отдельного спутника и временем системы ГЛОНАСС, которое связано с Всемирным координированным временем (UTC).

3.3.5 Информация об эфемеридах включает трехмерное местоположение спутника в геоцентрической системе координат, скорость и ускорение на момент времени (эпоху), обновляемые через каждые полчаса для каждого спутника. Для измерений в моменты времени в промежутках между получасовыми эпохами пользователь интерполирует координаты спутника, используя данные получасовых измерений местоположения, скорости и ускорения до и после момента данного измерения.

3.3.6 Сегмент управления ГЛОНАСС выполняет наблюдательные и управляющие функции для спутников и определяет навигационные данные для их модуляции в кодированные спутниковые навигационные сигналы. Сегмент управления включает главную станцию управления, а также станции контроля и передачи данных на спутник. Данные измерений от каждой станции контроля обрабатываются на главной станции управления и используются для вычисления навигационных данных, которые передаются на спутники через станции передачи данных. Эксплуатация системы требует точной синхронизации часов спутников со временем системы ГЛОНАСС. Для выполнения необходимой синхронизации главная станция управления предоставляет параметры корректирующих поправок.

3.3.7 Дополнительная информация, касающаяся ГЛОНАСС, включая *Интерфейсный контрольный документ ГЛОНАСС*, доступна на вебсайте: <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/>.

Глава 4

СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДОПОЛНЕНИЯ

4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1.1 Для соответствия требованиям Приложения 10 в отношении характеристик, необходимых для поддержки конкретных операций, существующие основные спутниковые созвездия нуждаются в функциональном дополнении с помощью ABAS, GBAS или SBAS. Для этой цели бортовая аппаратура GNSS осуществляет обработку сигналов основных спутниковых созвездий, а также сигналов GBAS или SBAS там, где действуют эти системы функционального дополнения. Перечень стандартов для бортового оборудования содержится в добавлении А.

4.2 БОРТОВАЯ СИСТЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДОПОЛНЕНИЯ (ABAS)

4.2.1 ABAS представляет собой комплекс бортового оборудования, которое обрабатывает сигналы основных созвездий вместе с информацией, имеющейся на борту воздушного судна. Многие государства воспользовались преимуществами использования GPS/ABAS для улучшения обслуживания без каких-либо расходов на инфраструктуру.

4.2.2 Существует два основных способа контроля целостности: автономный контроль целостности в приемнике (RAIM), при котором используется только информация GNSS, и автономный контроль целостности на борту (AAIM), при котором используется также информация и от других бортовых датчиков, таких как инерциальные системы отсчета (IRS).

4.2.3 ABAS осуществляет контроль целостности, используя избыточные измерения дальности для выявления неисправностей (FD) или выявления и исключения неисправностей (FDE). Целью выявления неисправностей является определение потенциальной ошибки определения местоположения, вызванной выходом параметров спутника за пределы допусков. Результатом выявления неисправности является потеря навигационной функции. Бортовое оборудование, осуществляющее FDE, определяет отказавший спутник и прекращает его использование, позволяя тем самым продолжать непрерывное использование GNSS для навигации, при условии, что в зоне видимости приемника остается достаточно исправных спутников с хорошей геометрией их относительного расположения.

4.2.4 Основой ABAS является базовый приемник GNSS, который поддерживает выполнение полетов по маршруту, в зоне аэродрома и операции NPA, а также обеспечивает, как минимум, выявление неисправностей с использованием RAIM. Для улучшения выходных характеристик навигационной системы воздушного судна приемник GNSS может быть включен в состав комплексной навигационной системы в качестве датчика.

4.2.5 Базовый приемник GNSS отвечает общим требованиям к приемнику GPS, представленным в Приложении 10, и спецификациям в документах RTCA/DO-208 или EUROCAE ED-72A с учетом изменений, внесенных посредством TSO-C129с Федерального авиационного управления (ФАУ) США или ETSO-C129A Европейского агентства по безопасности полетов (ЕАБП) (либо требованиям других эквивалентных документов). Эти документы устанавливают стандарты минимальных эксплуатационных характеристик для выполнения полетов по маршруту, в зоне аэродрома и операций NPA. RAIM удовлетворяет требованиям PBN в отношении

бортового контроля характеристик и сигнализации, предписываемых в навигационных спецификациях требуемых навигационных характеристик (RNP). В Российской Федерации используются бортовые комбинированные приемники ГЛОНАСС/GPS.

4.2.6 Кроме выявления неисправностей с помощью RAIM, базовый приемник GNSS должен обеспечивать функции планирования (упреждения) разворота и извлечения схем захода на посадку из постоянной электронной базы навигационной данных. Конструктивная схема приемника не допускает выполнения заходов на посадку с использованием вводимых пользователем пунктов маршрута, и, если экипаж изменит или удалит какой-нибудь пункт схемы захода на посадку, приемник не перейдет в этот режим работы.

4.2.7 Для того чтобы обнаружить отказ и выдать предупреждение экипажу, алгоритм RAIM требует избыточных измерений дальности спутников (как минимум пяти спутников при хорошем геометрическом факторе); для FDE требуется определение дальности шести спутников. Доступность RAIM и FDE несколько ниже при выполнении операций в средних широтах и несколько выше в экваториальных зонах и высоких широтах. Требование в отношении избыточных сигналов означает, что эксплуатационная готовность навигационного обслуживания с уровнем целостности, предоставляемым посредством RAIM, может не быть обеспечена в течение 100 % времени, вследствие чего разрешения на использование GPS/RAIM обычно предусматривают эксплуатационные ограничения.

4.2.8 Данные барометрического высотомера могут использоваться в качестве дополнительных значений измерения дальности, поэтому требуемое для RAIM и FDE число спутников в зоне видимости приемника может быть сокращено на один. Барометрическое средство может также помочь повысить эксплуатационную готовность, когда в зоне видимости находится достаточное количество спутников, но их геометрия не позволяет осуществлять функцию целостности. Следует иметь в виду, что подкрепление функции RAIM барометрическими данными, отличается от основанной на барометрических данных функции вертикальной навигации (BaroVNAV), используемой для выполнения заходов на посадку с наведением в вертикальной плоскости по минимумам LNAV/VNAV.

4.2.9 Входными данными для алгоритмов RAIM и FDE являются стандартное отклонение ошибок измерения, геометрический фактор при измерении, а также максимально допустимые вероятности ложного срабатывания сигнализации и пропуска обнаружения неисправности. На выходе алгоритма формируется уровень защиты в горизонтальной плоскости (HPL), представляющий собой радиус круга с центром в истинном местоположении воздушного судна, в пределах которого гарантируется нахождение индицируемого местоположения в соответствии с установленным требованием целостности. Следует иметь в виду, что величина HPL в нормальных условиях значительно больше любой ошибки определения местоположения, однако эта величина является ключевой для обеспечения целостности при определении местоположения.

4.2.10 Сигнализация RAIM срабатывает при плохой геометрии расположения спутников, приводящей к выходу HPL за пределы HAL. В этом случае теряется способность определения неисправного спутника. Тип операции определяет величину HAL, а именно 2 м. мили для маршрутного полета, 1 м. мили для зоны аэродрома и 0,3 м. мили для конечного участка захода на посадку. Следовательно, наиболее высокая эксплуатационная готовность RAIM обеспечивается в маршрутном полете и наименьшая – при NPA. Выявление неисправности спутника посредством алгоритма RAIM приводит к выдаче сигнализации, и, если приемник не способен выполнять функцию FDE, то происходит утрата возможности навигации с использованием GNSS.

4.2.11 Некоторые государства выдали разрешения на использование GPS в качестве единственного средства навигационного обслуживания во внутреннем воздушном пространстве, а также в океанических и отдаленных районах. В этих случаях к бортовому оборудованию предъявляется требование по наличию FDE. В соответствии с этими разрешениями может устанавливаться требование, что коммерческие воздушные суда подлежат оборудованию дублированными системами, и в целях обеспечения непрерывности обслуживания эксплуатанты воздушных судов должны проводить предполетное прогнозирование для получения уверенности в том, что в течение полета в зоне видимости будет находиться достаточное для обеспечения обслуживания число спутников.

4.2.12 До 1 мая 2000 г. Соединенные Штаты Америки применяли метод селективного доступа (SA), посредством которого осуществлялось ухудшение точности GPS. Прекращение использования SA привело к немедленному повышению точности GPS. Как указывается в п. 4.3.3, это также привело к повышению эксплуатационной доступности характеристик целостности в некоторых образцах приемников.

4.2.13 Информация GNSS может объединяться с навигационной информацией других систем для улучшения навигационных характеристик. IRS или система зональной навигации, принимающая множественные входные сигналы дальномерного оборудования (DME), могут использоваться в режиме счисления в течение коротких периодов неудовлетворительного геометрического расположения спутников или тогда, когда элементы конструкции воздушного судна затеняют антенны GNSS при маневрировании. GNSS с функцией FD или FDE в сочетании с кратковременной точностью IRS снижает влияние преднамеренных помех или потери обслуживания вследствие ионосферных явлений. Такого рода бортовые функциональные дополнения могут быть сертифицированы в соответствии с документом ФАУ США TSO-C115A.

4.3 СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДОПОЛНЕНИЯ (SBAS)

4.3.1 Архитектура и принцип действия SBAS

4.3.1.1 SBAS дополняет основные спутниковые созвездия, предоставляя информацию о целостности и поправкам; некоторые системы также передают дополнительные сигналы для измерения дальности. Опорные станции SBAS, распределенные на обширной территории, контролируют сигналы основных спутниковых созвездий и непрерывно передают данные главным станциям управления. Главные станции управления используют эти данные для оценки достоверности сигнала и вычисляют корректировки передаваемых эфемерид и времени для каждого спутника. Главные станции управления SBAS также оценивают временную задержку при измерении дальности, вносимую при прохождении земной ионосферы, и вычисляют поправки, применимые в определенных точках ионосферной сетки. Кроме формирования поправок, главные станции оценивают параметры, которые ограничивают степень неопределенности поправок. Степень неопределенности корректировок времени и эфемерид характеризуется для каждого спутника дифференциальной погрешностью дальности пользователя (UDRE). Представленная для каждой точки ионосферной сетки ошибка по вертикали (GIVE) характеризует степень неопределенности ионосферных поправок в окрестностях этой точки.

4.3.1.2 Главные станции управления формируют сообщения SBAS, которые передаются на геостационарные спутники станциями передачи данных по линии вверх. Ретрансляторы на геостационарных спутниках рассылают сообщения SBAS на частоте L1 GPS, используя индивидуальные коды PRN. Геостационарный спутник представляется неподвижным объектом, расположенным на определенной долготе над экватором, так что его сигналы доступны фактически во всем полушарии за исключением полярных зон.

4.3.1.3 SBAS может послать сообщение "НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ", если определен неисправный спутник, или сообщение "НЕТ КОНТРОЛЯ", если спутник не находится в зоне видимости одной из станций контроля. Спутник, в отношении которого передано сообщение "НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ", не может использоваться ни при каких обстоятельствах, в то время как при наличии сообщения "НЕТ КОНТРОЛЯ" спутник может использоваться в режиме RAIM/FDE ABAS.

4.3.1.4 Ионосферные поправки являются ключевым фактором для обеспечения точности и целостности при операциях APV. Для этого требуется широкая сеть опорных станций, измеряющих ионосферные задержки. Например, для выполнения требований по обеспечению этих операций в WAAS используется 38 опорных станций, расположенных в Канаде, Мексике и США. Как указывается в главе 5, ионосфера находится в очень активном состоянии в экваториальных зонах, создавая серьезные технические затруднения для SBAS нынешнего поколения в части обеспечения заходов на посадку с вертикальным наведением в этих зонах.

4.3.1.5 SARPS для GNSS определяют три уровня функциональных возможностей SBAS, предусматривающих: информацию о состоянии спутников основного созвездия и предоставление дальномерного сигнала геостационарного спутника; поправки к времени и эфемеридам; и поправки к времени, эфемеридам и ионосферные поправки. Первые два уровня обеспечивают PBN на этапах полета по маршруту и NPA, в то время как третий уровень обеспечивает операции APV.

4.3.2 Бортовая аппаратура SBAS

4.3.2.1 Термин "приемник SBAS" обозначает бортовую аппаратуру GNSS, которая соответствует минимальным требованиям к приемнику SBAS, приведенным в Приложении 10, и спецификациям в документе RTCA/DO-229C с учетом изменений либо в соответствии с TSO-C145с ФАУ США или EASA ETSO C145C для аппаратуры, предоставляющей данные для других бортовых систем навигации, либо в соответствии с TSO-C146с или ETSO C146C для автономной аппаратуры GNSS.

4.3.2.2 Существует четыре класса бортовой аппаратуры SBAS, которые обладают разными возможностями по предоставляемому уровню обслуживания. Оборудование класса I обеспечивает выполнение полета по маршруту, в зоне аэродрома и заход на посадку по минимумам LNAV. Класс II предусматривает операции в диапазоне от полета по маршруту до захода на посадку по минимумам LNAV/VNAV. Оборудование классов III и IV обеспечивает выполнение полета по маршруту, в аэродромной зоне и заходы на посадку по четырем категориям минимумов: LPV, LP, LNAV/VNAV и LNAV.

4.3.2.3 Приемник SBAS выдает скорректированную с учетом дифференциальных поправок информацию о местоположении в трех измерениях с помощью передаваемых поправок к эфемеридам и времени, а также посредством интерполяции в промежутках между точками ионосферной сетки для вычисления ионосферных поправок на линии прямой видимости между приемником и каждым спутником. Этим достигается точность определения местоположения, необходимая для заходов на посадку по процедуре APV.

4.3.2.4 Приемник SBAS объединяет оценки UDRE и GIVE с оценками неопределенностей в отношении точности собственных измерений псевдодальности и данных модели тропосферной задержки для вычисления значений HPL и VPL. Эти значения непрерывно сравниваются с порогом HAL и, для операций APV, с порогом VAL. Когда любой из этих порогов превышает, бортовой аппаратурой выдается сигнализация экипажу.

4.3.2.5 Для операций по заходу на посадку от бортовой аппаратуры SBAS требуется обеспечивать индикацию наиболее высокого уровня обслуживания, обусловленного сочетанием уровня целостности сигнала SBAS и допустимого уровня обслуживания по результатам сертификации приемника, причем для этого используются наименования, применяемые в строках схемы захода на посадку для обозначения минимумов. Бортовая аппаратура SBAS полностью обеспечивает выполнение процедуры RNAV и может также обеспечить векторение к конечному участку захода на посадку.

4.3.2.6 Бортовая аппаратура SBAS может также обеспечить справочную информацию для управления по вертикали при выполнении заходов на посадку по NDB и VOR, а также при операциях NPA с использованием GNSS там, где SBAS обеспечивает такой уровень обслуживания, что позволяет использовать преимущества захода на посадку в установившемся режиме. В этом случае экипаж несет ответственность за соблюдение минимальных абсолютных высот снижения, указанных на схеме захода на посадку.

4.3.2.7 Уровень целостности для схем захода на посадку с вертикальным наведением зависит от достоверности данных, определяющих схему захода. Для всех заходов на посадку с вертикальным наведением аппаратура SBAS использует информацию из блока данных конечного участка захода на посадку (FAS), содержащегося в базе данных бортового оборудования. Данные FAS защищены с обеспечением высокого уровня целостности посредством использования циклического избыточного кода, который применяет вычислительный алгоритм для подтверждения данных, в частности для установления каких-либо изменений в составе данных после их первоначального формирования.

4.3.2.8 Стандарты бортовой аппаратуры SBAS предписывают существенно улучшенный и более подробно определенный интерфейс пилот/аппаратура по сравнению с бортовой аппаратурой базовой GNSS. Это снижает рабочую нагрузку экипажа и обеспечивает преимущества особенно при повторных заходах на посадку и других этапах полета, связанных с высокой нагрузкой экипажа.

4.3.2.9 При использовании практически любой компоновки бортовой аппаратуры SBAS экипаж будет производить загрузку схемы конкретного захода на посадку из базы данных путем выбора аэропорта, взлетно-посадочной полосы и типа захода на посадку. Однако если в аппаратуре используется очень простой пульт управления, существует другая возможность выбора захода на посадку посредством ввода номера канала захода на посадку по SBAS, который указывается на каждой схеме захода.

4.3.2.10 Бортовая аппаратура SBAS должна отслеживать спутники GEO, которые передают поправки для текущего местоположения, и иметь способность быстрого перехода от использования данных одного спутника GEO к данным другого для обеспечения максимального уровня непрерывности обслуживания. Минимальные требования к бортовому оборудованию позволяют использовать любого поставщика обслуживания SBAS, а также смешанную информацию от нескольких поставщиков обслуживания для полетов по маршруту, в аэродромной зоне и заходов на посадку по процедурам LNAV. Для операций APV бортовая аппаратура SBAS должна использовать только ту SBAS, которая определена в блоке данных FAS. Эта особенность предоставляет поставщикам АНО средство выбора обслуживания в зонах, где может обеспечиваться обслуживание с использованием сигналов функционального дополнения двух или более SBAS.

4.3.2.11 Независимо от наличия обслуживания SBAS в том или ином государстве, бортовая аппаратура SBAS в сравнении с базовыми приемниками GNSS обеспечивает значительное повышение уровня эксплуатационной готовности, начиная от этапа полета по маршруту до выполнения NPA, благодаря тому факту, что применение режима SA прекращено, а также благодаря использованию функции FDE и дальномерного сигнала спутников GEO. Это позволяет государствам отменить эксплуатационные ограничения, налагаемые при использовании базовых приемников GNSS.

4.3.2.12 В большей части бортовой аппаратуры, соответствующей требованиям TSO-C129, предусмотрено, что режим SA существует, и для этой аппаратуры среднее значение эксплуатационной готовности RAIM составляет 99,99 % для полета по маршруту и 99,7 % для NPA при наличии в составе созвездия GPS 24 спутников. Эксплуатационная доступность FDE находится в пределах от 99,8 % для полета по маршруту до 89,5 % для NPA. Для SBAS в сочетании с бортовой аппаратурой, соответствующей требованиям DO-316/TSO C196 (которые не предусматривают функции SBAS), эксплуатационная готовность RAIM составляет 100 % для полета по маршруту и 99,998 % для NPA; эксплуатационная готовность FDE находится в пределах от 99,92 % для полета по маршруту до 99,1 % для операций NPA.

4.3.3 Операции с использованием SBAS

4.3.3.1 В большинстве случаев заходы на посадку по SBAS повышают степень использования аэропорта за счет снижения минимумов с одновременным получением преимуществ в отношении безопасности полетов при использовании наведения в вертикальной плоскости. Эти выгоды доступны для большинства аэропортов, поскольку для захода на посадку по SBAS в аэропорту не требуется никакого наземного оборудования SBAS. Однако минимумы для посадки все же зависят от внешних физических факторов (препятствий, характеристик ВПП и светотехнического оборудования). Уровни эксплуатационной доступности SBAS позволяют эксплуатантам воспользоваться преимуществами использования минимума для захода на посадку по приборам при выборе запасного аэродрома.

4.3.3.2 Для одного направления посадки может использоваться только одна схема захода на посадку по минимуму LPV, основывающаяся на уровне обслуживания, который обеспечивает SBAS для данного аэропорта. Блок данных FAS определяет HAL и VAL для соответствующей схемы захода, но их значения остаются неизвестными для экипажа, который совершает посадку в соответствии с опубликованным минимумом LPV.

Карты захода на посадку, которые предусматривают схемы захода по SBAS, обозначаются как RNAV(GNSS) RWY NN и могут содержать до четырех строк для указания минимумов: LPV (или LP), LNAV/VNAV, LNAV и ЗАХОД ПО КРУГУ. Карты будут содержать строки либо для минимума LPV, либо для минимума LP, но не для двух минимумов одновременно. Минимумы LP будут указаны только тогда, когда оказывается невозможным разработать схему с вертикальным наведением вследствие сложного рельефа или наличия препятствий.

4.3.3.3 Первоначально предполагалось, что высота 75 м (250 фут) будет минимально возможной высотой принятия решения (DH) для захода на посадку по SBAS. Опыт, полученный при использовании WAAS, показал, что это предположение было консервативным и что при значении VAL 35 м (115 фут) возможно обеспечить высоту принятия решения 60 м (200 фут) (процедура LPV-200), соответствующую минимуму категории I. Для посадки по ILS в Соединенных Штатах был выполнен анализ, в котором сравнивались вертикальные отклонения, зарегистрированные при использовании WAAS, с порогами системы контроля глиссадного радиомаяка системы ILS. Отклонение от глиссады ILS в точке, номинально расположенной на DH 60 м (200 фут), может достигать 17 м (55 фут), оставаясь в пределах допусков системы контроля. С другой стороны, допуск в этой же точке, установленный для летной инспекции ILS, составляет 12 м (40 фут). Отмеченная в результате более чем 1,76 млрд измерений при величине VAL, не превышающей 35 м (115 фут), максимальная ошибка передаваемого WAAS сигнала в пространстве составила в вертикальной плоскости 8,9 м (29 фут). Подобный диапазон ошибок отмечен в результате исследований, проведенных с Европейской геостационарной системой навигационного перекрытия (EGNOS). Ошибка SBAS по вертикали при заходе на посадку приводит к образованию в вертикальной плоскости траектории параллельной траектории, предусмотренной схемой захода на посадку, и смещенной вверх или вниз по отношению к последней. Высота принятия решения определяется по барометрическому высотомеру, который независим от SBAS, однако при смещении траектории вниз воздушное судно достигнет DH на большем удалении от ВПП, чем при снижении по нормальной траектории. При анализе принята наихудшая и чрезвычайно консервативная ошибка по вертикали величиной 35 м (115 фут) и показано, что воздушное судно будет при этом оставаться в пределах поверхностей ограничения препятствий для захода на посадку по категории I с использованием ILS. Учитывая различия в предпосылках при проведении анализа, Приложение 10 предлагает другим государствам выполнить оценку безопасности на системном уровне, прежде чем продвигаться в направлении внедрения операций LPV-200.

4.3.4 Зона действия и зона обслуживания SBAS

4.3.4.1 Зона действия SBAS определяется областью обзора геостационарного спутника. В пределах этой зоны действия государства могут устанавливать зоны обслуживания, внутри которых SBAS обеспечивает выполнение операций, утвержденных для применения в условиях эксплуатации. Другие государства, находящиеся в пределах зоны действия, также могут вводить зоны обслуживания, устанавливая объединенные опорные/контрольные станции в сотрудничестве с поставщиком обслуживания SBAS, или посредством выдачи эксплуатационных разрешений на использование сигналов SBAS. Первый вариант предусматривает улучшенные характеристики и определенную степень управления системой. Во втором варианте отсутствует любое участие в управлении системой, а характеристики находятся в зависимости от близости потенциальной зоны обслуживания к обеспечивающей обслуживанию SBAS. В любом случае, государство, установившее зону обслуживания SBAS, несет ответственность за определение видов операций, которые обеспечиваются в этой зоне обслуживания, и принимает на себя обязательства относительно сигналов SBAS в пределах зоны обслуживания.

4.3.4.2 При внедренной в полном объеме SBAS дальномерные сигналы, данные о состоянии спутников и функции по предоставлению основных дифференциальных поправок обеспечиваются во всей зоне действия спутника GEO, и предоставление данных контроля и целостности для спутников основного созвездия и SBAS с технической точки зрения является достаточным для выполнения операций NPA.

4.3.4.3 Стандарты для бортовой аппаратуры SBAS предусматривают плавный и незаметный переход при перемещении из одной зоны обслуживания SBAS в другую или в район, где отсутствует обслуживание SBAS. В последнем случае приемник автоматически переключается на режим навигации с использованием FDE.

Приемник может также возвращаться к навигации с использованием SBAS, если такое переключение оправдано. Этим обеспечивается возможность глобальной навигации для выполнения основанных на PBN полетов по маршруту, в зоне аэродрома и при заходе на посадку.

4.3.4.4 Вероятно, что будут наблюдаться случаи недостаточной эксплуатационной доступности требуемой целостности для операций APV вблизи границ зоны обслуживания SBAS. Государствам необходимо провести исследования эксплуатационной готовности для аэропортов в этих районах, используя моделирование, а в некоторых случаях технологии сбора данных, и воздержаться от внедрения заходов на посадку по минимумам LPV там, где пониженный уровень эксплуатационной доступности может привести к эксплуатационным проблемам.

4.3.4.5 Разработанная в США система функционального дополнения с широкой зоной действия (WAAS), находится в эксплуатации с 2003 г. В 2007 г. Соединенные Штаты Америки приняли обязательство предоставлять "сигналы работающей на одной частоте WAAS на недискриминационной основе без взимания прямых сборов в зоне действия спутников WAAS в пределах установленной зоны обслуживания системы и обеспечить открытый свободный доступ к информации, необходимой для разработки и производства оборудования с целью использования этого вида обслуживания". В соответствии с двусторонними соглашениями Канада и Мексика размещают на своей территории опорные станции WAAS, обеспечивая таким образом обслуживание SBAS во всех трех странах. Японская MSAS введена в эксплуатацию в 2007 г. Европейская EGNOS введена в эксплуатацию в начале 2011 г. Европейская комиссия (ЕС) информировала ИКАО, что предоставляемое EGNOS обслуживание по обеспечению безопасности жизни людей (SoL) предлагается сообществу международной гражданской авиации без взимания прямых сборов. GAGAN разрабатывается в Индии, и ее ввод в эксплуатацию ожидается в 2013 г. Вышеуказанные системы осуществляют функциональное дополнение GPS и не обеспечивают эту функцию в отношении ГЛОНАСС. Система дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) разрабатывается в Российской Федерации, и ее ввод в эксплуатацию ожидается в 2015 г.; система проектируется для обеспечения пользователей GNSS поправками и информацией о целостности для GPS и ГЛОНАСС. Благодаря соответствию стандартам в Приложении 10 эти системы обладают потенциалом обеспечить непрерывное обслуживание в районах, где перекрываются из зоны обслуживания. Конструктивное исполнение EGNOS, GAGAN, СДКМ и WAAS предусматривает обеспечение операций в диапазоне от полета по маршруту до APV; начиная с 2010 г. MSAS обеспечивает операции при полете по маршруту вплоть до NPA, и в Японии рассматривается техническая возможность обеспечения операций APV.

4.3.4.6 Несмотря на то что архитектуры EGNOS, GAGAN, MSAS, СДКМ и WAAS различны, эти системы передают сообщение со стандартным форматом на одной частоте (GPS L1) и таким образом взаимозаменяемы для использования воздушным судном. Когда зоны действия SBAS перекрывают друг друга, для оператора SBAS предоставляется возможность контролировать и передавать сообщения с информацией о целостности и поправками для спутников GEO, принадлежащих другой SBAS, повышая тем самым эксплуатационную доступность посредством добавления источников дальномерного сигнала. Всем операторам SBAS рекомендуется применять такое расширение возможностей системы.

4.3.4.7 Бортовая аппаратура SBAS будет функционировать в зоне действия любой SBAS. Государствам и регионам нужно с помощью ИКАО осуществлять соответствующую координацию для того, чтобы воздушные суда не испытывали последствий эксплуатационных ограничений там, где доступны пригодные для использования сигналы SBAS. Если какое-либо государство не разрешит использование некоторых или всех сигналов SBAS для операций при полете по маршруту и в зоне аэродрома, пилоты, использующие бортовую аппаратуру SBAS, будут вынуждены полностью прекратить использование GNSS, поскольку стандарты для приемника не содержат спецификации, определяющей возможность отключения конкретной SBAS для этих операций. Это может привести к невозможности использования GNSS и возникновению значительных опасений в отношении безопасности полетов.

4.4 НАЗЕМНАЯ СИСТЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДОПОЛНЕНИЯ (GBAS)

4.4.1 Архитектура GBAS

4.4.1.1 Наземная станция GBAS располагается на территории обслуживаемого этой станцией аэропорта или вблизи него. Станция контролирует сигналы основных созвездий и передает применимые в ее зоне обслуживания корректировки псевдодальностей, параметры целостности и определяющие схему захода на посадку данные для воздушных судов в зоне аэродрома, используя всенаправленную передачу данных в ОБЧ-диапазоне (VDB) в пределах полосы частот 108,025–117,975 МГц. Согласно Приложению 10 GBAS обеспечивает точный заход на посадку по категории I и обслуживание по определению местоположения в зоне аэродрома. Проект изменений к SARPS для GBAS, обеспечивающей заходы на посадку по категориям II/III, разработан, и в настоящее время в государствах и промышленных организациях проходит процедура подтверждения этих поправок. Уровень обслуживания, предоставляемый GBAS, определяет степень сложности наземной станции.

4.4.1.2 Обслуживание GBAS для выполнения точного захода на посадку обеспечивает наведение с устранением отклонений по горизонтали и вертикали на конечном участке захода на посадку. Предоставляемое по мере необходимости факультативное обслуживание GBAS по определению местоположения обеспечивает выполнение операций PBN в горизонтальной плоскости в аэродромных зонах. При необходимости GBAS может предоставлять поправки к дальномерным сигналам геостационарных спутников SBAS.

4.4.1.3 В состав наземного оборудования GBAS входят антенны для приема спутниковых сигналов, а также электронное оборудование, которое может быть установлено в любом подходящем для этой цели здании аэропорта. В отличие от ILS и микроволновой системы посадки (MLS), расположение антенны довольно независимо от конфигурации ВПП, однако требует тщательной оценки местных источников помех, препятствий для прохождения сигнала, защитных зон в аэропорту и многопутевого распространения. Расположение передающей антенны VDB должно обеспечивать достаточную зону действия, необходимую для выполнения планируемого производства полетов.

4.4.1.4 В пределах зоны действия входящей в ее состав VDB одна наземная установка GBAS может обеспечить управление для не более чем 49 схем захода на посадку. Инструктивный материал для ввода данных при обеспечении множественных схем захода находится в разделе 7 дополнения D тома I Приложения 10.

4.4.1.5 VDB GBAS передает сигналы либо с горизонтальной (GBAS/H), либо с эллиптической (GBAS/E) поляризацией. Передача с поляризацией GBAS/H является стандартом. Передача с поляризацией GBAS/E является рекомендуемой практикой. Большинство воздушных судов будут оборудованы горизонтально поляризованными приемными антеннами VDB, которые могут принимать оба сигнала, как GBAS/H, так и GBAS/E. Другие воздушные суда, в основном определенные типы самолетов военной авиации, будут оборудованы антеннами для приема вертикально поляризованных сигналов и будут ограничены использованием оборудования GBAS/E. Поставщики обслуживания GBAS должны обозначать тип поляризации антенны VDB для каждой из своих установок в сборнике аэронавигационной информации (AIP) данного государства.

4.4.1.6 Блок передаваемых данных конечного участка захода на посадку (FAS) определяет траекторию конечного этапа захода на посадку. Блок данных FAS позволяет осуществлять наведение по отклонению, подобное наведению по системе ILS. Блок данных FAS связан с номером канала GBAS в диапазоне номеров от 20 000 до 39 999 посредством схемы присвоения каналов, которая также привязана к соответствующим частотам, используемым станциями VDB. Инструктивный материал по присвоению каналов находится в разделе 7 дополнения D тома I Приложения 10.

4.4.1.7 В отличие от ILS, GBAS может обеспечивать выполнение нескольких схем захода на посадку для одного и того же направления посадки с индивидуальным номером канала, определяющим каждую из схем. Заходы на посадку по схемам из этой группы могут производиться с разными углами наклона глиссады и/или при смещенных порогах ВПП.

4.4.1.8 Линия передачи данных GBAS предусматривает техническое обеспечение для аутентификации сигнала, передаваемого наземной станцией. Эта функциональная способность системы не является обязательной для категории I, но будет требоваться для категорий II/III.

4.4.2 Бортовая аппаратура и операции с использованием GBAS

4.4.2.1 Термин "приемник GBAS" обозначает бортовую аппаратуру GNSS, которая соответствует минимальным требованиям к приемнику GBAS, приведенным в Приложении 10, и надлежащим национальным спецификациям, таким как документ RTCA/DO-253A с изменениями согласно документу ФАУ США TSO C-161a/162a.

4.4.2.2 Подобно ILS и MLS, приемник GBAS обеспечивает наведение по горизонтали и вертикали относительно заданного посадочного курса и глиссады. В приемнике реализована схема выбора каналов, которая осуществляет выбор частоты сигнала VDB и конкретного блока данных FAS, определяющего схему захода на посадку. Каждая схема захода на посадку требует присвоения отдельного канала. Для точного захода на посадку приемник GBAS использует только те спутники, для которых предоставляются поправки.

4.4.2.3 В целях упрощения интеграции GBAS с существующим бортовым оборудованием стандарты бортовой аппаратуры GBAS были разработаны по подобию ILS. Шкалы и индикация дисплея такие же, как и для ILS, что упрощает подготовку экипажей. Все виды бортовой аппаратуры будут обеспечивать наведение относительно посадочного курса и глиссады для любых конфигураций наземных станций.

4.4.2.4 При наличии обслуживания GBAS по определению местоположения будут обеспечиваться данные о местоположении, скорости и времени, которые могут использоваться для ввода в бортовую систему навигации или в качестве источника информации о местоположении для ADS-B. Если этот вид обслуживания не обеспечивается данной наземной станцией или бортовой аппаратурой, приемник будет предоставлять информацию о местоположении, скорости и времени в соответствии с требованиями ABAS для поддержки операций PBN (см. таблицу 4-2).

4.4.2.5 При использовании GBAS в схемах захода на посадку по GBAS применяется термин система посадки GBAS (GLS), который указывается как в заголовке карты захода (GLS RWY NN), так и в строке минимума.

4.4.2.6 Более детальное описание GBAS и уровней характеристик, обеспечиваемых GBAS, представлено в разделе 7 дополнения D тома I Приложения 10.

4.4.2.7 В соответствии с SARPS ИКАО и стратегией внедрения и применения не визуальных средств захода на посадку и посадки, которая предусматривает возможность смешанного использования различных систем, обеспечивающих обслуживание для точного захода на посадку, промышленностью разработан многорежимный приемник (MMR). Этот приемник может обеспечивать выполнение операций по точному заходу на посадку, используя ILS, MLS, GBAS и, возможно, SBAS.

Глава 5

УЯЗВИМОСТЬ GNSS

5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1.1 Уровень передаваемых спутниками сигналов GNSS на входе антенны приемника очень низок, вследствие чего эти сигналы подвержены влиянию помех. Обслуживание, предоставляемое обычными средствами, также может быть нарушено из-за вредных помех, однако GNSS, как правило, предоставляет обслуживание большому количеству воздушных судов, и помехи могут затронуть обширные географические районы. Сигналы GNSS подвержены также влиянию ионосферных эффектов.

5.1.2 Приемники GNSS должны обеспечивать выполнение требований к их характеристикам при уровнях вредных помех, определенных в Приложении 10, и использоваться в условиях, определенных рекомендациями Международного союза электросвязи (МСЭ). Вредные помехи, превышающие установленные уровни, могут привести к ухудшению или утрате обслуживания, хотя стандарты на бортовую аппаратуру требуют, чтобы такого рода помехи не приводили к выдаче ложной информации с опасными последствиями (HMI).

5.1.3 Существующие разрешения на применение GNSS относятся к использованию общего для GPS, ГЛОНАСС и SBAS диапазона частот. Это облегчает подавление сигналов GNSS и повышает возможность влияния непреднамеренных помех. В основу следующего поколения GNSS положено использование многих частот. Это снизит вероятность непреднамеренных помех и усложнит создание преднамеренных помех. Однако повышенный уровень обслуживания, зависящий от наличия нескольких частот, снизится при возникновении помех на одной из этих частот.

5.1.4 GNSS предоставляет информацию о точном времени для обеспечения применений, описанных в п. 1.4.5 главы 1. В большинстве этих применений использование информации GNSS не является критическим фактором, и приемники сигналов времени используются вместе с другими системами предоставления временной информации, так что к ним не выдвигаются требования абсолютной точности. Системы могут продолжать поддерживать режим работы в течение значительного периода времени, используя кварцевые часы, прежде чем потребуется новая коррекция времени по времени GNSS. Самым серьезным исключением является многопозиционный прием, который находится в критической зависимости от наличия времени GNSS.

5.1.5 Государственные регулирующие органы и поставщики АНО могут применять рассматриваемые в настоящей главе меры для того, чтобы снизить вероятность потери обслуживания GNSS. В главе 7 рассматривается, каким образом они могут оценить некомпенсируемый этими мерами риск и разработать стратегии смягчения воздействия перерывов обслуживания на производство полетов воздушных судов.

5.2 НЕПРЕДНАМЕРЕННЫЕ ПОМЕХИ

5.2.1 GPS и ГЛОНАСС зарегистрированы в МСЭ как пользователи частотного спектра, распределенного радионавигационной спутниковой службе (RNSS) в диапазонах 1559–1610 МГц и 1164–1215 МГц. Распределение для RNSS в этих диапазонах произведено для его совместного использования с воздушной радионавигационной службой (ARNS). В рамках RNSS предусмотрено также распределение для геостационарных спутников SBAS, использующих диапазон 1559–1610 МГц. Передатчики VDB GBAS, которые также, как и

VDL-4, относятся к категории авиационной подвижной (R)¹ службы (AMRS), используют диапазон 108,025–117,975 МГц совместно с ILS и VOR, тоже относящимися к ARNS. GPS, ГЛОНАСС и геостационарные спутники SBAS также имеют распределение МСЭ в диапазоне 1164–1215 МГц, предназначенном для будущего применения в гражданской авиации. Galileo и BeiDou также зарегистрированы в МСЭ.

5.2.2 Существует несколько источников потенциальных помех GNSS от передатчиков, работающих как в диапазоне рабочих частот, так и вне его, в том числе передатчиков подвижной и фиксированной служб связи в ОВЧ-диапазоне, гармоник передач телевизионных станций, определенных типов радиолокаторов, передвижной спутниковой связи и систем военного назначения. Особую озабоченность вызывает использование диапазона 1559–1610 МГц микроволновыми линиями связи между наземными станциями, разрешенное в ряде государств. Использование этих линий должно быть прекращено не позднее 2015 г.

5.2.3 Эффективное управление спектром частот является основным средством для снижения вероятности непреднамеренных или преднамеренных помех сигналам GNSS. Это включает в себя создание правил использования спектра и контроль за их соблюдением, а также тщательную оценку заявок на новые распределения спектра.

5.2.4 Многие зарегистрированные случаи вредных помех GNSS связаны с бортовыми системами, в том числе с оборудованием ОВЧ и спутниковой связи, а также портативными электронными устройствами. Такие помехи могут быть предотвращены посредством правильного размещения бортовой аппаратуры GNSS (например, экранированием, разнесением антенн и фильтрацией внеполосных помех), комплексированием с другими системами на борту воздушного судна и ограничениями на использование портативных электронных устройств.

5.2.5 Дополнительные сигналы GNSS в полосе частот 1164–1215 МГц, подлежащие передаче спутниками основных созвездий второго поколения, используют эти частоты совместно с DME и тактической системой ближней радионавигации (TACAN) УВЧ-диапазона. Правила регламента МСЭ требуют, чтобы DME/TACAN были защищены от помех. С другой стороны, исследования совместимости, основанные на существующей инфраструктуре DME/TACAN, показали, что влияние помех этих систем при обработке новых сигналов GNSS находится на приемлемом уровне. Исследования также привели к выводу, что при высокой плотности станций DME/TACAN, работающих в пределах или вблизи этой новой полосы частот GNSS, могут иметь место помехи сигналам GNSS на больших высотах. Государствам необходимо оценивать, будет ли уплотнение инфраструктуры DME/TACAN совместимо с расширением использования GNSS и, если необходимо, пересматривать частотные назначения для DME с целью их разнесения с частотами, используемыми GNSS.

5.3 ПРЕДНАМЕРЕННЫЕ ПОМЕХИ И ЛОЖНОЕ НАВЕДЕНИЕ

5.3.1 В период, когда продолжают использоваться практически все обычные наземные средства навигации и когда все воздушные суда оборудованы для использования этих средств, существуют слабые предпосылки для умышленного создания вредных помех авиационным службам, основанным на GNSS. Однако по мере роста уровня применения GNSS угроза преднамеренного создания помех может увеличиваться.

5.3.2 Виды применения GNSS многообразны: финансовые службы, обеспечение безопасности и сопровождение, транспорт, сельское хозяйство, научные исследования и т. д. При анализе угроз должна рассматриваться вероятность того, что подавление сигналов, направленное на неавиационных пользователей, может затрагивать производство полетов воздушных судов. При анализе также следует рассматривать меры по снижению уязвимости, предпринимаемые поставщиками неавиационных видов обслуживания. Предметом основной озабоченности является распространение устройств подавления, предназначенных для нарушения работы систем слежения за движущимися транспортными средствами.

1. На маршруте.

5.3.3 Вероятность причинения помех зависит от таких факторов, как плотность населения и мотивация отдельных личностей или групп в данном районе относительно нарушения работы авиационных и неавиационных служб. Такая вероятность практически отсутствует в океанических и мало населенных зонах и становится самой высокой вблизи главных населенных центров. При оценке воздействия помех должны быть рассмотрены тип воздушного пространства, уровни интенсивности движения и наличие независимых служб наблюдения и связи, также как и влияние на безопасность и экономику. Когда признана возможность нарушения обслуживания и значительность его вероятных последствий, потребуется применение мер по смягчению этих последствий.

5.3.4 Как отмечается в главе 7, в качестве составной части стратегии смягчения последствий при выходе из строя GNSS, рекомендуется использовать DME. Несмотря на то что DME работает в той же полосе частот, что и GNSS, порог чувствительности DME к помехам значительно выше чем у GNSS, так что помехи в совместно используемом диапазоне вряд ли окажут влияние на DME. Кроме того, маловероятно, что помеха в этой полосе частот сможет подавить все установки DME в пределах радиогоризонта воздушного судна.

5.3.5 Ложное наведение осуществляется посредством передачи уводящих сигналов, подобных сигналам GNSS, в результате которых бортовая аппаратура определяет ошибочное местоположение и выдает неверные сигналы наведения. Считается, что ложное наведение при использовании GNSS менее вероятно, чем в случае с существующими средствами, поскольку первое намного более сложно с технической точки зрения. Для того чтобы не быть немедленно обнаруженным, ложное наведение должно предоставлять точную информацию о местоположении воздушного судна, являющегося объектом помехи. Чрезвычайно затруднительно согласовать уводящий сигнал с динамическими характеристиками подвергаемого воздействию приемника и поддерживать необходимую мощность сигнала, чтобы обеспечивать возможность приемнику оставаться настроенным на уводящий сигнал. Если же бортовая аппаратура продолжает принимать уводящий сигнал, существуют различные способы выявления этого: комплекс бортового оборудования может сигнализировать о различиях между местоположениями по GNSS и по IRS или DME-DME; пилоты могут фиксировать отклонения при обычном контроле показаний приборов и индикаторов; и при наличии радиолокационного наблюдения служба УВД может заметить происходящие отклонения. Более того, все находящиеся в данном районе воздушные суда, которые принимают уводящий сигнал, будут выглядеть как имеющие то же местоположение, что и подвергаемое помехе воздушное судно. Если воздушное судно все же отклонится от своей траектории, система предупреждения столкновения с землей (GPWS) или бортовая система предупреждения столкновений (ACAS) может обеспечить защиту от столкновений с землей или другими воздушными судами.

5.3.6 Ложное наведение при передаче данных GBAS по меньшей мере так же сложно, как и при ложном наведении при использовании обычных наземных средств посадки. Разработанная схема аутентификации делает практически невозможным ложное наведение при использовании GBAS.

5.3.7 Государства должны оценивать и решать вопросы, связанные с риском преднамеренных помех в контролируемом ими воздушном пространстве. Если установлено, что степень риска неприемлема в определенных районах, то государству следует принять эффективную стратегию смягчения последствий, как это описывается в п. 7.13 главы 7.

5.4 УПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

5.4.1 Государства должны запрещать любые действия, приводящие к искажению сигналов GNSS. Ими должен быть разработан и соблюдаться свод жестких нормативов, регламентирующих намеренное использование излучателей в пределах полосы частот, включая ретрансляторы сигналов GNSS, псевдоспутники, источники уводящих и подавляющих сигналов. Особое внимание при регулировании спектра требуется к решению вопросов, связанных с внеполосными источниками, гармоника излучения которых накладываются на полосы частот GNSS, в частности с такими источниками помех, как определенные каналы телевизионного вещания и другие промышленные излучения.

5.4.2 Ретрансляторы сигналов GNSS и псевдоспутники являются системами, которые передают сигналы в дополнительной зоне действия GNSS в зданиях и других местах, где нет уверенного приема обычных сигналов GNSS. Оборудование для проверки авиационной аппаратуры также может функционировать как генератор сигнала GNSS. Когда такое оборудование применяется не в соответствии с установленными условиями, оно может нарушать функционирование бортовой аппаратуры и наземного оборудования поставщиков АНО. В некоторых случаях такие системы могут привести к ошибочному определению местоположения приемниками GNSS, находящимися в пределах их действия. Эти случаи должны распознаваться, поскольку они сопровождаются такими эффектами, как неожиданные и полностью очевидные сдвиги местоположения.

5.4.3 В нескольких государствах использование ретрансляторов сигналов GNSS и псевдоспутников тщательно регулируется, однако во многих других соответствующие регламентирующие правила отсутствуют. Для того чтобы эти системы не нарушали основанное на GNSS обслуживание, государствам следует создать комплекс средств регулирования, обеспечивающих уверенность в том, что такие системы применяются оправданно и что их функционирование не наносит вреда существующим основным пользователям GNSS. Электронный бюллетень ИКАО EB 2011/56 "*Помехи сигналам глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS)*" содержит дополнительную информацию и перечень документов, которые могут быть использованы государствами в качестве руководства при разработке регламентирующих правил.

5.4.4 Были отмечены случаи вредных помех от источников подавления малой дальности, использовавшихся с целью избежать оплаты за пользование транспортным средством или избавиться от слежения. Вследствие подвижности и малой дальности действия таких источников подавления сигналов происходит с перерывами, что делает обнаружение и установление местоположения источника затруднительным. Государства должны ввести правила, запрещающие использование источников подавляющих и уводящих сигналов, а также регулировать их импорт, экспорт, производство, продажу, покупку, владение и использование. Некоторые государства запрещают все действия, которые могут привести к нарушению сигналов GNSS, и предписывают жесткие наказания за покупку или использование подавляющих устройств. Государствам следует разработать средства для обнаружения источников помех в поддержку программ надзора за соблюдением правил.

5.4.5 Государства должны предпринимать дополнительные превентивные меры для снижения вероятности нарушения функционирования GNSS в интересах авиационных и неавиационных пользователей. К их числу может относиться внедрение приемлемых для населения положений о неприкосновенности личной информации о нахождении. С другой стороны, при разработке схем взимания платы или слежения следует учитывать возможность применения помех и предусматривать совместное использование дополнительных датчиков или других механизмов для того, чтобы предотвратить достижения целей подавления с помощью несложных средств. В большинстве случаев это может быть сделано посредством применения простых мер.

5.4.6 *Конвенция о международной гражданской авиации* (Doc 7300) ИКАО и регламент МСЭ обеспечивают защиту частот GNSS, используемых авиацией. Существует, однако, значительная потребность в радиочастотном спектре для новых применений, таких как мобильная телефонная связь и широкополосные службы передачи данных, функционирование которых связано с излучением сигналов намного более мощных, чем сигналы GNSS на входе приемника. Государствам не следует присваивать части спектра, смежные с полосами частот GNSS, предлагаемым новым системам, если существует какая-либо возможность того, что эти системы будут причинять помехи находящимся в использовании приемникам GNSS нынешнего поколения. Пока будет осуществляться разработка будущего оборудования GNSS, использующего несколько частот и спутниковых созвездий для повышения его устойчивости к помехам, важно, чтобы вышеуказанные новые направления в использовании спектра не свели на нет эти улучшения.

5.5 ВЛИЯНИЕ ИОНОСФЕРЫ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

5.5.1 Ионосфера представляет собой верхний, частично ионизированный слой атмосферы. В нем происходят задержки сигналов GNSS разной продолжительности, зависящей от плотности ионизированных частиц, которая, в свою очередь, связана с интенсивностью солнечной радиации и других излучений солнечной энергии. Одним из последствий этого феномена являются быстрые и продолжительные ионосферные задержки, приводящие к ошибкам измерения дальности, которые могут быть учтены при разработке системы. Солнечные бури могут приводить к сильным сцинтилляциям в ионосфере, способным привести к потере сигналов одного или нескольких спутников. Вероятность нарушений функционирования системы вследствие сцинтилляции зависит от географической зоны и требует научной оценки. Ионосферные феномены имеют незначительное влияние на операции при полете по маршруту вплоть до этапа неточного захода на посадку.

5.5.2 Тип и сила влияния ионосферных эффектов различаются в зависимости от уровня солнечной активности, региона земного шара и других факторов, таких как время года и время суток. Редкие солнечные бури способны вызвать большие колебания ионосферных задержек, которые могут затронуть приемники в обширном районе. Максимумы солнечной активности происходят каждые семь лет.

5.5.3 Сильные сцинтилляции могут прерывать прием спутниковых сигналов, но это случается местами и не затрагивает обширные зоны ионосферы. Поэтому это обычно влияет только на несколько спутников в зоне видимости с борта воздушного судна. Потери приема сигнала вследствие сцинтилляции кратковременны, но они могут повторяться в течение нескольких часов. Это может привести к ухудшению или прекращению обслуживания GNSS на время, зависящее от способности приемника к возобновлению приема сигнала после его потери. Сцинтилляция влияет на все используемые GNSS частоты, поэтому работающие на нескольких частотах приемники не обеспечат повышенную защиту в этом отношении. С другой стороны, состоящая из нескольких созвездий GNSS позволит приемнику принимать сигналы большего числа спутников, снижая вероятность потери обслуживания.

5.5.4 Сцинтилляция фактически отсутствует в средних широтах, за исключением случаев ее возникновения с интенсивностью от низкой до умеренной, что происходит при редких ионосферных бурях большой интенсивности. Сильная сцинтилляция является довольно обычным явлением в экваториальных зонах, где она обычно возникает после захода солнца и продолжается до полуночи по местному времени. Умеренная сцинтилляция часто случается в высоких широтах и может повышаться до уровней высочайшей интенсивности во время ионосферных бурь.

5.5.5 В средних широтах сильные ионосферные бури могут иногда привести к перерывам обслуживания операций APV с использованием SBAS, однако в экваториальных зонах перерывы могут быть более частыми вследствие образования широких поясов ионизированных частиц высокой концентрации, расположенных примерно на 15° к северу и югу от магнитного экватора. Узкие удлиненные объемы, называемые пустотами (или пузырями), внутри которых плотность ионизированных частиц может падать намного ниже плотности в окружающей атмосфере, часто появляется в середине этих полос сразу после захода солнца и продолжают существовать до позднего вечера по местному времени. В результате комбинации этих явлений происходят изменения места и времени ионосферных задержек, и это является главным препятствием для обеспечения целостности ионосферных поправок, предоставляемых SBAS. Следовательно, обеспечение обслуживания операций APV на основе одночастотной SBAS в экваториальных зонах не является практическим вариантом.

5.5.6 В базовых приемниках GNSS применяются упрощенная теоретическая модель ионосферы и небольшой набор коэффициентов, передаваемых спутниками GNSS для вычисления приемником ионосферных поправок. Показано, что этот метод примерно вдвое уменьшает ошибки определения псевдодальности, вызываемые ионосферными задержками. SBAS снижает эти ошибки до нескольких метров и обеспечивает целостность информации о поправках. SBAS может также определять степень влияния ионосферных бурь, которые способны представлять угрозу для целостности ионосферных поправок, и обеспечивать прекращение операций APV, когда система не может нейтрализовать это влияние.

5.5.7 GBAS передает поправки к псевдодальности, которые учитывают все источники ошибок, а также информацию о целостности, которая остается эффективной, когда ионосфера в данном районе находится в сильно возмущенном состоянии. Однако обслуживание GBAS будет утрачено, если мощная сцинтилляция вызовет сокращение числа спутниковых сигналов, принимаемых бортовой аппаратурой или станцией GBAS, ниже достаточного уровня. Ионосферные условия не влияют на функционирование VDB GBAS. Модель ионосферных воздействий, используемая в системе контроля целостности GBAS, должна быть, тем не менее, настроена в соответствии с местными условиями, и в экваториальных зонах это может привести к снижению доступности обслуживания или большим ограничениям при установке станций, чем в средних широтах. Двухчастотные GBAS должны будут обладать способностью компенсировать влияние ионосферных задержек, позволяя таким образом улучшить эксплуатационные характеристики системы при меньших ограничениях.

5.5.8 Солнце также оказывает прямое влияние на функционирование GNSS. Возмущения в солнечной короне могут создавать выбросы солнечной радиации, способные вызвать повышение уровня радиочастотного шума в одной или нескольких полосах частот, используемых GNSS, воздействуя, таким образом, на прием сигналов от всех спутников, находящихся в зоне видимости на дневной стороне земного шара. В отдельных редких случаях интенсивность и частотный спектр солнечного излучения может оказаться причиной временной потери спутниковых сигналов приемниками GNSS. Опыт показал, что такие события могут длиться до одного часа. Уязвимость приемников в такого рода ситуациях сильно зависит от их конструкции. Хотя было отмечено, что геодезические приемники теряли в этих ситуациях все сигналы на несколько минут, случаев значительного влияния на авиационные приемники до настоящего времени не наблюдалось.

Глава 6

РАЗВИТИЕ GNSS

6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1.1 GNSS будет развиваться в направлениях улучшения существующих и создания новых элементов и сигналов (см. добавление С). Благодаря этому будут улучшены эксплуатационные характеристики GNSS, однако это также приведет к техническому усложнению системы, которое должно эффективно использоваться для получения эксплуатационных выгод.

6.1.2 Ключевым вопросом для одобрения со стороны эксплуатантов воздушных судов является экономическое обоснование – размеры дополнительных эксплуатационных выгод должны превышать стоимость бортового оборудования и долю эксплуатантов в затратах на инфраструктуру. GPS, ГЛОНАСС, ABAS, SBAS и GBAS, также как и ADS-B и ADS-C, уже обеспечивают очень значительные выгоды эксплуатантам. Однако неочевидно, что каждое последующее технологическое улучшение обеспечит явные эксплуатационные выгоды. Потребуется количественная оценка этих выгод, прежде чем будут приняты решения о продолжении разработок и их внедрении.

6.1.3 Если вопросы, связанные с развитием GNSS, будут решены надлежащим образом и эксплуатанты воздушных судов будут удовлетворены результатами экономического обоснования, ввод новых созвездий и дополнительных сигналов должен привести к решению ряда технических и организационных вопросов и принести эксплуатационные выгоды. Опыт показал, что время необходимое для обновления технической концепции, разработки стандартов и сертифицированных систем часто недооценивается. Поставщикам АНО в государствах следует продолжить работу по внедрению PBN и ADS-B на основе существующих элементов GNSS, не дожидаясь прихода систем нового поколения.

6.2 МНОГОСИСТЕМНАЯ/МНОГОЧАСТОТНАЯ GNSS

6.2.1 Существующие виды обслуживания на основе GNSS опираются главным образом на GPS, обеспечивающую обслуживание на единственной частоте. Однако система GLONASS уже введена в эксплуатацию, а системы BeiDou и Galileo находятся в стадии развертывания. Все эти спутниковые созвездия в конечном счете будут работать в нескольких диапазонах частот. Соответствующие разработки ведутся также в области систем функционального дополнения GNSS.

6.2.2 Использование сигналов GNSS от многих созвездий, осуществляющих передачи в нескольких диапазонах частот, улучшает технические характеристики GNSS. Совместное использование сигналов независимых друг от друга систем улучшит эксплуатационные характеристики и зону обслуживания. Более того, совмещение сигналов улучшает устойчивость системы и позволит GNSS обеспечивать соответствие требованиям в присутствии помех или при отказе отдельной системы.

6.2.3 Каждый из новых сигналов GNSS будет более устойчив к влиянию помех благодаря его повышенной мощности, более широкому спектру и улучшенной структуре, приводя к повышенной способности парирования помех. Все сигналы, предназначенные для видов применения, связанных с обеспечением

безопасности жизни людей, должны иметь преимущество по отношению к другим сигналам за счет защиты, обеспечиваемой частотным распределением МСЭ в пределах диапазонов ARNS.

6.2.4 Характеристики GNSS зависят от количества спутников, находящихся в поле зрения приемника. При использовании многосистемной GNSS их количество существенно увеличивается. Это приведет к улучшению характеристик доступности и непрерывности обслуживания, особенно в зонах, где ионосферная сцинтилляция может привести к потере слежения за отдельными спутниками. Кроме того, наличие более 30 взаимодополняющих источников информации по дальности может позволить ABAS в дальней перспективе обеспечивать заходы на посадку с вертикальным наведением при минимальной поддержке от сигналов функционального дополнения или возможно без этих сигналов.

6.2.5 Наличие второй частоты позволит бортовому оборудованию вычислять ионосферную задержку в реальном времени, фактически исключая главный источник ошибок. Будущие системы SBAS получат возможность обеспечивать почти стопроцентную доступность обслуживания для APV при минимумах вплоть до высоты 60 м (200 футов) даже в экваториальных зонах. Более того, как это описывается в п. 5.1.3, использование разнесенных частот является эффективным средством смягчения последствий непреднамеренных помех, поскольку крайне маловероятно, что источник непреднамеренной помехи может одновременно повлиять на более чем одну частоту GNSS.

6.2.6 Наличие нескольких независимых спутниковых созвездий обеспечит избыточность для снижения риска потери обслуживания вследствие обширного системного отказа одного из основных созвездий и снимет беспокойство некоторых государств в отношении доверия к единственному созвездию спутников GNSS, управление эксплуатацией которого находится за пределами их влияния.

6.3 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТОВ

6.3.1 По мере добавления элементов GNSS будет необходимо разрабатывать SARPS ИКАО и/или промышленные стандарты для новых элементов и их комбинаций, принимая при этом во внимание технические, эксплуатационные и экономические факторы. Выбор комбинаций элементов должен учитывать получение дополнительных выгод с точки зрения эксплуатантов воздушных судов и поставщиков АНО. Несмотря на то что концепция PBN позволяет использовать разнообразные технические решения для выполнения эксплуатационных требований, применение меньшего числа таких решений является более экономически эффективным благодаря тому, что затраты могут распределяться среди большего числа эксплуатантов. Это также связано с меньшими затратами времени, поскольку для каждого ведомства гражданской авиации не нужно будет расходовать ресурсы на оценку множества технических вариантов.

6.3.2 Внедрение многосистемной многочастотной GNSS связано с рядом новых проблем (в том числе с необходимостью обеспечить взаимодействие сигналов различных созвездий GNSS); юридическими вопросами; более сложной ролью систем функционального дополнения, взаимодействующих с различными комбинациями созвездий GNSS; а также возрастающей сложностью как бортовой аппаратуры GNSS и ее интеграции с другим оборудованием воздушного судна, так и сложностью в обеспечении полетов. Для реализации преимуществ использования нескольких систем в составе GNSS ИКАО, государствам, органам стандартизации, промышленности и эксплуатантам необходимо координировать свою деятельность по решению этих проблем. Опыт указывает на необходимость уделять внимание регулированию и надзору в области безопасности полетов, поскольку отсутствие ясности в этих процессах ведет к замедлению прогресса.

6.3.3 Процесс развития GNSS должен обеспечить поддержание обратной совместимости таким образом, чтобы эксплуатанты воздушных судов не подвергались необоснованным расходам и эксплуатационным издержкам

6.4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ

6.4.1 Существующая бортовая аппаратура GNSS автоматически выбирает сигналы спутников и функциональных дополнений. Концепция PBN предоставляет производителям воздушных судов и бортового оборудования свободу при разработке аппаратуры и программного обеспечения для выполнения требований по использованию воздушного пространства. При планировании внедрения основанного на GNSS обслуживания государствам следует избегать введения исходящих из организационных соображений требований или ограничений в отношении использования конкретных элементов GNSS. Такие требования или ограничения могут увеличить сложность бортовой аппаратуры, приводя к повышению расходов на производство, техническое обслуживание и обучение персонала. Более того, сложность взаимодействия с аппаратурой может повысить рабочую нагрузку экипажа и риск при обеспечении безопасности полета. Конечной целью является установление организационной и правовой основы, которая позволила бы не ограничивать использование любого элемента GNSS. Для достижения этого ИКАО и авиационная индустрия должны будут разработать практические решения, обеспечивающие поэтапное внедрение многосистемной GNSS.

6.5 РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ СОЗВЕЗДИЙ

6.5.1 Развитие GPS

6.5.1.1 GPS развивается с целью удовлетворения потребностей гражданских пользователей путем усиления устойчивости системы, повышения доступности и возможного введения новых качеств, которые снижают сложность функциональных дополнений.

6.5.1.2 Сигнал L1C будет сигналом для гражданского использования, передаваемым на частоте L1 (1575,42 МГц), на которой в настоящее время передается кодовый сигнал, используемый всеми пользователями GPS, так что новый сигнал будет обеспечивать обратную совместимость. Сигнал L1C станет доступен с запуском первого спутника блока III, планируемым в 2014 г. Этот спутник будет обладать большей мощностью сигнала и другими качествами для улучшения его отслеживания приемниками, а также позволит обеспечить лучшее взаимодействие с системой Galileo. Планом предусматривается развертывание 24 действующих спутников с сигналом L1C примерно к 2021 г.

6.5.1.3 Дополнительный сигнал (L5), который обеспечивает выполнение авиационных требований в отношении безопасности полетов, предусматривается на частоте 1176,45 МГц. Сигнал L5 более устойчив, чем используемый в настоящее время L1, и он внедряется на спутниках блока IIF, первый из которых был запущен в 2010 г. Планами предусматривается, что к 2018 г. сигнал L5 будет передаваться 24 спутниками GPS.

6.5.1.4 Несмотря на то что сигнал L2 (1227,60 МГц) в настоящее время не является частью стандартного определения местоположения (SPS) системы GPS, многие гражданские пользователи, включая поставщиков обслуживания SBAS, применяют бескодовые или полукодовые двухчастотные приемники для выполнения своих требований. Кодовый сигнал введен дополнительно на частоте L2 GPS (сигнал L2C на частоте 1227,60 МГц). Частота сигнала L2 не находится в диапазоне частот, защищенном для авиационного использования, поэтому этот сигнал не будет непосредственно использоваться в авиационных применениях. Пользователи, включая поставщиков обслуживания SBAS, которые полагаются на бескодовый или полукодовый доступ к сигналу на частоте L2, будут обязаны перейти на использование L2C или L5 до 2021 г. Планами предусматривается, что к 2016 г. сигнал L2C будет передаваться 24 спутниками GPS.

6.5.1.5 Программа GPS III предусматривает внедрение спутников с усовершенствованными сигналами L1, L2, и L5, которые будут обеспечивать выполнение гражданских и военных требований в последующие 30 лет. Целью программы является полный переход к использованию GPS III после 2030 г. Находящимися в стадии решения вопросами являются: реализация требований как гражданских, так и военных пользователей; согласо-

вание требований к GPS III с эксплуатационными потребностями; обеспечение гибкости, позволяющей внесение изменений в будущем для выполнения требований пользователей на период до 2030 г.; а также обеспечение устойчивости системы по мере растущей зависимости от точного определения местоположения и отсчета времени при применении GPS в качестве используемого в международном масштабе общедоступного средства.

6.5.2 Развитие ГЛОНАСС

6.5.2.1 Долгосрочная (до 2020 г.) программа Российской Федерации по развитию и модернизации системы ГЛОНАСС предусматривает обновление как космического, так и наземного сегментов системы.

6.5.2.2 В настоящее время созвездие ГЛОНАСС состоит из 24 спутников ГЛОНАСС-М со сроком службы 7 лет и улучшенными техническими характеристиками.

6.5.2.3 Следующая стадия совершенствования системы включает разработку спутников ГЛОНАСС-К с повышенной точностью и сроком службы свыше 10 лет, которые будут передавать сигналы канала стандартной точности (CSA) для гражданских пользователей в диапазонах частот L1 (1559–1610 МГц) и L3 (1164–1215 МГц).

6.5.2.4 Наряду с навигационными сигналами с частотным разделением каналов (FDMA) в диапазоне L1, спутники ГЛОНАСС-К будут передавать навигационные сигналы с кодовым разделением (CDMA) в диапазонах частот L1 и L3. На этой стадии развития в ГЛОНАСС-К будет внедрена возможность получения и ретрансляции сигналов глобальной спутниковой системы поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ.

6.6 ПЛАНИРУЕМЫЕ НОВЫЕ ОСНОВНЫЕ СОЗВЕЗДИЯ

6.6.1 Galileo

6.6.1.1 Galileo представляет собой спутниковую радионавигационную систему, использующую измерения дальностей от спутников Galileo для определения местоположения и времени в любой точке мира. Управление системой осуществляется от имени Европейского союза.

6.6.1.2 Полностью развернутая система Galileo (ожидается в период 2019/2020 гг.) будет состоять из созвездия 30 среднеорбитальных (МEO) спутников, расположенных в трех орбитальных плоскостях (27 действующих спутников и 3 резервных), а также центров управления в Европе и сети контрольных станций и станций передачи данных по линии "вверх", размещенных по всему земному шару.

6.6.1.3 Доступные в глобальном масштабе сигналы Galileo обеспечат предоставление открытых, коммерческих и регулируемых в общественных интересах видов обслуживания. Galileo также обеспечит службу поиска и спасания (SAR), совместимую с системой КОСПАС-САРСАТ. Сигналы службы открытого доступа, которые в сочетании со стандартными системами функционального дополнения обеспечат поддержку авиационным применениям, предполагают использование трех частот 1575,420 МГц, 1191,795 МГц и 1176,450 МГц, обозначаемых соответственно как E1, E5b и E5a.

6.6.1.4 Планируется обеспечить раннее использование возможностей открытого и регулируемого в общественных интересах обслуживания, а также службы SAR начиная с 2014 г., когда будет развернуто достаточное количество спутников. Возможности обслуживания будут затем постепенно расширяться до полного выполнения эксплуатационных характеристик по мере того, как будет приближаться к завершению развертывание всего созвездия.

6.6.1.5 Предполагается, что служба открытого доступа Galileo будет предложена для использования авиационным сообществом, как только будет достигнут режим стабильного обеспечения обслуживания.

6.6.1.6 Программа работы Группы экспертов ИКАО по навигационным системам (NSP) включает разработку SARPS для Galileo с использованием поэтапного подхода, соответствующего плану внедрения видов обслуживания, предусматриваемых для системы Galileo.

6.6.1.7 Являясь полностью независимой, система Galileo обеспечивает совместимость и возможность взаимодействия с GPS и ГЛОНАСС.

6.6.2 Навигационная спутниковая система BeiDou

6.6.2.1 Предоставление спутникового навигационного обслуживания в Китае начато с использования демонстрационной системы навигации BeiDou, состоящей из трех геостационарных (GEO) спутников, первый из которых был запущен в 2000 г., и развертывание системы было завершено в 2003 г. Эта система не разрабатывалась для использования гражданской авиацией, и она обеспечивает основные виды обслуживания в региональном масштабе, включая определение местоположения, навигацию, отсчет времени и связь с использованием кратких сообщений.

6.6.2.2 Навигационная спутниковая система BeiDou будет функционировать подобно системам Galileo и GPS следующего поколения с использованием тех же диапазонов частот и структуры сигнала. Система обеспечит всемирную зону действия с помощью созвездия из 35 спутников, включая пять спутников GEO и 30 негеостационарных спутников (трех на наклоненных геостационарных орбитах (IGSO) и 27 спутников MEO). Китай 27 декабря 2011 г. официально объявил, что система BeiDou впервые начала предоставлять эксплуатационное обслуживание. Подобно GPS и Galileo, система будет обеспечивать обслуживание с открытым доступом и при получении санкционированного допуска.

6.6.2.3 BeiDou будет внедряться поэтапно. Система обеспечит перекрытие Азиатско-Тихоокеанского региона к концу 2012 г. и будет иметь глобальную зону действия ориентировочно в 2020 г.

6.6.2.4 Система времени BeiDou (BDT) привязана к UTC и синхронизирована с UTC в пределах 100 нс. Для обеспечения взаимодействия сдвиг между временем BDT и GPS/Galileo будет измеряться и транслироваться.

6.6.2.5 Система координат BeiDou использует геодезическую систему Китая 2000 (CGS 2000), совпадающую с Международной системой наземных координат (ITRF) со смещением в несколько сантиметров. Для большинства применений это различие между CGS 2000 и ITRF может не приниматься во внимание.

6.6.2.6 BeiDou обеспечит два вида глобального обслуживания. Открытое обслуживание осуществляется на бесплатной основе и предназначено для свободного доступа пользователями. Обслуживание с санкционированным доступом обеспечивает высокую надежность даже в сложных обстоятельствах. Кроме того, предполагается обеспечить два вида регионального обслуживания: широкозонная дифференциальная служба и служба передачи кратких сообщений.

6.6.2.7 Дополнительная информация о системе BeiDou, включая интерфейсный контрольный документ (ICD) по сигналу в пространстве (SIS) системы BeiDou (версия для испытаний), была опубликована 27 декабря 2011 г. Окончательная версия документа и его обновления будут публиковаться поэтапно на правительственном сайте BeiDou: www.beidou.gov.cn.

6.7 РАЗВИТИЕ ABAS

6.7.1 Наличие нескольких созвездий и использование различных частот создает возможность для разработки усовершенствованной функции RAIM (ARAIM), которая могла бы обеспечить высокий уровень доступности от полета по маршруту вплоть до NPA, а также поддержку APV в глобальном масштабе. Исследования ARAIM указывают на необходимость ежечасного обновления информации о параметрах основного спутникового созвездия и надежности спутников или сообщений ARAIM по обеспечению целостности, что потребует получение сигнала функционального дополнения. Сообщения ARAIM по обеспечению целостности могут передаваться основными созвездиями по каналу данных о целостности или посредством SBAS. Алгоритмы контроля ARAIM могли бы определять быстро развивающиеся отказы спутников и защищать пользователя путем исключения отказавшего спутника из вычисления местоположения пользователя. Эта концепция требует дальнейшего исследования, разработки и подтверждения, однако в долгосрочной перспективе она может упростить требования по целостности для основных созвездий или систем SBAS. Потребуется использовать по меньшей мере два основных созвездия для достижения обслуживания APV на основе ARAIM.

6.8 РАЗВИТИЕ SBAS

6.8.1 Некоторые из существующих и все планируемые спутники GEO систем SBAS передают или будут передавать дальномерный сигнал на частоте L5 в дополнение к сигналу на частоте L1. Разработка двухчастотной SBAS и соответствующей бортовой аппаратуры принесет значительные технические выгоды.

6.8.2 Работа по развитию SBAS может также предусматривать функциональное дополнение нескольких созвездий GNSS с потенциальной возможностью обеспечить заходы на посадку по категории II. Поскольку ионосферная задержка определяется зависимостью от частоты сигнала, двухчастотная бортовая аппаратура при отсутствии сцинтилляции будет способна корректировать задержку. Благодаря этому будет исключена необходимость передачи точек ионосферной сетки, значений задержек и оценок ошибок. В этом случае станет возможным распространить обслуживание APV на государства, находящиеся в экваториальной зоне.

6.9 РАЗВИТИЕ GBAS

6.9.1 GBAS в соответствии с существующими спецификациям в Приложении 10 основана на использовании единственного частотного диапазона и обеспечивает обслуживание для захода на посадку по категории I. В Российской Федерации разработаны прототипы систем, которые обрабатывают сигналы ГЛОНАСС и GPS для выполнения заходов на посадку с использованием GBAS.

6.9.2 Развитие GBAS будет начато с расширения стандартов для обеспечения возможности полетов при более низких минимумах, включая в конечном итоге посадку по категории IIIB. Первый шаг связан с введением различных типов обслуживания (GAST) и соответствующей схемы классификации оборудования для обеспечения уверенности в том, что будущие виды обслуживания совместимы с бортовой аппаратурой GBAS прежних разработок. Новые требования будут включать усовершенствованный контроль как наземной станции, так и бортовой аппаратуры для обеспечения соответствия требованиям категории IIIB в отношении целостности. Изменение к SARPS, предусматривающее новый тип обслуживания GBAS при заходе на посадку и предназначенное для обеспечения полетов по минимумам категорий II/III разработано и в настоящее время проходит эксплуатационное подтверждение.

6.9.3 Следующим шагом в развитии GBAS будет расширение возможностей системы для реализации преимуществ использования нескольких частот и созвездий. Использование нескольких частот позволит обеспечить более надежный контроль и выявление ошибок, вызываемых ионосферными аномалиями. Использование нескольких созвездий позволит получить более высокую доступность надежных геометрических конфигураций спутников, необходимых при обеспечении полетов по категориям II/III и смягчения последствий ошибок, оказывающих влияние на работу системы в целом.

6.9.4 Эти эволюционные достижения могут обеспечить разного рода улучшения эксплуатационных возможностей, таких как управление наземным движением и контроль за ним; наблюдение за наземным движением для улучшения ситуационной осведомленности или обнаружения и выдачи сигнализации о конфликтных ситуациях; управление при взлете в условиях низкой видимости; управление при выполнении процедур вылета; заходы на посадку по сложным траекториям; и заходы на посадку по схемам категорий I и II при более низких по сравнению со стандартными минимумах. Существующие SARPS для GBAS уже способны обеспечить внедрение некоторых из вышеуказанных возможностей, однако достижения в результате эволюции могут облегчить процесс внедрения.

Глава 7

ВНЕДРЕНИЕ ОСНОВАННЫХ НА GNSS ВИДОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ

7.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

7.1.1 Рост авиационных перевозок и неотложная необходимость сокращения потребления топлива и эмиссии требуют повышения пропускной способности воздушного пространства и аэропортов, а также концентрируют внимание на обеспечении предпочитаемых траекторий (по маршруту и профилю полета) для каждого воздушного судна. Эксплуатанты воздушных судов также требуют роста эффективности за счет максимально возможного снижения минимумов для посадки и значительных улучшений в обеспечении безопасности полетов при использовании наведения в вертикальной плоскости. На самом деле, при отсутствии наведения в вертикальной плоскости столкновение исправного воздушного судна с землей (CFIT) все еще продолжает оставаться в категории частых летных происшествий по меньшей мере для некоторых сегментов авиационного сообщества. Другой ключевой целью является снижение влияния шума аэропортов в густонаселенных районах. Основанные на GNSS виды обслуживания могут обеспечить достижение этих целей и уже принесли эксплуатантам воздушных судов значительные выгоды в части эффективности и безопасности полетов. Руководство по PBN (Doc 9613) предоставляет необходимый инструктивный материал для внедрения навигационного обслуживания, основанного на использовании GNSS.

7.1.2 Основанные на GNSS процедуры полетов впервые были утверждены в нескольких государствах в 1993 г. Многие другие государства разработали юридические основы для таких видов обслуживания, однако заходы на посадку по GNSS пока еще не получили утверждения во всемирном масштабе. Рекомендуется, чтобы государства последовали примеру многих авиационных органов по утверждению использования основанных на GNSS видов обслуживания. Тем государствам, где это не представляется возможным в настоящее время, рекомендуется разработать свод предварительных условий и требований, при выполнении которых использование обслуживания на основе GNSS может стать приемлемым.

7.1.3 Конечной целью является переход к основанному на GNSS обслуживанию в той степени, когда оно окажется наиболее экономически выгодным решением, поддержанным анализом безопасности полетов и других аспектов безопасности. Однако вследствие уязвимости сигналов GNSS, потребность в некоторых наземных средствах (например, DME и ILS) в обозримом будущем сохранится.

7.2 ПЛАНИРОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ОСНОВЕ

7.2.1 Основой для развития единой глобальной системы ОрВД является переход к согласованной структуре однородных районов ОрВД и основных потоков воздушного движения. Для этого требуется сотрудничество государств в оценке существующего и ожидаемого состава парка воздушных судов и их возможностей, прогнозов в отношении воздушного движения и инфраструктуры ОрВД, включая требования к персоналу и его наличию. В результате государства будут способны определить пробелы в качестве обслуживания и планировать улучшения для выполнения задач ГАНП по качеству обслуживания.

7.2.2 Для принятия соответствующих решений по внедрению GNSS государствам предлагается воспользоваться экспертной поддержкой и информацией, которыми располагают группы регионального планирования и осуществления проектов ИКАО (PIRG) и их подгруппы. ИКАО имеет мандат содействовать данному процессу посредством следующих мероприятий:

- a) обеспечение региональной и межрегиональной координации с помощью региональных групп планирования;
- b) предоставление форума для обмена знаниями и информацией между государствами и международными организациями;
- c) выявление потребностей в технической помощи в регионе и организация предоставления такой помощи.

7.2.3 Государствам следует развивать на двусторонней и многосторонней основе координацию по детальным аспектам, не охваченным мероприятиями в рамках ИКАО.

7.3 РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ КОНЦЕПЦИИ (CONOPS)

7.3.1 Следующим шагом после принятия решения о внедрении основанного на GNSS обслуживания должна быть разработка эксплуатационной концепции (CONOPS). В решение этой задачи должны быть вовлечены все заинтересованные стороны на национальном и региональном уровнях, и разработка должна быть начата с общего описания обслуживания и технологии, обеспечивающей обслуживание. CONOPS представляет собой описание характеристик обслуживания в понимании пользователей (летного и диспетчерского состава службы УВД). CONOPS должна устанавливать цели, стратегии, принципы и ограничения, оказывающие влияние на обслуживание. Концепция должна определять организации, деятельность и взаимодействие участников и заинтересованных сторон, включая четкое распределение ответственности. Концепция также должна предусматривать проведение анализа безопасности полетов, разработку экономических обоснований и регламентирующих документов. После достижения согласия в отношении обоснованности экономического анализа и анализа безопасности поставщик АНО может разрабатывать всеобъемлющий план внедрения.

7.3.2 Экономическое обоснование является ключевым фактором для принятия решения о внедрении, поэтому анализ должен сосредотачиваться на определении состава и размеров затрат, эксплуатационных выгод и признании обоснованности анализа всеми заинтересованными сторонами, особенно эксплуатантами воздушных судов. При обслуживании полетов по маршруту и в зоне аэродрома выгоды определяются уровнем оснащенности бортовой аппаратурой. В течение времени, когда структура воздушного пространства должна будет предусматривать обслуживание оборудованных и необорудованных воздушных судов, выгоды будут ограничиваться. Это не относится к обслуживанию заходов на посадку, при котором оборудованное воздушное судно получит все преимущества использования более низкого посадочного минимума.

7.3.3 Оценка безопасности начинается на первой стадии разработки CONOPS; в отношении угроз и рисков, выявленных на каждом этапе, должны приниматься меры на последующих стадиях посредством корректировки CONOPS. На конечной стадии разработки CONOPS наступит момент, когда для подтверждения концепции могут быть использованы моделирование и испытания с целью проверки правильности исходных предпосылок, количественной оценки выгод и определения мер по смягчению рисков при обеспечении безопасности полетов.

7.3.4 В процессе разработки CONOPS, государствам и региональным организациям следует рассмотреть следующие элементы, часть из которых описывается в настоящей главе:

- a) существующие и предполагаемые объемы воздушного движения на национальном уровне и согласно региональным планам;
- b) заявленные требования эксплуатантов, а также существующий и планируемый состав принадлежащего им парка воздушных судов и его оборудования бортовой аппаратурой;
- c) планы государств региона;
- d) анализ экономического обоснования;
- e) оценка системной безопасности;
- f) сертификация и выдача эксплуатационных утверждений;
- g) обучение персонала поставщика АНО и летных экипажей;
- h) планирование воздушного пространства и разработка схем полетов;
- i) организация воздушного движения, включая использование воздушного пространства, и вопросы УВД, включая стандарты, процедуры и системы автоматизации УВД;
- j) службы аэронавигационной информации, включая извещения об отказах системы;
- k) уязвимость сигнала GNSS и отчеты об аномалиях/помехах;
- l) влияние на окружающую среду, включая эмиссии и шумы;
- m) планирование перехода.

7.3.5 Для решения вышеуказанных вопросов и разработки действенной CONOPS государства должны привлечь участников из следующих групп:

- a) эксплуатанты воздушных судов – персонал из категории принимающих решения лиц, который может оценить выгоды и подтвердить экономическое обоснование;
- b) производство полетов – персонал, обеспечивающий летную эксплуатацию и обучение летного состава в авиакомпаниях, корпоративной авиации и авиации общего назначения, который может удостоверить правильность эксплуатационных процедур и оценки безопасности полетов;
- c) обслуживание воздушного движения – персонал, ответственный за планирование воздушного пространства, процедур УВД, и обучение диспетчерского состава;
- d) нормы летной годности – персонал, ответственный за утверждение разрешений на применение и установку бортовой аппаратуры;
- e) авиационные стандарты – персонал, ответственный за разработку критериев планирования воздушного пространства, процедур захода на посадку и т. д.;

- f) служба аэронавигационной информации (САИ) — персонал, связанный с выполнением геодезической съемки, базами данных САИ и навигационных данных, разработкой схем полетов, NOTAM и т. д.;
- g) нормативы – персонал, ответственный за выдачу эксплуатационных утверждений и других разрешений, требований по обучению персонала и правил полетов, привлекаемый с целью предугадать наличие нормативных препятствий, поскольку разработка CONOPS обычно не является нормотворческой деятельностью;
- h) эксплуатация аэродромов – персонал, ответственный за разработку аэродромной инфраструктуры для обеспечения операций по заходу на посадку;
- i) инженерная служба – персонал, ответственный за разработку систем CNS/ATM (связь, навигация и посадка/организация воздушного движения), включая бортовую аппаратуру;
- j) представители военных ведомств;
- к) официальные лица гражданской авиации из других стран региона и ИКАО;
- l) другие заинтересованные группы, включая профсоюзы и других пользователей GNSS.

7.3.6 Общей целью регулирующих органов и поставщиков АНО является обеспечение высокого уровня стандартов безопасности при своевременном и эффективном предоставлении эксплуатантам воздушных судов преимуществ технологии GNSS. Для этого требуется совместный подход к разработке стандартов, систем, воздушного пространства и процедур, а также правил и условий утверждения регулируемыми органами, отвечающих потребностям авиационного сообщества. Это относится как к случаю, когда поставщик АНО является государственным органом, так и когда он представляет собой частную компанию. Регулирующие органы и поставщики АНО обязаны выделять ресурсы для выполнения конкретных задач, перечисленных в добавлении В к настоящему руководству.

7.4 АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ

7.4.1 Ведение

7.4.1.1 Прежде чем внедрять новый вид аэронавигационного обслуживания необходимо подготовить отчет о последствиях внедрения в части, касающейся расходов эксплуатантов воздушных судов и поставщиков АНО. Выгоды от основанного на GNSS обслуживания будут реализованы только когда эксплуатанты оборудуют воздушные суда требуемой бортовой аппаратурой, о чем они примут решение только в том случае, если будет признано, что дополнительные выгоды предлагаемого обслуживания превышают дополнительные расходы. Переоборудование парка воздушных судов новой бортовой аппаратурой очень дорого и может потребовать годы, в то время как эксплуатанты обычно стремятся к быстрому возврату капиталовложений. Опыт показал, что эксплуатанты, располагающие парком воздушных судов с большой налетом в процессе эксплуатации, часто решают подождать до приобретения новых. Анализ должен учитывать, что в течение переходного периода выгоды будут возрастать постепенно до того момента, когда будут оборудованы все воздушные суда. По этим причинам поставщики АНО должны координировать всестороннее экономическое обоснование с эксплуатантами с учетом всех расходов и выгод, определенных участниками в процессе разработки CONOPS. Экономическое обоснование будет достоверным, только если достоверна соответствующая CONOPS, для принятия которой участниками требуется проведение моделирования и испытаний.

7.4.1.2 Вместе с расходами на приобретение системы, обеспечение ее эксплуатации и обслуживания поставщики АНО должны финансировать внедрение в эксплуатацию, включая разработку процедур и обучение, а также предусмотреть возможное участие в расходах на разработку бортовой аппаратуры, ее комплексирование с бортовым оборудованием и выдачей эксплуатационных утверждений. Поставщикам АНО следует создавать побудительные мотивы для оборудования воздушных судов посредством построения воздушного пространства и процедур, обеспечивающих эксплуатационные выгоды.

7.4.1.3 В некоторых случаях не поддающиеся количественной оценке выгоды (например, для населенных пунктов, полностью зависящих от авиации в отношении поставок и оказания срочной медицинской помощи) будут являться основанием для принятия решения о внедрении.

7.4.1.4 При анализе должны быть рассмотрены такие элементы как возмещение затрат, принципы получения доходов и дополнительные расходы в течение переходного периода. Опыт однако показал, что, если возмещение затрат связано с обеспечением отдельного вида обслуживания, эксплуатанты неохотно поддерживают CONOPS и не будут устанавливать требуемую бортовую аппаратуру. Они будут намного более склонны к установке оборудования, если обслуживание не связано с особыми сборами/выплатами. В случаях, когда поставщик АНО является государственной организацией, экономическое обоснование должно рассмотреть выгоды для других секторов экономики.

7.4.1.5 Ссылки на некоторые документы, относящиеся к разработке экономического обоснования, перечислены в добавлении А к настоящему руководству.

7.4.2 Общие элементы затрат: базовая GNSS, SBAS и GBAS

7.4.2.1 Общими статьями расходов поставщиков АНО, связанных с обслуживанием на основе базовой GNSS, GBAS и SBAS, являются затраты на: геодезическую съемку в соответствии со стандартом Всемирной геодезической системы – 1984 (WGS-84); построение воздушного пространства и схем захода на посадку по приборам; проведение летных проверок; разработку процедур и фразеологии для УВД; подготовку и представление материалов для обучения; разработку системы оповещения/NOTAM; разработку документации для выдачи разрешений и предоставления информационных материалов для авиационной общественности; а также годовое финансирование продолжающегося обслуживания.

7.4.2.2 Общие статьи расходов эксплуатантов воздушных судов включают затраты на бортовую аппаратуру и ее установку; разработку процедур летной эксплуатации; подготовку и представление материалов для обучения летного состава; разработку материалов по технической эксплуатации; подписку на обслуживание базами данных для бортовой аппаратуры; а также текущие расходы.

7.4.2.3 Эксплуатантам следует осуществлять выбор бортовой аппаратуры, обеспечивающей выполнение всех прогнозируемых требований (например, ADS-B, ADS-C и PBN). Это может означать большие чем первоначально предполагавшиеся затраты, однако обеспечит более широкий диапазон будущих выгод.

7.4.3 Затраты и выгоды при использовании базовой GNSS

7.4.3.1 Многие государства внедрились полеты на основе базовой GNSS без разработки подробного экономического обоснования, поскольку отсутствовали расходы на инфраструктуру навигационной системы (GPS). Многие эксплуатанты воздушных судов приняли решение об оборудовании серийной бортовой аппаратурой, соответствующей TSO C129, когда подсчитали экономию топлива благодаря спрямлению маршрутов и сокращению затрат при снижении минимумов для посадки, то есть экономии в результате меньшего числа изменений планов полета, пролетов и отмен, включая сокращение расходов на обслуживание пассажиров при нарушениях расписания. Предлагается, чтобы государства при изучении вопроса о введении обслуживания на

основе базовой GNSS могли воспользоваться доступной документацией других стран и внедрить полеты с использованием базовой GNSS, избежав необходимости проведения подробного анализа экономического обоснования.

7.4.4 Затраты и выгоды при использовании SBAS

7.4.4.1 С позиции поставщика АНО расходы, связанные с внедрением SBAS, включают дополнительно к перечисленным в п. 7.4.2 затраты на: разработку системы; наземную инфраструктуру, включая опорные станции контроля, главные станции управления, сеть наземных коммуникаций; а также расходы на геостационарный спутник. Варианты по обеспечению геостационарного компонента включают: использование ретранслятора SBAS на принадлежащем государству многофункциональном спутнике GEO (например, с функцией метеорологических наблюдений или связи); использование специализированного спутника GEO, предназначенного исключительно для выполнения функций SBAS; или заключение контракта на установку ретранслятора SBAS на находящемся в подходящей точке спутнике GEO, принадлежащим коммерческому оператору спутников GEO.

7.4.4.2 Желательно осуществлять внедрение SBAS в регионах, где многие государства могут разделить расходы на систему. Результатом этого является лучшая финансовая доступность системы, унифицированное обслуживание и выгоды для всех государств региона. Одно государство может разработать систему, а другие – включиться в ее использование позже, или же государства могут сформировать партнерство для разработки и внедрения региональной SBAS.

7.4.4.3 Связанные с внедрением SBAS расходы эксплуатантов воздушных судов перечислены в п. 7.4.2. Следует иметь в виду, что по состоянию на 2012 г. международные авиаперевозчики в основном считали, что экономические основания для оборудования бортовой аппаратурой SBAS отсутствуют по нескольким причинам: эти авиакомпании обычно обслуживают аэропорты, оборудованные ILS; высокий уровень доступности обслуживания уже обеспечивается посредством комплексирования GNSS с IRS; и, благодаря комплексированию с BaroVNAV, могут выполняться заходы на посадку с наведением в вертикальной плоскости, хотя и при более высоких минимумах, чем обеспечиваемых с помощью SBAS. Тем не менее, по крайней мере одна авиакомпания оборудовала самолеты Boeing 737 автономно установленной бортовой аппаратурой SBAS, которая обеспечивает управление подобное ILS при заходе на посадку по минимуму LPV. Этот вариант обеспечивает преимущества авиакомпаниям, которые обслуживают аэропорты местного значения с низким уровнем обслуживания по ILS или без него. Airbus работает над установкой бортовой аппаратуры SBAS для самолета A350.

7.4.4.4 Обеспечиваемые SBAS преимущества включают:

- a) снижение нарушений расписания и связанных с этим расходов посредством обеспечения более низких минимумов для посадки на многих ВПП, включая наведение при минимуме LPV до высоты 60 м (200 фут) (минимум категории I);
- b) снижение задержек рейсов посредством обеспечения более высокой пропускной способности аэропортов при заходах на посадку LPV, поскольку SBAS, в отличие от ILS, не имеет требующих защиты чувствительных зон;
- c) повышение эффективности посредством обеспечения процедур PBN при полетах по маршруту и в аэродромной зоне, позволяющих большему числу воздушных судов использовать предпочтительные траектории;
- d) улучшенный доступ к ВПП, где ограниченные возможности размещения не позволяют использовать наземные средства;
- e) увеличение пропускной способности близко расположенных параллельных ВПП, предоставляя возможность использования нескольких углов наклона глиссады и смещенных порогов ВПП;

- f) снижение расходов за счет предоставления возможности вывода из эксплуатации некоторых наземных средств;
- g) снижение расходов на периодическое техническое обслуживание, поскольку наземная инфраструктура SBAS ограничена несколькими десятками станций, обычно находящимися в расположении средств аэронавигационного обслуживания и имеющими резервированную структуру с заменяемыми компонентами;
- h) снижение, по сравнению с ILS и другими наземными средствами, расходов на проверку схем полетов, так как заходы на посадку по SBAS не требуют периодических летных инспекций с помощью самолетов со сложным испытательным оборудованием;
- i) сокращение расходов на обучение летного состава, поскольку все заходы на посадку могут выполняться с наведением в вертикальной плоскости; и
- j) точность и целостность определения местоположения с помощью SBAS, которые обеспечивают выполнение эксплуатационных характеристик для наблюдения с использованием ADS-B в зоне аэродрома и на его поверхности, а также при использовании в системах управления наземным движением и контроля за ним.

7.4.5 Затраты и выгоды при использовании GBAS

7.4.5.1 С позиций поставщиков АНО и эксплуатантов воздушных судов расходы, связанные с внедрением GBAS, включают затраты на наземные станции в аэропортах и затраты, перечисленные в п. 7.4..2. Следует иметь в виду, что по состоянию на 2012 г. бортовая аппаратура GBAS производилась только для принадлежащих коммерческим авиаперевозчикам больших воздушных судов и самолетов деловой авиации.

7.4.5.2 Обеспечиваемые GBAS преимущества включают:

- a) сокращение расходов на наземную инфраструктуру, так как единственная наземная станция GBAS может обеспечить управление при заходе на посадку на все ВПП в аэропорту в отличие от ILS, при использовании которой для каждого направления ВПП требуется предназначенная для него система; оценки затрат должны однако учитывать ту или иную потребность в сохранении ILS для смягчения последствий уязвимости GNSS;
- b) сокращение нарушений расписания и связанных с ними расходов благодаря обеспечению более низких минимумов для посадки на ВПП, где обеспечивается обслуживание по процедурам NPA;
- c) повышение пропускной способности аэропортов, поскольку GBAS, в отличие от ILS, не имеет требующих защиты чувствительных зон; поставщики обслуживания будут однако вынуждены оценивать, каким образом наладить обслуживание для воздушного парка пользователей, оборудованных либо бортовой аппаратурой GBAS, либо ILS, и осознавать, что реализация преимуществ GBAS может потребовать выделения ВПП, специально предназначенных для пользователей этой системы;
- d) повышение эффективности путем обеспечения процедур PBN в аэродромной зоне, когда предоставляется обслуживание GBAS по определению местоположения, позволяющее большему числу воздушных судов использовать предпочтительные траектории;
- e) улучшенный доступ к ВПП, где ограниченные возможности размещения не позволяют использовать наземные средства;

- f) снижение по сравнению с ILS расходов на периодические техническое обслуживание и летные инспекции;
- g) увеличение пропускной способности близко расположенных параллельных ВПП за счет предоставления возможности использовать несколько углов наклона глиссады и смещенных порогов ВПП;
- h) обеспечение в будущем возможных преимуществ обслуживания GBAS по определению местоположения посредством его использования при управлении наземным движением и контроле за ним.

7.4.5.3 Большая часть расходов аэропорта на обеспечение полетов по минимумам категорий II/III приходится на светотехническое оборудование летного поля, управление наземным движением и контроль за ним (с возможным применением радиолокатора обзора летного поля) и построение схем захода на посадку (соблюдение высот пролета над препятствиями) вне зависимости от того, используется ли GBAS, ILS или MLS. Если только ВПП уже не обеспечивает посадку по категориям II/III, эти не относящиеся к системе затраты должны быть учтены при анализе экономического обоснования применения GBAS. Аэропорты, обеспечивающие заход на посадку по категориям II/III, обычно являются узловыми аэропортами с высокой загрузкой, обслуживающими крупные города и играющими значительную роль как в местной экономике, так и в экономической эффективности эксплуатантов воздушных судов. Даже кратковременные нарушения обслуживания в таких аэропортах могут оказаться очень затратными для эксплуатантов. В экономическом обосновании для GBAS II/II категорий необходимо предусматривать требование по сохранению ILS или MLS на одной или более ВПП для обеспечения продолжения полетов в случае возникновения вредных помех сигналам GNSS.

7.4.6 Затраты и выгоды при использовании ADS-B

7.4.6.1 Расходы поставщика АНО, связанные с обеспечением наблюдения ADS-B, включают затраты на: наземные станции (или в будущем на низкоорбитальные спутники); наземные или спутниковые линии связи; доработки автоматизированных систем УВД для отображения целей, наблюдаемых по каналу ADS-B; разработку процедур УВД и материалов для обучения персонала; моделирование для количественной оценки выгод; обучение персонала служб УВД; а также разработку документации для выдачи утверждений и предоставления информации эксплуатантам воздушных судов. Расходы на наземные станции ADS-B намного меньше, чем стоимость радиолокаторов и их обслуживания.

7.4.6.2 Преимущества ADS-B значительны в зонах, где в настоящее время отсутствует радиолокационное обслуживание. ИКАО установлено, что существующая архитектура ADS-B может, с технической точки зрения, обеспечить в маршрутном воздушном пространстве стандарт эшелонирования 5 м. миль, который в настоящее время обеспечивается с помощью радиолокатора. Исходя из этого и учитывая плотность и характер воздушного движения на внутренних трассах, несколько государств провели оценки безопасности при ADS-B, в результате которых в воздушном пространстве без радиолокационного контроля введен стандарт эшелонирования 5 м. миль. Для этого требуется использовать бортовую аппаратуру базовой GNSS и приемопередатчик режима S, обеспечивающий всенаправленную передачу информации о местоположении на частоте 1090 МГц. В воздушном пространстве отдаленных районов Канады и Австралии внедрение ADS-B позволило сократить стандарты эшелонирования с 80 до 5 м. миль. В этих государствах, несмотря на тот факт, что не все воздушные суда оборудованы для использования ADS-B, многие эксплуатанты начинают признавать возможности экономии топлива принадлежащими им воздушными судами в результате использования предпочтительных траекторий. Для количественной оценки выгод может применяться моделирование процедур использования воздушного пространства.

7.4.6.3 Соединенные Штаты планируют использовать наблюдение ADS-B для всех операций, включая управление наземным движением и контроль над ним. Для обеспечения упомянутых наземных применений SBAS остается в настоящее время единственной системой способной выполнить требования ADS-B по точности и целостности.

7.4.7 Затраты и выгоды при использовании ADS-C

7.4.7.1 Расходы поставщика АНО, связанные с обеспечением наблюдения ADS-C, включают затраты на доработки автоматизированных систем УВД для обеспечения обработки данных ADS-C и отображения положения воздушных судов на индикаторах воздушной обстановки системы УВД. При ADS-C используется цифровая линия передачи данных авиационной системы адресации и передачи сообщений (ACARS), используемая авиакомпаниями главным образом для передачи сообщений по эксплуатационным вопросам. Для получения донесений о местоположении системами УВД необходимо установить интерфейс с поставщиками обслуживания ACARS. Эта структура связи также обеспечивает линию передачи данных "диспетчер – пилот" (CPDLC).

7.4.7.2 Стандарты сокращенного эшелонирования с применением ADS-C обеспечивают повышенную пропускную способность воздушного пространства. Это позволяет воздушным судам осуществлять полет на оптимальных высотах и по оптимальным маршрутам, обеспечивая таким образом экономию топлива и сокращение эмиссии.

7.5 ОЦЕНКА УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ

7.5.1 Утверждая разрешение на выполнение полетов на основе GNSS, государство или региональная организация по контролю за обеспечением безопасности полетов (RSOO) принимает на себя ответственность за обеспечение того, что эти операции соответствуют принятым стандартам безопасности полетов. Государства могут либо предоставлять сигналы GNSS, либо утвердить использование сигналов, предоставляемых другими сторонами. В последнем случае за государством сохраняется ответственность в отношении надзора за безопасностью обслуживания как это изложено в изданном ИКАО *Руководстве по организации контроля за обеспечением безопасности полетов* (Doc 9734). Более того, государства несут ответственность за систему в целом, включая характеристики воздушного судна и квалификацию его экипажа, УВД, аэронавигационную информацию и элементы аэродрома.

7.5.2 Изданное ИКАО *Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП)* (Doc 9859) описывает процессы определения угроз и анализа риска, которые следует использовать при оценке предлагаемого обслуживания до его внедрения. Оценка безопасности полетов должна установить все угрозы технического и эксплуатационного характера и связанные с ними риски, а также определить пути устранения угроз или снижения либо их вероятности, либо серьезности возможных последствий.

7.5.3 Приложение 11 *"Обслуживание воздушного движения"* требует проведения оценки безопасности полетов до внесения в систему УВД значительных изменений, связанных с безопасностью полетов. Такой же принцип применим к поставщикам АНО, эксплуатантам аэродромов и воздушных судов или другим, подлежащим регулированию организациям. Для предотвращения дублирования усилий в совместной оценке безопасности изменений с точки зрения безопасности полетов могут участвовать и другие стороны (например, в случаях установки GBAS там, где электропитание обеспечивается эксплуатантом аэродрома или где имеется командно-диспетчерский пункт, процедуры работы которого изменятся, или где GBAS будет функционировать при наличии сигналов SBAS).

7.5.4 В каждом случае при оценке безопасности полетов обычно полагаются на ряд предпосылок, например исходят из того, что бортовая аппаратура имеет подтверждение летной годности и что пилоты прошли соответствующее обучение. За подтверждение действительности всех предпосылок несет ответственность государство.

7.5.5 SARPS для основных созвездий и систем функциональных дополнений, а также стандарты для бортовой аппаратуры были разработаны для удовлетворения признанных целевых уровней безопасности полетов, так что в некоторых случаях для этих элементов GNSS не требуется дополнительного анализа безопасности. Стандарты по разработке схем полетов в PANS-OPS (Doc 8168) имеют такое же обоснование их соответствия уровням безопасности полетов.

7.5.6 Эффективный процесс оценки безопасности полетов начинается на первой стадии разработки CONOPS, и в нем рассматриваются все технические и эксплуатационные аспекты предлагаемого обслуживания. Этим обеспечивается поддержка при разработке соответствующих правил, программ обучения, процедур и в ходе развертывания систем. Оценка безопасности полетов продолжается в течение всего жизненного цикла обслуживания. Опыт показывает, что этот подход приводит к наиболее эффективному использованию ресурсов, позволяя избежать непредвиденных проблем, которые ограничивают получаемые выгоды, создают риски для безопасности полетов и задерживают внедрение.

7.5.7 В случае применения систем функционального дополнения GNSS и ADS-B, оценка безопасности полетов должна обеспечить уверенность в том, что построение и внедрение системы соответствуют SARPS. Со времени выдачи в 1993 г. первых утверждений, разрешающих использование GNSS, многие государства внедрились полеты по процедурам PBN, и некоторые из них внедрились ADS-B. Правила и эксплуатационные процедуры, разработанные в этих государствах, могут быть взяты за основу другими государствами возможно с проведением "анализа различий" для того, чтобы были рассмотрены любые характерные для данного государства вопросы.

7.5.8 Не все воздушные суда оборудованы бортовой аппаратурой GNSS. При оценке безопасности полетов должны быть рассмотрены эксплуатационные процедуры, предусматривающие обслуживание оборудованных и необорудованных воздушных судов.

7.6 СЕРТИФИКАЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ УТВЕРЖДЕНИЯ

7.6.1 Эксплуатационные утверждения

7.6.1.1 Государство может санкционировать полеты на основе GNSS в своем воздушном пространстве несколькими способами. Самыми распространенными альтернативами являются:

- a) предоставление права на выполнение заходов на посадку по GNSS пилотам, имеющим допуск к полетам по ППП;
- b) включение соответствующей операции в прилагаемую к сертификату коммерческого перевозчика эксплуатационную спецификацию после проверки наличия этой операции в утвержденном руководстве по летной эксплуатации и свидетельства о квалификации экипажа;
- c) выдача документа (например, специального разрешения в форме письма-подтверждения), разрешающего выполнение конкретных операций воздушным судном с сертифицированным оборудованием.

7.6.1.2 Некоторые государства требуют получение "специальных утверждений" для операций по минимумам категорий II и III, для других сложных операций или операций в соответствии с "новыми" концепциями. Утверждение определяет все положения и условия предлагаемых операций, а также ограничения на их выполнение.

7.6.1.3 Подача заявки, представление документации и получение специального утверждения будет связано со сложностями административного характера, особенно для некоммерческих эксплуатантов. Поэтому рекомендуется, чтобы государства или RSOO не налагали требования по дополнительным процедурам такого рода, если выполнены все восемь нижеизложенных требований:

- a) воздушное судно, включая его бортовую навигационную аппаратуру, имеет подтверждение летной годности, включающее предлагаемые операции по ППП;
- b) сложность предлагаемых операций по ППП не представляет особых трудностей для их выполнения;
- c) концепция и системы, на основе которых будут выполняться операции по ППП, достаточно освоены, что сегодня является справедливым для GNSS;
- d) риск, связанный с неправильным выполнением операции, приемлем;
- e) точность, целостность, доступность и непрерывность радионавигационных сигналов обеспечивается;
- f) выполнение соответствующих стандартов качества и организации разработки схемы полетов обеспечено;
- g) точность и целостность навигационной базы данных обеспечены;
- h) соответствующие стандарты и процедуры обучения и контроля квалификации экипажа для предлагаемых операций по ППП существуют и применяются.

7.6.1.4 Большое разнообразие бортовой аппаратуры GNSS и интерфейсов для взаимодействия с пилотом диктует необходимость нестандартного подхода к обучению и освидетельствованию членов летного экипажа. В том случае, когда воздушное судно оборудовано системой управления полетом (FMS), переход к выполнению основанных на GNSS операций будет относительно простым. В случае автономной бортовой аппаратуры GNSS, утверждение операций с использованием GNSS может предусматривать специальные положения в отношении обучения экипажа, требования по его сертификации и обращению с базами данных. Многие государства разработали материал для обучения по вопросам применения обслуживания на основе GNSS и публикуют этот материал в интернете.

7.6.2 Сертификация бортовой аппаратуры

7.6.2.1 Как изложено в руководстве по PBN, для воздушного судна требуется бортовая аппаратура, которая соответствует установленной навигационной спецификации. Бортовая аппаратура, используемая для основанных на GNSS видов обслуживания, должна иметь сертификат типа и быть установлена в соответствии со специальными критериями. Любая установка новой аппаратуры должна быть подтверждена посредством серии испытаний, измерений и инспекторских проверок. Сертификация и процедуры проверок должны основываться на стандартах характеристиках, содержащихся в документации RTCA и EUROCAE, а также в национальных стандартах. Установка бортовой аппаратуры может быть утверждена при первоначальном утверждении конструкции данного типа воздушного судна (сертификат типа) или при модификации первоначальной конструкции (дополнение к сертификату типа).

7.6.2.2 Дополнения к руководствам по летной эксплуатации воздушного судна являются частью процесса сертификации. Большинство производителей воздушных судов разработали дополнения к руководствам по летной эксплуатации выпускаемых ими воздушных судов с целью включения материала по бортовому оборудованию, включающему аппаратуру GNSS. Соответствующий государственный орган должен утверждать эти руководства, содержащие эксплуатационные процедуры и ограничения необходимые для обеспечения правильного применения.

7.6.2.3 Летные процедуры, содержащиеся в руководствах по летной эксплуатации, должны учитывать характеристики GNSS и снижать рабочую нагрузку экипажа и службы УВД. Общие летные процедуры по использованию GNSS включены в документ *"Правила авионавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов"* (PANS-OPS) (Doc 8168).

7.6.2.4 Для выполнения полетов с использованием ADS-B, должно быть продемонстрировано, что датчики GNSS в комплексе с приемоответчиком или другими средствами, используемыми для передачи информации о местоположении, функционируют надлежащим образом. Эта оценка может быть выполнена поставщиками АНО, обладающими возможностью проверки характеристик ADS-B.

7.6.2.5 Поскольку многие государства применяют стандарты ФАУ и ЕАБП, унификация этих стандартов является важным вопросом, который учитывается в практике работы этих двух организаций по мере возможности.

7.6.3 Использование для навигации по ПВП приемников GNSS, непригодных для полетов по ППП

7.6.3.1 Многие пилоты используют приемники, которые не соответствуют стандартам для полетов по ППП, в качестве вспомогательного средства для навигации при полетах по ПВП, особенно в районах, где мало наземных ориентиров и обычные средства навигации или отсутствуют, или ненадежны.

7.6.3.2 Приемники, непригодные для полетов по ППП, обеспечивают точное наведение большую часть времени, но они не способны на определение ошибки, которое обеспечивается с помощью RAIM, так что ошибочный сигнал спутника может привести к значительной ошибке местоположения при отсутствии предупреждения пилоту. Другие потенциальные проблемы могут возникнуть в результате плохого расположения антенны портативного приемника, невозможности в некоторых случаях обновить базы данных приемника и использования картографических данных, основывающихся на отличной от WGS-84 системе координат.

7.6.3.3 Пилоты, использующие непригодные для полетов по ППП приемники должны оставаться в визуальных метеорологических условиях (ВМУ) и применять ручное пилотирование и счисление пути для обеспечения безопасности полета. Они должны принимать правильное решение при любом расхождении между данными о местоположении от GNSS и картой или навигационными данными из других источников. Имели место летные происшествия, в которых пилоты, осуществлявшие полет по ПВП и излишне полагавшиеся на GPS, продолжали полет в ухудшающихся метеоусловиях без визуальных ориентиров и теряли ориентировку или становились жертвами CFIT. В связи с этим некоторые государства опубликовали материал по обеспечению безопасности в этих случаях.

7.6.3.4 Некоторые государства одобрили использование точек передачи донесений при полетах по ПВП в районах аэропортов, где имеет место значительная интенсивность полетов легких воздушных судов. Применение GNSS обеспечивает помощь при полете к этим точкам в визуальных метеоусловиях. Посредством этого улучшается ситуационная осведомленность и пилотам остается больше времени для наблюдения за другими воздушными судами.

7.6.4 Контроль за обеспечением безопасности систем GBAS и SBAS

7.6.4.1 В конечном счете GBAS или SBAS должны обеспечить выполнение SARPS. Обычно государства заключают контракты на предоставление обслуживания SBAS или GBAS, и исполнитель контракта обязан продемонстрировать, что:

- a) в процессе выполненной исполнителем оценки безопасности системы надлежащим образом определены и предупреждены все угрозы, связанные с безопасностью системы, и может быть подтверждено, что построение системы отвечает требованиям высокого уровня к безопасности полетов (например, по целостности и непрерывности обслуживания);
- b) в процессе проведенных исполнителем испытаний и определения соответствия требованиям подтверждено выполнение каждого требования спецификаций. Типичные области рассмотрения в рамках этой деятельности включают планы исполнителя по подтверждению/испытаниям системных характеристик, эксплуатационные процедуры и отчеты. Обычно государства проводят также испытания по подтверждению характеристик с использованием оборудования исполнителя;
- c) процессы разработки оборудования и программного обеспечения осуществлялись согласно соответствующим стандартам.

7.7 ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПРОЦЕДУР ПРИМЕНЕНИЯ

7.7.1 Том II *"Испытания спутниковых радионавигационных систем"* Руководства по испытаниям радионавигационных средств (Дос 8071) содержит инструктивный материал по испытаниям GNSS. Эти испытания предназначены для подтверждения способности сигналов GNSS, соответствующих Приложению 10, обеспечить поддержку летных процедур с использованием GNSS.

7.7.2 Поставщики АНО должны также оценить пригодность процедуры для ее публикации в соответствии с разделом 2 главы 4 части I тома II PANS-OPS (Дос 8168). Том V *"Валидация схем полетов по приборам"* Руководства по обеспечению качества при разработке схем полетов (Дос 9906) содержит необходимый руководящий материал по процедурам полетов на основе GNSS. Летные проверки для подтверждения схем полетов, основанных на GNSS, не так дороги, как для обычных наземных средств, поскольку отсутствует необходимость в сложных системах измерения и регистрации сигнала, а также нет необходимости в периодических проверках сигналов.

7.8 КОНТРОЛЬ И РЕГИСТРАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ GNSS

7.8.1 Приложение 10 рекомендует, чтобы государства, одобрявшие производство полетов на основе GNSS, контролировали и регистрировали соответствующие данные о функционировании GNSS с целью поддержки расследований летных происшествий и предпосылок к ним. Эти данные могут также периодически использоваться для подтверждения характеристик. Целью этого не является процесс уведомлений о работе системы в реальном времени.

7.8.2 Состав регистрируемых параметров зависит от типа операции, используемых системы функционального дополнения и базовых элементов системы. Все параметры обслуживания, предоставляемого пользователям в данном районе, должны регистрироваться в точках характеризующих уровень обслуживания.

7.8.3 Не обязательно, чтобы система регистрации была независимой от предоставляемого GNSS обслуживания, и функции регистрации могут быть переданы другим государствам или сторонам. Для обеспечения будущего воспроизведения показаний по местоположению, скорости и времени, предоставляемых конкретными конфигурациями GNSS, рекомендуется непрерывная запись данных, как правило, с частотой 1 Гц.

7.8.4 Для основных систем GNSS рекомендуется регистрировать следующие контролируемые параметры всех спутников в пределах прямой видимости:

- a) текущее значение отношения "сигнал – шум" для сигнала спутника (C/N₀);
- b) текущие необработанные измерения псевдослучайного кода и фазы несущей;
- c) навигационные сообщения всех спутников, находящихся в зоне прямой видимости;
- d) информация о состоянии используемого при регистрации приемника.

7.8.5 Для SBAS рекомендуется в дополнение к вышеперечисленным параметрам основных систем GNSS регистрировать следующие контролируемые параметры всех спутников GEO в пределах прямой видимости:

- a) текущее значение C/N₀ сигнала геостационарного спутника;
- b) текущие необработанные измерения псевдослучайного кода и фазы несущей сигнала геостационарного спутника;
- c) передаваемые навигационные сообщения SBAS;
- d) информация о состоянии используемого при регистрации приемника.

7.8.6 Для GBAS рекомендуется в дополнение к вышеперечисленным параметрам основных систем GNSS и SBAS регистрировать следующие контролируемые параметры:

- a) уровень мощности сигнала VDB;
- b) информация о состоянии передатчика VDB;
- c) данные передаваемые в сообщениях GBAS.

7.8.7 Государства и регионы решали вопросы контроля различными способами, например:

- a) Соединенные Штаты Америки внедрили сеть анализа характеристик (PAN), используемую для непрерывного подтверждения характеристик GPS и WAAS. Результаты контроля документируются в ежеквартальных отчетах PAN. Предусмотрен доступ к отчетам в Интернете на сайте <http://www.nstb.tc.faa.gov/>;
- b) ЕВРОКОНТРОЛЬ разработал сеть сбора данных системы EGNOS (EDCN) для непрерывного контроля характеристик EGNOS. Эта сеть была использована в поддержку сертификации EGNOS и будет использоваться для обеспечения эксплуатационного подтверждения характеристик в процессе развития EGNOS. Результаты будут документироваться в ежеквартальных отчетах и представляться в Интернете на сайте www.ecacnav.com;
- c) Российская Федерация для контроля в своем регионе использует сеть наземных станций GBAS в качестве источника данных.

7.9 ПЛАНИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА И РАЗРАБОТКА СХЕМ ПОЛЕТОВ

7.9.1 Общие положения

7.9.1.1 Руководство по PBN разъясняет стратегические цели, которые определяют концепцию воздушного пространства для определенного района, связь с функциональными требованиями к навигации и вытекающие из этого навигационные спецификации. В большинстве случаев GNSS является единственным средством, удовлетворяющим техническим характеристикам в навигационной спецификации RNAV или RNP. Серийно выпускаемые системы, соответствующие Приложению 10 и надлежащим стандартам для бортовой аппаратуры, соответствуют этим спецификациям. GNSS делает PBN экономически приемлемой и доступной для всех эксплуатантов воздушных судов.

7.9.1.2 Руководство по PBN также предоставляет руководящий материал для построения схем полета, включая прокладку маршрутов, разработку схем прибытия, вылета и захода на посадку на основе навигационных спецификаций.

7.9.1.3 Тома I и II PANS-OPS содержат критерии для полетов с использованием GNSS в зоне аэродрома, при выполнении NPA и вылете, разработанные в соответствии с характеристиками базового приемника GNSS. Критерии для стандартных маршрутов вылета/прибытия по приборам (SID/STAR) также опубликованы. Процедуры выполнения APV с использованием SBAS, APV с использованием BaroVNAV и процедуры с использованием GBAS также рассмотрены в PANS-OPS.

7.9.2 Схемы захода на посадку на основе GNSS

7.9.2.1 Когда применение GNSS было впервые разрешено для выполнения процедур NPA, многие поставщики АНО разработали новые схемы захода с использованием GPS независимо от других средств. Эти процедуры предоставляют значительные преимущества, так как они часто обеспечивают более низкие минимумы, не требуют захода с переходом на обратный курс и предоставляют экипажу точную информацию о местоположении в процессе выполнения процедуры. Они также предоставляют преимущества в отношении безопасности полета, обеспечивая заход на посадку по прямой на ВПП, где обычные наземные средства могут обеспечить только заход по кругу.

7.9.2.2 В некоторых государствах пилотам разрешено выполнять соответствующие процедуры неточного захода на посадку по VOR, VOR/DME, ненаправленному маяку (NDB) и NDB/DME, используя наведение по GPS. Эти так называемые заходы "по GPS с наложением" (на существующую схему) позволяют эксплуатантам воздушных судов воспользоваться преимуществами большей точности и лучшего знания местоположения без необходимости разработки поставщиками обслуживания новые процедур. Это видится как промежуточная ступень, дающая первоначальные выгоды пользователям. В частности, таким путем может быть предоставлена возможность выполнения полетов в воздушном пространстве, где некоторые операции обеспечиваются с помощью NDB, для пользователей, не оборудованных бортовой аппаратурой автоматической радиопеленгации (ADF). Используя наведение по GPS, пилоты следуют по линии пути, определяемой обычными навигационными средствами, выполняя при этом требования по минимальной высоте снижения. Некоторые схемы, основанные на VOR и NDB, не подходят, однако, для операций "с наложением", так как отдельные участки захода не могут быть определены в системе кодирования данных RNAV.

7.9.2.3 Во избежание путаницы между двумя схемами захода на одну и ту же ВПП процедура захода на посадку "с наложением" должна быть удалена из государственного Сборника аэронавигационной информации (AIP) после того, как разработана схема независимого захода на посадку по GPS для той же ВПП.

7.9.2.4 Признано необходимым введение определенных эксплуатационных ограничений для первоначального внедрения процедур NPA на основе ABAS с использованием бортовой аппаратуры GPS, соответствующей TSO C129. Причины и характер этих ограничений, связанных с отсутствием 100 %-ной доступности RAIM, эксплуатационной готовностью обычных навигационных средств в качестве резерва, интенсивностью движения и правилами по обеспечению избыточности бортовой аппаратуры, меняются от государства к государству. Общее для некоторых государств эксплуатационное ограничение состоит в том, что при определении минимума для посадки на запасном аэродроме пилот не должен рассчитывать на возможность захода на посадку по GPS.

7.9.2.5 Термины NPA и APV в Приложении 10 совпадают с категориями захода на посадку в Приложении 6, но не совпадают с установленными в Приложении 14 категориями ВПП, обеспечивающими заход на посадку по приборам и точный заход на посадку. Однако существующие положения ИКАО позволяют разработку процедур APV (по минимумам LPV или LNAV/VNAV) в соответствии с навигационной спецификацией PBN RNP APCH, как это показано на примерах внедрения во многих регионах мира. Пункт 5.1.4 главы 5 и п. 4.1.6 главы 4 раздела 3 тома II части III PANS-OPS (Doc 8168) рассматривает этот вопрос следующим образом:

"В Приложении 14 отсутствуют требования к инфраструктуре ВПП для заходов на посадку и посадок с вертикальным наведением. Для того, чтобы оценить, подходит ли данная ВПП для схемы захода на посадку с вертикальным наведением, она и соответствующая OLS должны как минимум отвечать требованиям Приложения 14 к ВПП неточного захода на посадку, если ОСН составляет не менее 90 м (300 фут), и к ВПП точного захода на посадку по категории I, если ОСН – менее 90 м (300 фут)".

Примечание. В настоящее время проводится работа по обновлению терминологии, связанной с классификацией заходов на посадку. Предполагаемой датой вступления в силу положений по новой классификации является 2013 г.; когда эти положения вступят в силу, данный пункт будет изменен соответствующим образом.

7.9.2.6 Введение в эксплуатацию GNSS привело к появлению большой потребности в использовании PBN при заходах на посадку, и в некоторых государствах возникли трудности в удовлетворении этой потребности. Однако эти процедуры хорошо подходят для их построения с помощью компьютерного моделирования, позволяющего повысить производительность работы и предоставляющего возможность быстро оценивать альтернативные варианты и находить наилучшую возможную процедуру для данной ситуации.

7.9.3 Минимальная абсолютная высота полета по маршруту (MEA)

7.9.3.1 Ограничения зоны действия обычных навигационных средств влияют на минимальную абсолютную высоту полета по маршруту (MEA) на воздушных трассах. В некоторых случаях воздушному судну приходится осуществлять полет на больших высотах, где может потребоваться кислород или где присутствуют условия обледенения. В отличие от обычных навигационных средств зона действия GNSS распространяется вплоть до земной поверхности, поэтому MEA может устанавливаться на основе соображений, связанных с рельефом местности, препятствиями и зоной действия систем связи.

7.10 СЛУЖБЫ АЭРОНАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

7.10.1 Информация об операциях, основанных на GNSS

7.10.1.1 При выдаче разрешения на операции, основанные на GNSS, государство должно поместить в свой AIP конкретное сообщение в отношении сроков и условий, процедур, а также таких вопросов, как требования по обучению летного состава.

7.10.1.2 Государствам также необходимо предоставить справочную информацию по применяемой технологии GNSS и ее использованию в условиях эксплуатации. Опыт показал, что эксплуатантам воздушных судов требуется детальная информация для того, чтобы обеспечить выполнение правил, а также обеспечить самое эффективное и экономичное использование GNSS. Многие государства подготовили такую информацию, и она доступна на интернет-сайтах этих государств.

7.10.1.3 Учитывая темпы разработки технологии GNSS и ее внедрения, эксплуатантам воздушных судов требуется текущая информация, которая может оказать им помощь при планировании приобретения бортовой аппаратуры. Эта цель может быть достигнута посредством привлечения эксплуатантов к участию в разработке CONOPS и экономического обоснования.

7.10.1.4 Обновление информации может осуществляться в форме публикации в циркуляре аэронавигационной информации (AIC), государственном AIP или в некоторых случаях в консультативном циркуляре.

7.10.2 Система координат WGS-84

7.10.2.1 Управление с применением навигации, основанной на эксплуатационных характеристиках, зависит от точного определения координат точек пути с использованием единой системы опорных координат.

7.10.2.2 Приложение 10 устанавливает, что информация GNSS о местоположении должна представляться в виде координат системы WGS-84. Дополнительная информация об использовании WGS-84 может быть найдена в Приложении 4 *Аэронавигационные карты*, Приложении 11 *Обслуживание воздушного движения*, Приложении 14 *Аэродромы* и Приложении 15 *Службы аэронавигационной информации*, а также в *Руководстве по всемирной геодезической системе – 1984 (WGS-84)* (Дос 9674).

7.10.2.3 Руководство по WGS-84 содержит инструктивный материал в отношении преобразования координат и исходных данных существующих систем в систему WGS-84. Следует отметить, что преобразование является математическим процессом, который не учитывает качество и точность исходных координат. Многие государства предпочли заново произвести геодезическую съемку в соответствии со стандартами WGS-84 из-за отсутствия необходимой целостности ранее проведенных съемок, и проведение повторных съемок считается предпочтительным.

7.10.2.4 Приложение 10 определяет, что системой координат системы GLONASS является PZ-90, и содержит параметры преобразования для получения координат системы WGS-84. В 2007 г. база PZ-90 была обновлена, в результате чего отличие ее данных относительно данных WGS-84 составляет менее 40 см в любом измерении.

7.10.3 Бортовая навигационная база данных

7.10.3.1 Безопасность управления при навигации и заходе на посадку по GNSS зависит от целостности данных в бортовой навигационной базе данных. От государств требуются гарантии того, что качество данных о местоположении (точность, целостность и разрешение) сохраняется от момента выполнения геодезической съемки до предоставления информации поставщикам баз данных, которые вместе с производителями бортового оборудования создают навигационную базу данных. Государства могут обеспечить целостность базы данных посредством сертификации и надзора за поставщиками данных или передавая ответственность по надзору сертифицированным эксплуатантам воздушных судов. Этот процесс должен также гарантировать совпадение с данными, используемыми для обеспечения полетов службой УВД, и данными, применяемыми в радиолокационных системах.

7.10.3.2 Навигационные спецификации в руководстве по PBN определяют требования к базам данных для конкретных операций. Существуют два унифицированных документа EUROCAE и RTCA для оказания помощи при составлении баз данных и работы с ними: "*Стандарты обработки аэронавигационных данных*" (RTCA/DO-200A/EUROCAE ED-76) и "*Стандарты аэронавигационной информации*" (RTCA/DO-201A/EUROCAE ED-77). Эти документы содержат основные положения, обеспечивающие разработку достоверных координат точек пути и уверенность в том, что только верные координаты содержатся в бортовых навигационных базах данных. Положения, относящиеся к аэронавигационным данным, содержатся в главе 2 Приложения 11 и в главе 3 Приложения 15.

7.10.3.3 Карты и схемы полетов, используемые экипажем, должны полностью совпадать с навигационной базой данных. Траектория полета, предусмотренная схемой, определяется координатами точек пути и обозначениями участков полета, закодированными поставщиками данных. Разработчики схем должны, следовательно, обладать знанием стандартов кодирования данных, а государства должны удостоверить правильность всех координат точек пути и обозначений основных участков полета, в особенности тех, которые используются в схемах захода на посадку и вылета по приборам.

7.10.3.4 Бортовая навигационная база данных должна оставаться действительной по отношению к действующему циклу регламентации и контроля аэронавигационной информации (AIRAC), согласно которому требуется, чтобы текущая база данных обычно загружалась в бортовую аппаратуру с интервалом 28 дней. Использование устаревшей базы данных сопряжено с риском в обеспечении безопасности полетов.

7.11 ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ GNSS

7.11.1 Общие положения

7.11.1.1 Поставщики АНО в каждом государстве несут ответственность за предоставление извещений о состоянии аэронавигационных служб. Если происходит изменение состояния или такое изменение предусматривается, пользователи должны быть проинформированы службами воздушного движения (ОВД) по прямой связи и/или посредством NOTAM или системы аэронавигационной информации (см. Приложение 15 "*Службы аэронавигационной информации*" и документ "*Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения*" (PANS-ATM) (Doc 4444)).

7.11.1.2 При использовании обычных навигационных средств обслуживание прямо связано с состоянием наземного оборудования. Следовательно, NOTAM, извещающий о том, что ILS не действует, указывает, что предоставляемый этой системой точный заход на посадку не будет обеспечиваться.

7.11.1.3 В случае GNSS, когда спутник основного созвездия или контрольная станция SBAS отказывают или выводятся из рабочего состояния для технического обслуживания, прямая связь с потерей обслуживания отсутствует. В этих случаях поставщики АНО и эксплуатанты воздушных судов могут определить общие последствия перерывов в работе элементов системы, используя математические модели. Существуют коммерческие и государственные организации, которые могут предоставить помощь государствам в разработке систем моделирования для обслуживания воздушного пространства этих государств. Однако, как показано ниже, такие модели не могут определить наличие обслуживания для всех воздушных судов, находящихся в зоне обслуживания.

7.11.2 NOTAM о состоянии основных спутниковых систем

7.11.2.1 Эксплуатанты основных созвездий GNSS должны предоставлять информацию о реально происходящих и запланированных перерывах в работе спутников, находящихся в составе этих созвездий. Соединенные Штаты Америки предоставляют сообщения посредством Notice Advisory to NAVSTAR Users (NANU), и

Российская Федерация предоставляет сообщения посредством консультативных извещений для пользователей ГЛОНАСС (NAGU). Поставщики АНО и некоторые эксплуатанты воздушных судов требуют, чтобы эта информация представлялась в форме NOTAM для использования при моделировании состояния обслуживания. Системы, применяемые поставщиками АНО, обычно формируют сообщения о состоянии обслуживания и извещения в формате NOTAM без человеческого участия.

7.11.2.2 Использование контрольных приемников и математических моделей не обеспечивает возможности точно установить характеристики обслуживания, предоставляемого конкретному воздушному судну в каждой точке зоны обслуживания, по следующим причинам:

- a) приемник воздушного судна и контрольный приемник могут отслеживать разные комбинации спутников;
- b) изменения принимаемых сигналов спутников, вызываемые затенением частями планера и связанные с расположением антенны на воздушном судне, не могут учитываться контрольной станцией;
- c) динамика полета воздушного судна может влиять на прием сигнала спутника;
- d) затенения из-за рельефа местности могут влиять на прием сигнала бортовым приемником или приемником монитора;
- e) отсутствует взаимосвязь между ошибками, вызываемыми в приемнике монитора и бортовом приемнике такими источниками, как многопутевое распространение, шум приемника и влияние ионосферы;
- f) в бортовых приемниках могут применяться уникальные технологические решения, улучшающие характеристики доступности базовых функций RAIM/FDE.

7.11.2.3 Учитывая разнообразие конструкций бортовой аппаратуры, единственная модель состояния обслуживания не в состоянии выполнить требования всех эксплуатантов. Модель на основе консервативных критериев будет выдавать ложные предупреждения для некоторых воздушных судов. Менее консервативная модель может не обнаруживать потерю обслуживания для некоторых воздушных судов и выдавать ложные предупреждения для других. Вне зависимости от этого только экипаж воздушного судна, а не служба УВД в состоянии определить, например, возможно ли продолжить заход на посадку по приборам на основе ABAS. В отличие от этого при использовании ILS служба УВД имеет доступ к показаниям системы контроля системы и может не выдать разрешение на заход на посадку по ILS, основываясь на сигнализации об отказе. Концепция контроля в реальном времени не является практически применимой или требуемой для производства полетов на основе GNSS с использованием ABAS. Такая концепция может быть применима для SBAS и GBAS, однако ее внедрение будет зависеть от наличия действительной эксплуатационной потребности.

7.11.2.4 Эксплуатанты воздушных судов, которые имеют доступ к программам прогнозирования, учитывающим специфику используемой этими эксплуатантами бортовой аппаратуры с функциями ABAS/RAIM, найдут преимущества в применении такого программного обеспечения по сравнению со службой оповещения общего характера. В случае SBAS и GBAS эксплуатанты будут полагаться на извещения о состоянии обслуживания.

7.11.2.5 Поставщики САИ могут предпочесть предоставление всех извещений о состоянии обслуживания посредством NOTAM, однако по опыту некоторых государств Интернет является альтернативой, которая имеет определенные преимущества. Эти преимущества включают способность отображать в графической форме прогнозируемые перерывы в обслуживании в пределах зоны обслуживания; способность автоматически отображать извещения, относящиеся к конкретному маршруту полета; а также широко распространенное признание Интернета в качестве источника предполетной информации при планировании полета. Однако в

некоторых государствах Интернет не признан как средство оповещения о состоянии обслуживания, так как он не обеспечивает выполнения таких же стандартов по безопасности передачи информации, какие обеспечивает система NOTAM.

7.11.2.6 Вне зависимости от вышеизложенного, поставщики обслуживания должны использовать систему NOTAM для распространения информации по следующим вопросам:

- a) состояние основной спутниковой системы;
- b) наличие помех сигналам GNSS;
- c) перерывы обслуживании SBAS в обширном районе (например, вследствие отказа спутника GEO);
- d) перерывы в функционировании GBAS.

7.11.3 NOTAM: вредные помехи

7.11.3.1 Поставщики АНО должны быть готовы реагировать при поступлении от воздушных судов или наземных служб донесений об аномалиях (отклонениях от нормального функционирования) вследствие вредных помех сигналам GNSS. Если проведенный анализ свидетельствует о присутствии помех, поставщики АНО должны определить зону влияния помех и выпустить соответствующий NOTAM.

7.11.3.2 В некоторых государствах военные ведомства время от времени проводят испытания функций своих систем и оборудования посредством передачи сигналов подавления, которые делают невозможным использование обслуживания GNSS в определенном районе. Обычно такого рода действия координируются с государственными органами частотного регулирования и поставщиками АНО. Военные и другие органы, применяющие устройства подавления, должны координировать свои действия с поставщиками АНО, предоставляя им возможность определять подвергаемое влиянию помех воздушное пространство, информировать эксплуатантов воздушных судов и разрабатывать соответствующие процедуры.

7.11.4 NOTAM "SBAS НЕДОСТУПНА"

7.11.4.1 NOTAM "SBAS НЕДОСТУПНА" должен использоваться в случае отказа всех спутников GEO, предоставляющих обслуживание в зоне действия. Пользователи SBAS будут тогда зависеть от наличия RAIM/FDE для обеспечения контроля целостности. Этот NOTAM будет предупреждать пользователей SBAS о необходимости предполетного прогнозирования доступности RAIM.

7.11.4.2 Отказ контрольной станции SBAS, находящейся вблизи границы зоны обслуживания, может привести к потере обслуживания APV в аэропортах этого района. Это может также стать причиной публикации NOTAM "SBAS НЕДОСТУПНА", определяющего затронутый район, или, как излагается в п. 7.11.6, выпуска сообщения пользователям об аэропортах, затронутых последствиями отказа.

7.11.4.3 Существует, хотя и маловероятная, возможность того, что вследствие значительного уменьшения числа доступных спутников основного созвездия (например, до менее чем 21 спутника) или отказа компонентов системы SBAS может снизиться доступность обслуживания SBAS при полете по маршруту вплоть до NPA (LNAV). Таким образом, обслуживание SBAS может по-прежнему оставаться "доступным", но будут иметь место перебои в обеспечении обслуживания. В этом случае NOTAM "SBAS НЕДОСТУПНА" должен инструктировать пользователей SBAS о необходимости выполнения предполетных проверок доступности RAIM.

7.11.5 NOTAM: выход из строя станции GBAS

7.11.5.1 Если станция GBAS не функционирует или ее выключение планируется, то необходима публикация NOTAM о перерыве обслуживания. Возможно, что отказ элемента GBAS приведет к снижению уровня обслуживания (например, с уровня категорий II/III до категории I), а не полному его прекращению.

7.11.6 Извещения о состоянии обслуживания по процедурам PBN

7.11.6.1 Модели для определения состояния обслуживания должны отражать все уровни обслуживания, утвержденные государством для применения на основе ABAS/RAIM или SBAS, исключая те, которые требуют специального утверждения с учетом специфики применяемой пользователем бортовой аппаратуры. Уверенность в том, что модели состояния отражают соответствующие уровни обслуживания, обеспечивается моделированием различных порогов срабатывания сигнализации о невыполнении требований по целостности, которые связаны с навигационными спецификациями PBN и спецификациями регламентов технических стандартов (TSO), определяющих требования к операциям с использованием базовой GNSS и SBAS.

7.11.6.2 При использовании сигналов нескольких основных созвездий в условиях эксплуатации будет необходимо моделировать совместное применение этих созвездий.

7.11.6.3 Ввиду того что бортовая аппаратура SBAS при ее применении вне зоны обслуживания SBAS может функционировать подобно приемникам, соответствующим TSO C129, но с обеспечением лучшей доступности, модель должна быть приспособлена для прогнозирования такого применения пользователями с бортовой аппаратурой SBAS (согласно TSO C145/C146) и бортовой аппаратурой, соответствующей TSO C196.

7.11.6.4 Поставщикам АНО следует утверждать консервативные модели, применимые к бортовой аппаратуре с базовыми стандартными характеристиками. Это не мешает тому, чтобы предусмотреть способность модели, позволяющую пользователям вводить угол ограничения видимости и возможность использования барометрического дополнения для получения прогнозов, которые лучшим образом соответствуют специфическим характеристикам бортовой аппаратуры.

7.11.6.5 В таблице 7-1 приводится пример уровней обслуживания и относящихся к ним порогов сигнализации о целостности, прогнозируемых для бортовой аппаратуры базовой GNSS (например, согласно TSO C129) и SBAS (например, согласно TSO C145/146).

7.11.6.6 По мере появления новых уровней обслуживания они должны включаться в программу моделирования и в оповещения посредством добавления расчетов соответствующих порогов сигнализации. Сюда могут быть включены уровни обслуживания, связанные с внедрением ADS-B.

7.12 ДОНЕСЕНИЯ ОБ АНОМАЛИЯХ

7.12.1 В понимании летного экипажа аномалией при функционировании GNSS является ситуация, когда теряется возможность навигации по информации GNSS или когда отсутствует возможность полагаться на эту информацию. В этом отношении аномалия подобна перерыву обслуживания. Аномалия может быть связана с неисправностями приемника или антенны, недостаточным числом спутников в зоне видимости, плохой геометрией их взаимного расположения или затенением сигналов частями конструкции воздушного судна. Наблюдаемая аномалия может также являться результатом влияния вредной помехи, но такое заключение требует детального анализа на основе всей имеющейся информации.

7.12.2 Возможные действия пилота:

- a) как можно скорее доложить о ситуации органу УВД и, если требуется, запросить предоставление специального обслуживания;
- b) сообщить органу УВД позывной воздушного судна, местоположение, высоту и время события;
- c) как можно скорее направить назначенному полномочному органу информацию, включающую описание события (т. е. сведения об отказе бортового оборудования/его функционировании во время аномалии).

7.12.3 Возможные действия диспетчера:

- a) зарегистрировать краткую информацию, включающую позывной воздушного судна, местоположение, высоту и время события;
- b) попытаться определить другие воздушные суда, оборудованные GNSS, которые могут быть подвержены воздействию этой аномалии;
- c) передать доклад об аномалии другим воздушным судам, если это необходимо;
- d) передать информацию назначенному полномочному органу;
- e) просить летный экипаж заполнить полную форму доклада в соответствии с национальными правилами.

7.12.4 Государствам следует организовать работу центрального национального органа для сбора информации, относящейся к аномалиям, и определения порядка действий для устранения аномалий, связанных с помехами сигналам GNSS. Этот орган должен будет анализировать и передавать информацию соответствующим агентствам в пределах государства и/или другим международным агентствам. Возможные действия такого центрального органа:

- a) оценка докладов об аномалии;
- b) информирование органа ОВД и предоставление обновленной информации о ситуации;
- c) уведомление агентства, ответственного за распределение радиочастот;
- d) обеспечение, при необходимости, выпуска соответствующих предупреждений и издания NOTAM;
- e) согласование действий с государством/агентством, предоставляющим основное спутниковое созвездие (созвездия) и другие элементы GNSS;
- f) попытки определить местоположение/источник помехи;
- g) реализация государственной политики для снижения воздействия аномалии;
- h) отслеживание и доклады о всех действиях, связанных с аномалией, до ее устранения.

7.12.5 Крайне важна национальная и международная координация действий по предотвращению и смягчению последствий помех функционированию GNSS. Процесс предоставления отчетов облегчается использованием стандартной формы, позволяющей отслеживать отчеты и помогающей при координации усилий.

Государствам может потребоваться более подробная информация для анализа аномалий, связанных с GNSS. Сбор и последующая оценка данных обеспечит лиц, принимающих решения, необходимой информацией для принятия мер. Любая форма, принятая государством, должна быть включена в AIP государства и введена в действие циркуляром аэронавигационной информации.

7.12.6 В случае, если анализ отчетов экипажей приводит к выводу о наличии помехи, поставщики АНО должны определить район, подвергаемый воздействию помехи, выпустить соответствующий NOTAM, информировать экипажи по каналу прямой связи, принять меры, как указано в п. 7.13, по смягчению последствий помехи, определить местоположение источника помехи и решить проблему. Поставщики АНО или другие ответственные организации могут также использовать наземные системы для определения наличия помех.

7.13 Уязвимость GNSS: СМЯГЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВО ПОЛЕТОВ

7.13.1 Оценка риска

7.13.1.1 Как отмечается в главе 5, государства должны принимать меры по снижению вероятности перебоев в обслуживании вследствие непреднамеренных и преднамеренных помех. Поставщики АНО должны, тем не менее, провести оценку риска для определения сохраняющейся вероятности перерывов обслуживания и их влияния на производство полетов в конкретном воздушном пространстве.

7.13.1.2 Вероятность причинения помех зависит от таких факторов, как плотность населения и мотивация отдельных личностей или групп в данном районе к нарушению работы авиационных и неавиационных служб. Такая вероятность будет очень низка или практически отсутствовать в океанических и малонаселенных районах и будет самой высокой вблизи главных населенных центров. При оценке воздействия помех должны быть рассмотрены тип воздушного пространства, уровни интенсивности движения и наличие независимых служб наблюдения и связи, также как и влияние на безопасность и экономику. Вероятность нарушения обслуживания вследствие сцинтилляции будет зависеть от географического положения зоны обслуживания и потребует научной оценки. Когда признана возможность нарушения обслуживания и значительность его вероятных последствий, потребуются применение мер по смягчению этих последствий.

7.13.1.3 В будущем наличие многосистемной GNSS, использующей несколько частотных диапазонов, вместе с применением усовершенствованной бортовой аппаратуры снизит вероятность нарушений обслуживания.

7.13.2 Стратегии смягчения последствий

7.13.2.1 Проблема нарушения сигналов GNSS вызывает необходимость применения реалистичных и действенных стратегий смягчения последствий как для обеспечения безопасности и регулярности аэронавигационного обслуживания, так и для создания препятствий тем, кто мог бы намереваться вызвать нарушения при производстве полетов. Существует три главных метода, которые могут применяться совместно:

- a) использование возможностей бортового оборудования, например, IRS;
- b) использование возможностей обычных наземных средств аэронавигации и радиолокатора;
- c) применение процедурных методов (реализуемых экипажем и/или службой УВД).

7.13.2.2 Ввиду продолжающих существовать уязвимостей GNSS несколько государств установили потребность в стратегии применения альтернативной системы определения местоположения, навигации и отсчета времени (APNT) с целью в максимально возможной степени сохранить обслуживание в случае пропадания сигнала GNSS. Для того чтобы стать эффективной, стратегия APNT должна быть применима в глобальном масштабе и быть экономически доступной. Система также должна обеспечивать возможность ее реализации в относительно короткий срок. Это подразумевает использование преимуществ существующих наземных систем и бортовой аппаратуры с последующим определением по мере необходимости пути дальнейшего развития.

7.13.2.3 IRS способна обеспечить зональную навигацию в течение короткого периода времени после утраты коррекции от GNSS. Многие воздушные суда транспортной авиации оборудованы IRS, и эти системы становятся более доступными по стоимости и пригодности для эксплуатантов меньших по размеру воздушных судов регионального назначения. Большинство этих систем могут также корректироваться по информации от DME. Таким образом, в стратегии APNT должно рассматриваться использование архитектур бортового оборудования, включающих IRS в качестве компонента и учитывающих возможность коррекции от DME.

7.13.2.4 Обычные системы аэронавигации могут служить в качестве альтернативного средства наведения. DME является наиболее подходящим существующим средством для обеспечения операций PBN в ближней и среднесрочной перспективе, поскольку это оборудование в настоящее время предоставляет входные данные для многосенсорных навигационных систем, обеспечивающих зональную навигацию как при полетах по маршруту, так и в зоне аэродрома. В настоящее время VOR/DME является полезным резервом GNSS для обеспечения полета по маршруту. Наиболее подходящим альтернативным средством обслуживания точного захода на посадку является ILS. В зависимости от оценки возможных угроз, уровней интенсивности воздушного движения и погодных условий поставщик АНО может счесть целесообразным продолжить выполнение всех или некоторых из существующих операций с использованием ILS в рассматриваемом аэропорту или районе.

7.13.2.5 Процедурные методы (реализуемые экипажем и/или службой УВД) могут обеспечить эффективное смягчение последствий в случае перерывов обслуживания GNSS при совместном применении с вышеуказанными средствами с учетом:

- a) классификации воздушного пространства и наличия радиолокационного контроля;
- b) бортового оборудования воздушных судов, использующих воздушное пространство (например, большинство воздушных судов при полетах в верхнем воздушном пространстве будут располагать возможностью коррекции навигационных систем при использовании IRS и/или DME/DME);
- c) условий, связанных с рабочей нагрузкой экипажа и диспетчера УВД, и наличия средств поддержки при принятии диспетчерских решений;
- d) воздействия, которое окажет потеря обслуживания GNSS на выполнение других функций, таких как наблюдение с применением ADS-B или ADS-C;
- e) возможностей для необходимого разнесения маршрутов и/или интервалов эшелонирования в рассматриваемом воздушном пространстве.

7.13.2.6 Приняв эффективную стратегию с применением одного или более из вышеописанных методов, поставщик АНО не только обеспечит безопасность полетов в случае перерывов обслуживания GNSS, но, сократив эксплуатационные последствия помех, снизит также и мотивацию для попыток создания преднамеренных помех.

7.14 ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДА

7.14.1 Инфраструктура обычных средств навигации

7.14.1.1 Существующая инфраструктура, состоящая из навигационных средств VOR, DME и NDB, была изначально развернута для того, чтобы обеспечить навигацию по маршрутам, проложенными между установками VOR и NDB.

7.14.1.2 По мере роста интенсивности воздушного движения устанавливались дополнительные наземные средства для обеспечения новых маршрутов. Это привело к неоднородному распределению навигационных средств. В одних районах наблюдается высокая плотность навигационных средств, в то время как в других плотность этих средств находится в пределах от низкой до очень низкой. Это не подразумевает, однако, что в процессе внедрения государствами обслуживания на основе GNSS в последних районах могут потребоваться новые наземные средства для смягчения последствий перерывов обслуживания.

7.14.1.3 По мере внедрения государствами PBN и роста количества воздушных судов, оборудованных бортовой аппаратурой GNSS, регионы с высокой интенсивностью воздушного движения больше не будут испытывать потребность в высокой плотности установок VOR и NDB. Благодаря этому появляется возможность рационализации инфраструктуры обычных средств навигации.

7.14.1.4 Сети установок DME предоставляют воздушным судам с надлежащим бортовым оборудованием RNAV возможность полета по маршрутам RNAV и выполнения соответствующих процедур. Вполне вероятно, что DME будет составной частью долгосрочной стратегии, позволяющей продолжать операции RNAV в случае временной потери сигналов GNSS.

7.14.2 Рационализация обычных средств авионавигации

7.14.2.1 Внедрение основанных на GNSS видов обслуживания предоставляет возможность рационализации наземных средств навигации и радиолокации. Темпы рационализации будут зависеть от уровней оснащенности бортовой аппаратурой GNSS, разработки структуры воздушного пространства и процедур, а также от результатов оценки риска, связанного с уязвимостью GNSS.

7.14.2.2 Степень оснащенности воздушных судов в большой степени зависит от демонстрации выгод в отношении пропускной способности, экономической эффективности и экологии, и в меньшей степени – от сокращения расходов на инфраструктуру АНО, которые возрастут до максимума, когда наземные средства достигнут окончания срока службы и потребуют замены.

7.14.2.3 Оснащение бортовой аппаратурой осложняется принятым подходом к поэтапному внедрению, появлением новых особенностей (например, использования нескольких частот) и добавлением новых элементов GNSS. Государства должны тесно сотрудничать с организациями-эксплуатантами с целью разработки согласованной стратегии и плана, который реалистичен и выполним с позиций поставщиков АНО и эксплуатантов воздушных судов. Этот процесс должен определять все требования к бортовому оборудованию для использования PBN, ADS-B и других находящихся в эксплуатации систем.

7.14.2.4 В некоторых государствах и регионах на каком-то этапе в будущем может потребоваться ввести требования к обязательному оснащению воздушных судов для обеспечения эффективного использования воздушного пространства. Все такого рода решения подлежат тщательному согласованию с эксплуатантами воздушных судов.

7.14.3 Планирование будущей инфраструктуры обычных аэронавигационных средств

7.14.3.1 Первоначальные планы рационализации наземной инфраструктуры в ряде государств осуществлялись по принципу "сверху-вниз", основываясь на предположении, что внедрение PBN приведет к избыточности в составе наземных средств. В то время как преимущества PBN в основном признаются, не всегда просто обосновать полное внедрение PBN, если PBN не сможет решить проблемы пропускной способности воздушного пространства и экономической эффективности. Даже когда PBN внедрена, состояние оснащенности бортовым оборудованием может обуславливать необходимость сохранения обычных аэронавигационных средств и маршрутов.

7.14.3.2 Принцип "снизу – вверх" может оказаться более подходящим, принимая во внимание, что большие экономические выгоды появятся благодаря отсутствию необходимости в замене наземных средств по окончании их сроков службы (обычно от 20 до 25 лет).

7.14.3.3 Это может быть достигнуто при определении возможностей рационализации посредством оценки необходимых изменений структуры маршрутов и получения гарантий того, что ограниченное внедрение PBN будет более экономически выгодным, чем замена наземных средств. Такая стратегия может стать катализатором для начала перехода в использовании воздушного пространства к полномасштабному применению PBN.

7.14.3.4 Во многих аэропортах существует несколько схем захода на посадку по приборам на основе обычных наземных средств аэронавигации. Техническое обслуживание и обучение (летного состава и персонала служб УВД) связаны с расходами. Внедрение процедур PBN при заходе на посадку предоставляет возможность отметить часть существующих схем и вывести из эксплуатации средства аэронавигации, поддерживающие выполнение соответствующих процедур.

7.14.3.5 В настоящее время основным источником информации для управления при точном заходе на посадку является ILS, и ILS будет в обозримом будущем служить в качестве основного резерва для заходов на посадку по GNSS. Несколько государств недавно начали осуществлять проекты замены ILS, и некоторые из них установили MLS.

7.14.3.6 Конечной целью рационализации является эволюция в направлении минимальной сети эксплуатируемых наземных средств аэронавигации, которая обеспечит возможность поддержания уровня непрерывности обслуживания и эффективности при производстве полетов, соответствующих по мере возможности ожиданиям эксплуатантов воздушных судов.

7.14.3.7 Например, одно из государств, обладающее сетью VOR с высокой плотностью установок, разработало стратегию, нацеленную на поддержание альтернативного средства навигации для воздушных судов с оборудованием VOR в случае потери обслуживания GNSS. Согласно этой стратегии без использования GNSS будет обеспечиваться управление для воздушных судов, осуществляющих полет на высотах 1500 м (5000 фут) и более на дальностях в пределах 100 м. миль от аэропорта, где предусмотрена процедура захода на посадку по ILS или VOR. Стратегия позволит этому государству вывести из эксплуатации очень значительное число станций VOR. Одновременно в этом государстве будут осуществляться улучшения сети установок DME для обеспечения поддержки операциям RNAV в воздушном пространстве класса A и вблизи основных аэропортов.

7.14.3.8 ADS-B уже предоставляет значительные выгоды в воздушном пространстве без радиолокационного контроля, где применение радиолокатора стоило бы намного дороже. Внедрение ADS-B в загруженном воздушном пространстве аэродромной зоны или на маршруте необязательно приведет к исключению потребности в радиолокаторе. Некоторые государства пришли к выводу, что необходимость радиолокационного покрытия этих зон первичным и вторичным радиолокаторами будет сохраняться в обозримом будущем для того, чтобы предусмотреть угрозу помех сигналам GNSS, в результате которых может быть утрачена возможность навигации и наблюдения, необходимость слежения за воздушными судами без приемопередатчиков и оборудования ADS-B и выполнение требования по определению опасных погодных условий. Тем не менее

ADS-B обещает получение эксплуатационных преимуществ в таких зонах, и внедрение ADS-B может позволить избежать расходов на резервирование при обеспечении радиолокационного контроля.

7.14.3.9 Государствам и регионам следует согласовывать стратегии рационализации и смягчения последствий с существующими и планируемыми уровнями интенсивности воздушного движения, возможностями парка воздушных судов, степенью угроз и с ожиданиями эксплуатантов воздушных судов. Основные воздушные перевозчики будут, вероятно, требовать приближенное к нормальному обслуживание с минимальным отрицательным влиянием на пропускную способность. Эксплуатанты авиации общего назначения и вертолетов, которые обычно осуществляют полеты в соответствии с ПВП, будут в большей степени способны выдерживать перерывы в обслуживании.

7.15 ЗАЩИТА СИСТЕМЫ ОТ УГРОЗ И РИСКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММ

7.15.1 Обеспечение безопасности обычных средств аэронавигации входит в сферу ответственности государственных органов. Зона действия GNSS распространяется на территорию многих государств, поэтому обеспечение безопасности системы должно предусматриваться на региональном или глобальном уровне. Важно защитить элементы GNSS, используемые гражданской авиацией от терроризма или враждебных действий.

7.15.2 Государства должны предусматривать возможность перерывов обслуживании, предоставляемого с помощью GNSS и обычного наземного средства аэронавигации, или снижения уровня этого обслуживания в период чрезвычайного положения в данном государстве (статья 89 *Конвенции о международной гражданской авиации*). Государства должны иметь планы действий в чрезвычайных обстоятельствах на случай международного конфликта или подавления сигналов GNSS соседним государством таким образом, что это приводит к нарушению обслуживания за пределами государства, являющегося источником помехи. Вопросы безопасности GNSS рассматриваются в некоторых государствах, и в результате этого могут появиться новые процедуры защиты безопасности и эффективности полетов воздушных судов.

7.15.3 Вопросы реализации планов, в том числе недостаток ресурсов, неудачные запуски или неожиданные отказы спутников, могут привести к отсутствию необходимого числа спутников для обеспечения отдельных видов обслуживания на основе GNSS. Отказ сегмента управления системой или ошибка, связанная с человеческим фактором, также могут послужить причиной возможных прерываний обслуживания и общей причиной ошибок в функционировании нескольких спутников одного созвездия. Непрерывное предоставление надежного обслуживания основными спутниковыми созвездиями требует отлаженного управления системой и финансового обеспечения.

7.16 РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ GNSS

7.16.1 Начиная с 1993 г. GPS приносила пользу гражданской авиации в отношении безопасности и эффективности, что привело эксплуатантов воздушных судов, государственные регулирующие органы и поставщиков АНО к всеобщему признанию видов обслуживания, основанных на GNSS. Многие страны начали реорганизацию воздушного пространства для повышения эффективности его использования посредством применения PBN, ADS-B и ADS-C, а также разработали схемы заходов на посадку, повышающие безопасность полетов и улучшающие доступ к аэропортам.

7.16.2 Темпы оснащения бортовой аппаратурой GNSS являются одним из ключевых факторов при реализации максимальных выгод. Достижение полных выгод от применения PBN на маршруте и в зоне аэродрома фактически зависит от оснащенности всех воздушных судов. Эксплуатанты воздушных судов будут вкладывать средства в бортовое оборудование, только если предлагаемые виды обслуживания обещают получение значительных выгод и экономию средств. Поставщики АНО и регулирующие органы должны взаимо-

действовать с эксплуатантами с целью определения технических решений и видов обслуживания, которые будут удовлетворять условия анализа безопасности и экономического обоснования.

7.16.3 В идеальном случае GNSS могла бы обеспечить возможность для вывода из эксплуатации всех обычных средств аэронавигации, позволив эксплуатантам воздушных судов исключить капитальные затраты и расходы на обучение, связанные техническим обслуживанием бортовой аппаратуры как обычных средств аэронавигации, так и GNSS. Это также привело бы к сокращению расходов поставщиков АНО. Однако вопросы, связанные с уязвимостью сигнала GNSS, приводят к необходимости сохранения в обозримом будущем некоторых наземных аэронавигационных средств. В то же время поставщики АНО могут сокращать расходы посредством рационализации структуры этих средств.

7.16.4 Наличие нескольких созвездий, передающих сигналы на многих частотах, сделает GNSS более надежной в эксплуатации и позволит расширить рамки обслуживания с ростом получаемых выгод после 2020 г. по мере поступления систем и бортового оборудования. До этого времени поставщики АНО могут взаимодействовать с эксплуатантами воздушных судов для расширения обслуживания на основе GNSS и увеличения получаемых выгод, одновременно планируя использование видов обслуживания, предоставляемых следующим поколением систем. ASBU, а также "дорожные карты" по навигации и PBN, представленные в ГАНП, создают основу планирования, которая может корректироваться государствами с учетом их эксплуатационной ситуации, обеспечивая при этом глобальную совместимость.

Таблица 7-1. Уровни обслуживания и пороги срабатывания сигнализации

	<i>На маршруте</i>	<i>В зоне аэродрома</i>	<i>LNAV LNAV/VNAV</i>	<i>LP</i>	<i>LPV*</i>	<i>Категория I*</i>
Порог срабатывания	HAL=2 м. мили	HAL=1 м. мили	HAL=0,3 м. мили	HAL=40 м	VAL=50 м	VAL=35 м
Бортовая аппаратура GPS	Выпускается	Выпускается	Выпускается	Неприменима	Неприменима	Неприменима
Бортовая аппаратура SBAS	Выпускается**	Выпускается**	Выпускается	Выпускается	Выпускается	Выпускается

* Для LPV и категории I с использованием SBAS HAL составляет 40 м, однако для целей прогнозирования обслуживания можно считать, что доминирующим компонентом является VAL.

** При наличии функционирующей SBAS прогнозы обслуживания на маршруте и в зоне аэродрома не требуются, поскольку уровень доступности будет составлять 100 %. Такие прогнозы необходимы для обслуживания воздушных судов с бортовой аппаратурой SBAS вне зоны обслуживания SBAS или в случае, когда происходит широкомасштабный отказ SBAS.

Добавление А

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

1. ИЗДАНИЯ ИКАО, ОТНОСЯЩИЕСЯ К GNSS

Ниже перечислены документы ИКАО, относящиеся к использованию GNSS. Краткие справки по содержанию документов содержатся в *Каталоге изданий ИКАО*.

Резолюции Ассамблеи

- A32-19. Хартия прав и обязательств государств, связанных с обслуживанием GNSS.
- A32-20. Разработка и развитие соответствующих долгосрочных юридических рамок для управления внедрением GNSS.
- A33-15. Сводное заявление о постоянной политике и практике ИКАО в области систем связи, навигации и наблюдения/организации воздушного движения (CNS/ATM).
- A37-11. Глобальные цели в области навигации, основанной на характеристиках.

Приложения к Конвенции о международной гражданской авиации

- Приложение 2 "Правила полетов".
- Приложение 4 "Аэронавигационные карты".
- Приложение 6 "Эксплуатация воздушных судов".
- Приложение 10 "Авиационная электросвязь". Том I "Радионавигационные средства".
- Приложение 11 "Обслуживание воздушного движения".
- Приложение 14 "Аэродромы".
- Приложение 15 "Службы аэронавигационной информации".

Документы

- Дос 4444. *Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения.*
- Дос 7030. *Дополнительные региональные правила.*
- Дос 7300. *Конвенция о международной гражданской авиации.*

- Дос 8071. *Руководство по испытаниям радионавигационных средств, том II "Испытания спутниковых радионавигационных систем".*
- Дос 8126. *Руководство по службам аэронавигационной информации.*
- Дос 8168. *Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов.*
Том I. *Правила производства полетов.*
Том II. *Построение схем визуальных полетов и полетов по приборам.*
- Дос 8400. *Правила аэронавигационного обслуживания. Сокращения и коды ИКАО.*
- Дос 8697. *Руководство по аэронавигационным картам.*
- Дос 9161. *Руководство по экономическим аспектам аэронавигационного обслуживания.*
- Дос 9426. *Руководство по планированию обслуживания воздушного движения.*
- Дос 9613. *Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN).*
- Дос 9660. *Доклад по финансовым и смежным организационным и управленческим аспектам предоставления и эксплуатации глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS).*
- Дос 9674. *Руководство по Всемирной геодезической системе – 1984 (WGS-84).*
- Дос 9689. *Руководство по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования.*
- Дос 9734. *Руководство по организации контроля за обеспечением безопасности полетов.*
- Дос 9750. *Глобальный аэронавигационный план.*
- Дос 9859. *Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП).*
- Дос 9906. *Руководство по обеспечению качества при разработке схем полетов, том 5 "Валидация схем полетов по приборам".*

Циркуляры

- Циркуляр 257. *Экономические аспекты аэронавигационного обслуживания, основанного на использовании спутниковой техники.*
- Циркуляр 278. *Национальный план для систем CNS/ATM.*

2. ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ

ICAO EB 2001/56	Помехи сигналам глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS)
ITU-R SM 1009-1	Compatibility between the Sound-Broadcasting Services in the Band of About 87 – 108 MHz and the Aeronautical Services in the Band 108 – 137 MHz
RTCA/DO-200A/EUROCAE ED-76	Standards for Processing Aeronautical Data
RTCA/DO-201A/EUROCAE ED-77	Standards for Aeronautical Information
ECC Report 129	Technical and operational provisions required for the use of GNSS repeaters
ECC Report 145	Regulatory framework for Global Navigation Satellite System (GNSS) repeaters
ECC Recommendation (10)02	A framework for authorization regime of Global Navigation Satellite System (GNSS) repeaters
IS-GPS-200	GPS Interface Specification

United States National Telecommunications and Information Administration (NTIA) "Manual of Regulations and Procedures for Federal Radio Frequency Management", а.к.а. "Red Book". Примечание. Раздел 9.3.20 в NTIA Red Book применим только к пользователям из состава федерального правительства. Использование ретрансляторов неправительственными пользователями в Соединенных Штатах Америки запрещено.

Документы по стандартизации бортовой радиоэлектронной аппаратуры

<i>Системы функционального дополнения</i>	<i>Регламент применения технических стандартов (TSO) ФАУ США</i>	<i>Стандарты минимальных эксплуатационных характеристик/технические требования к минимальным характеристикам бортовых систем (MOPS/MASPS) RTCA и EUROCAE</i>
ABAS	TSO-C129A уровень 2 (маршрут/зона аэродрома) TSO-C129A уровень 1 или 3 (NPA) TSO-C196 EASA ETSO-C129c	RTCA/DO-208 EUROCAE ED-72A RTCA/DO-316
SBAS*	TSO-C145 TSO-C146A EASA ETSO-C145c, -C146c	RTCA/DO-229D EASA ETSO-C145c, -C146c
GBAS	TSO-C161A TSO-C162A	RTCA/DO-245A RTCA/DO-246D RTCA/DO-253C EUROCAE ED-95

* Бортовая аппаратура SBAS соответствует всем требованиям для аппаратуры ABAS.

Добавление В

ОБЯЗАННОСТИ ПОСТАВЩИКОВ АНО И РЕГУЛИРУЮЩИХ ОРГАНОВ

<i>Поставщик аэронавигационного обслуживания</i>	<i>Регулирующий орган</i>
Возглавляет разработку CONOPS, которая направлена на достижение целей эксплуатантов воздушных судов в отношении предлагаемого обслуживания на основе GNSS, определяет эксплуатационные требования и предлагает архитектуру системы.	Участствует в разработке CONOPS для определения потребности в разработке новых или изменении существующих норм.
Разрабатывает план обеспечения безопасности применительно к основанным на GNSS видам обслуживания и следует этому плану.	Осуществляет контроль над поставщиком обслуживания GNSS по вопросам обеспечения безопасности.
Проводит необходимые для подтверждения CONOPS испытания, моделирование и исследования.	Рассматривает рекомендации поставщика обслуживания по утверждению разрешений на эксплуатацию на основе результатов исследований.
Координирует вопросы обеспечения обслуживания на основе GNSS с эксплуатантами воздушных судов и регулирующим органом.	Разрабатывает стандарты по обучению летного состава и по проведению сертификации для использования бортовой аппаратуры GNSS эксплуатантами коммерческой и корпоративной авиации. Утверждает использование GNSS коммерческой и корпоративной авиацией в условиях эксплуатации. Разрабатывает инструктивный материал и порядок утверждения разрешений на эксплуатацию GNSS. Устанавливает требования по утверждению специальных разрешений для эксплуатантов, подготовке летного состава и сертификации.
Оказывает помощь эксплуатантам воздушных судов для принятия обоснованных решений на приобретение бортового оборудования с целью использования основанных на GNSS видов обслуживания.	Разрабатывает национальные стандарты и инструктивный материал для сертификации и установки бортовой аппаратуры GNSS на воздушных судах национальной регистрации. По мере необходимости разработка стандартов и инструкций может осуществляться совместно с другими органами обеспечения летной годности с целью избежать дублирования работы и обеспечить максимальную унификацию.

<i>Поставщик аэронавигационного обслуживания</i>	<i>Регулирующий орган</i>
	<p>Согласно установленному порядку проводит сертификацию или осуществляет надзор за ее проведением для бортовой аппаратуры GNSS, разработанной и производимой в данном государстве, а также за установкой оборудования GNSS на воздушных судах национальной регистрации.</p> <p>Разрабатывает инструктивный материал и порядок утверждения разрешений на установку аппаратуры GNSS на борту воздушных судов.</p> <p>Определяет стандарты на оборудование и его установку, в том числе материалы для дополнений к руководствам по летной эксплуатации воздушных судов.</p>
<p>Координирует разработку экономических обоснований для основанных на GNSS видов обслуживания в поддержку выработки решений эксплуатантами воздушных судов и поставщиков обслуживания.</p>	
<p>Формирует обоснованные стратегии развертывания связанной с GNSS инфраструктуры, смягчения последствий при перерывах обслуживания GNSS и, по мере возможности, выводу из эксплуатации наземных средств. Частью этой деятельности является надзор за подрядчиками по вопросам безопасности.</p>	<p>Подтверждает элементы стратегий смягчения последствий, относящиеся к обеспечению безопасности.</p>
<p>Координирует разработку методики проведения геодезических съемок и обеспечивает внедрение стандарта WGS-84.</p>	
<p>Разрабатывает и внедряет технологию работы с аэронавигационными данными для выполнения требований к точности и целостности при производстве полетов на основе GNSS.</p>	
<p>Разрабатывает системы контроля состояния, извещений и публикации NOTAM для обеспечения производства полетов на основе GNSS.</p>	
<p>Публикует схемы захода на посадку по приборам и другие основанные на GNSS процедуры.</p> <p>Предоставляет аэронавигационную информацию в отношении процедур GNSS поставщикам баз данных и разработчикам карт.</p>	<p>Разрабатывает стандарты для построения схем захода на посадку по приборам на основе GNSS либо утверждает использование существующих критериев PANS-OPS или других признанных критериев.</p> <p>Осуществляет надзор за сертификацией систем GNSS и соответствующих процедур использования воздушного пространства.</p>

<i>Поставщик аэронавигационного обслуживания</i>	<i>Регулирующий орган</i>
Устанавливает требования к летным проверкам и процедурам, приобретает требующееся для этого оборудование и осуществляет необходимые летные проверки для обеспечения производства полетов на основе GNSS.	
Контролирует и регистрирует характеристики GNSS.	
Разрабатывает и публикует инструкции и учебные материалы по использованию обслуживания GNSS в условиях эксплуатации для обучения летного состава и персонала служб ОВД.	<p>Публикует порядок и условия утверждения разрешений на использование GNSS в национальном сборнике аэронавигационной информации, циркулярах аэронавигационной информации и консультативных циркулярах.</p> <p>Разрабатывает руководства для инструкторов по летной подготовке и стандарты летной подготовки для использования основанных на GNSS видов обслуживания.</p>
Определяет требования к ОВД, воздушному пространству и процедурам, включая применение стандартов эшелонирования.	
<p>Устанавливает требования по сертификации разработчиков схем полетов и персонала служб ОВД.</p> <p>Обеспечивает подготовку штата служб ОВД для обеспечения производства полетов на основе GNSS.</p>	Утверждает требования к обучению и сертификации.
Разрабатывает технические спецификации для связанной с GNSS инфраструктуры.	
Обеспечивает заказ и развертывание функциональных дополнений GNSS и подтверждает соответствие характеристик требованиям SARPS.	Осуществляет контроль обеспечения безопасности при внедрении связанной с GNSS инфраструктуры.
Выявляет требующие решения вопросы в области управления спектром.	Обеспечивает действия в области управления спектром для защиты частот GNSS.

Добавление С

СПЕКТР ЧАСТОТ GNSS

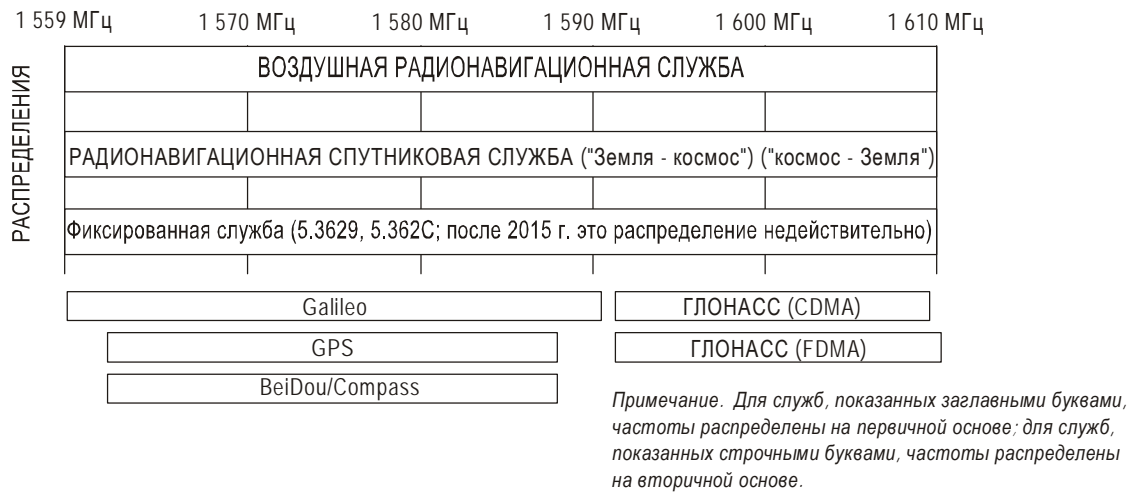


Рис. С-1. Распределения частот в диапазоне 1559 – 1610 МГц

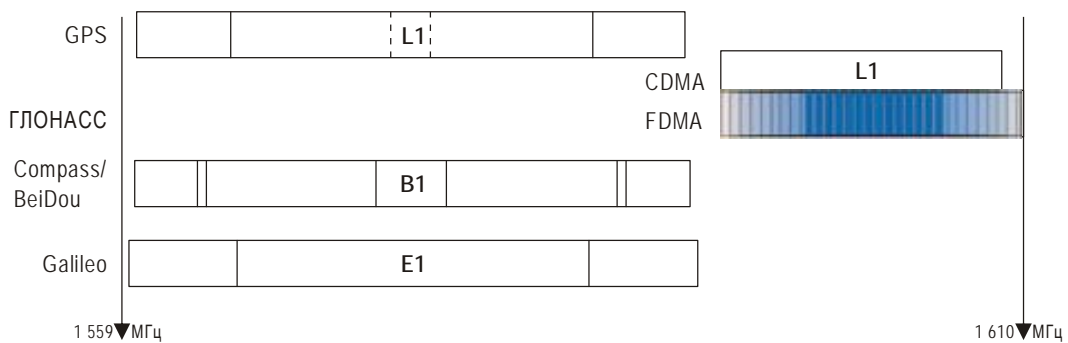


Рис. С-2. Частоты, используемые основными созвездиями

Добавление D

"ДОРОЖНАЯ КАРТА" В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ

PBN	Блок 0	2018	Блок 1	2023	Блок 2	2028	Блок 3
Инструменты реализации							
Обычные наземные	ILS/MLS Сохраняются для захода на посадку с целью смягчения последствий отказа GNSS						
	DME Существующая сеть станций оптимизируется для обеспечения полетов по PBN						
	VOR/NDB Рационализируются с учетом потребности и оснащенности						
Спутниковые	Основные созвездия GNSS Одночастотные (GPS/ГЛОНАСС) Многочастотные/многосистемные (GPS/ГЛОНАСС/BeiDou/Galileo)						
	Функциональные дополнения GNSS SBAS GBAS кат. I GBAS кат. II/III Многочастотные GBAS/SBAS						
Навигационные возможности							
PBN (см. "дорожную карту" PBN)	Полеты по PBN						
	B0-65, B0-05, B0-10	B1-10, B1-40	B2-05	B3-05, B3-10			
Точный заход на посадку	Посадка по категориям I/II/III ILS/MLS GBAS кат. I GBAS кат. II/III кат. I/II/III SBAS LPV 200						
	B0-65	B1-65					

Рис. D-1. "Дорожная карта" в области навигации

Добавление Е

"ДОРОЖНАЯ КАРТА" В ОБЛАСТИ PBN

PBN	Блок 0	2018	Блок 1	2023	Блок 2	2028	Блок 3
Полет по маршруту в океаническом и отдаленном континентальном районах	RNAV 10 (RNP 10)						
	RNP 4 RNP 2						
Полет по маршруту в континентальном районе	RNAV 5 RNP 2 Усовершенствованная RNP						
	RNAV 2 RNP 0.3 (только вертолеты) RNAV 1						
Воздушное пространство в зоне аэродрома: прибытие и вылет	RNAV 1 Усовершенствованная RNP						
	Базовая RNP 1 RNP 0.3 (только вертолеты)						
Заход на посадку	RNP APCH (SBAS: LPV, BARO VNAV: LNAV/VNAV, базовая GNSS: LNAV)						
	RNP AR APCH (где обеспечиваются выгоды)						
	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Миграционный путь на основе региональных/национальных требований </div>						

Рис. Е-1. "Дорожная карта" в области PBN

— КОНЕЦ —

ISBN 978-92-9249-348-6



9 7 8 9 2 9 2 4 9 3 4 8 6