



РАБОЧИЙ ДОКУМЕНТ

ТРИНАДЦАТАЯ АЭРОНАВИГАЦИОННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Монреаль, Канада, 9–19 октября 2018 года

КОМИТЕТ А

Пункт 2 повестки дня. Содействие развитию глобальной аэронавигационной системы

2.2. Комплексная стратегия в области CNS и спектра

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС В ПОДДЕРЖКУ ВНЕДРЕНИЯ МНОГОСИСТЕМНОЙ GNSS

(Представлено Российской Федерацией)

КРАТКАЯ СПРАВКА

В настоящем документе представлена информация о текущем состоянии орбитальной группировки российской системы ГЛОНАСС, а также рассмотрены некоторые аспекты ее дальнейшего развития и использования в составе глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) в направлении внедрения многочастотного обслуживания с использованием нескольких созвездий спутников (MFMC) для обеспечения безопасности и эффективности полетов международной гражданской авиации.

В долгосрочной перспективе ожидается, что стандарты бортового радиоэлектронного оборудования будут доступны для использования всех элементов и сигналов GNSS.

Действия: Конференции предлагается:

- a) принять во внимание содержание этого документа;
- b) поддержать рекомендацию 2.2/x рабочего документа AN-Conf/13-WP/15 *"Развитие глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS)"*;
- c) просить ИКАО продолжить рассмотрение вопросов международного нормативного регулирования при использовании элементов GNSS, а также включить в программу работы ИКАО разработку Стандартов и Рекомендуемой практики (SARPS) на новые элементы и новые созвездия в целях повышения безопасности и эффективности международной аэронавигации.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 При рассмотрении вопросов развития Глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) и, в частности, систем GPS и ГЛОНАСС 12-я Аэронавигационная конференция (Монреаль, 19–30 ноября 2012 года) приняла к сведению информацию о том, что GPS и ГЛОНАСС предложены международному сообществу для использования без уплаты прямых

¹ Документ на русском языке представлен Российской Федерацией.

сборов с пользователей и признала, что GNSS является глобальным ресурсом коллективного пользования, который может использоваться для реализации множества полезных видов применения, поэтому базовое обслуживание GNSS должно предоставляться без взимания прямых сборов с пользователей. Использование сигналов, передаваемых многочисленными спутниковыми созвездиями (МС) во многих диапазонах частот (МФ) в настоящее время дает возможность еще больше усовершенствовать навигационные технические характеристики и извлекать существенные эксплуатационные выгоды.

1.2 Настоящий рабочий документ рассматривает комплексное использование нескольких (или всех) основных созвездий, передающих сигналы во многих защищенных для целей авиации частотных диапазонах (МФМС). Однако, это не исключает реализацию решений, основанных на использовании на первых этапах использование нескольких созвездий в двух частотных диапазонах (ДФМС) и даже одного созвездия, передающего сигналы в двух частотных диапазонах (ДФС), или одного частотного сигнала от нескольких основных созвездий (СФМС).

2. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ ГЛОНАСС

2.1. Состав орбитальной группировки системы

2.1.1. В течение последних лет орбитальная группировка ГЛОНАСС поддерживается на номинальном уровне в составе двадцати четырех спутников и значительным образом модернизировалась. По состоянию на 24 июня 2018 года в системе ГЛОНАСС по целевому назначению используются двадцать четыре спутника, из которых двадцать три являются космическими аппаратами (КА) 2-го поколения (ГЛОНАСС-М) и один – 3-го поколения (ГЛОНАСС-К).

2.1.2. Дальнейшие запуски космических аппаратов ГЛОНАСС будут осуществляться по мере оперативной необходимости для замены выработавших ресурс или вышедших из строя спутников. Изготовлены и находятся на хранении пять модернизированных КА ГЛОНАСС-М (модернизированный спутник ГЛОНАСС-М наряду с излучением сигналов с частотным разделением в диапазоне L1 излучает еще и сигнал с кодовым разделением в диапазоне L3) в качестве резерва для дальнейших запусков. Запуск модернизированных КА ГЛОНАСС-М позволит в более быстрые сроки перейти на кодовое разделение сигналов (CDMA) в диапазоне L3. После запуска этих пяти спутников дальнейшее обновление группировки будет происходить путем запуска КА ГЛОНАСС-К, которые с определенного порядкового номера наряду с излучением сигналов на частоте L3 CDMA будут излучать сигнал с кодовым разделением на частоте L1. В настоящий момент на орбите уже находится два модернизированных КА ГЛОНАСС-М, излучающие L3 CDMA (в середине 2014 года запущен и введен в эксплуатацию первый модернизированный КА ГЛОНАСС-М с передатчиком сигнала CDMA на частоте ГЛОНАСС L3, 17 июня 2018 г. запущен и находится на этапе ввода в систему еще один такой КА), и один ГЛОНАСС-К, также излучающий L3 CDMA. Несмотря на внедрение сигналов CDMA, обратная совместимость новых спутников обеспечивается, поскольку наряду с излучением сигналов CDMA в диапазонах L1 и L3 сохраняется излучение сигналов FDMA в частотных диапазонах L1 и L2.

2.2. Текущие характеристики ГЛОНАСС

2.2.1. Оценки текущих эксплуатационных характеристик системы ГЛОНАСС и их представление в ИКАО проводятся на регулярной основе, по результатам которых подтверждается

соответствие требованиям Стандартов и Рекомендуемой практики (SARPS) ИКАО. На текущий момент осредненные по орбитальной группировке характеристики точности измерения дальности находятся на уровне 1,4 м. При этом вероятность основного отказа (Major Service Failure), требования к которой планируется включить в SARPS, по данным на конец 2017 года составляет $6 \cdot 10^{-5}$.

2.3. Позитивный опыт использования совмещенных ГЛОНАСС/GPS приемников российскими эксплуатантами гражданских воздушных судов

2.3.1. ГЛОНАСС является самодостаточной навигационной системой, отвечающей SARPS ИКАО. Вместе с этим, в российской гражданской авиации ГЛОНАСС активно используется совместно с системой GPS, посредством применения совмещенных приемников ГЛОНАСС/GPS, разработанных российской промышленностью в соответствии с национальными требованиями. В настоящее время более 600 российских воздушных судов оснащено бортовым оборудованием ГЛОНАСС/GPS. Практика использования таких навигационных приемников продемонстрировала улучшение характеристик готовности, непрерывности обслуживания и целостности в особенности в условиях помех для устойчивого приема навигационных сигналов систем ГЛОНАСС и/или GPS.

2.3.2. Вследствие улучшения вышеуказанных характеристик, расширяются возможности обеспечения вертикальной навигации VNAV как при полетах по маршруту, так и в районе аэродрома, в том числе для выполнения заходов на посадку с вертикальным наведением LNAV/VNAV без использования функциональных дополнений наземного и спутникового базирования. Применение одновременно двух созвездий также уменьшает влияние отдельных технических сбоев на их общую работоспособность. Так, например, в известных случаях системных сбоев ГЛОНАСС в апреле 2014 года и GPS в феврале 2016 года совмещенное бортовое оборудование ГЛОНАСС/GPS сохраняло работоспособность и перерывов в определении местоположения воздушных судов не наблюдалось.

2.3.3. В 2017 году RTCA завершена разработка и опубликован промышленный стандарт (MOPS) DO-368 "Стандарты минимальных эксплуатационных характеристик для бортового оборудования GPS/ГЛОНАСС (FDMA + антенна) только диапазона L1". Это открывает возможность использования преимуществами двухсистемного навигационного решения и на воздушных судах зарубежного производства, не дожидаясь стандартизации и реализации многосистемных двухчастотных решений. При этом может быть использована аппаратура GPS/ГЛОНАСС, успешно отработанная на российских воздушных судах, что позволит сократить время и затраты на оснащение.

3. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ МНОГОЧАСТОТНОЙ МНОГОСИСТЕМНОЙ MFMC GNSS

3.1. Концепция многочастотной многосистемной MFMC GNSS предусматривает использование сигналов с кодовым разделением CDMA в качестве основы для эффективного взаимодействия и совместимости, входящих в нее созвездий и сигналов. Предполагается, что все спутники орбитальной группировки ГЛОНАСС к 2021 году наряду с сигналом FDMA на частотах L1 и L2 будут излучать сигнал CDMA на частоте L3, а в последующие годы сигналы CDMA и на частоте L1, что будет достигнуто предположительно к 2028 году.

3.2. В 2016 году утверждены интерфейсные контрольные документы (ICDs) на сигналы ГЛОНАСС с кодовым разделением, с октября 2017 года документы также доступны на английском языке. На их основе начата процедура подготовки и последовательной валидации изменений для включения в SARPS сигналов CDMA ГЛОНАСС. В соответствии с дорожной картой развития SARPS до 2020 года планируется завершить разработку SARPS на все новые элементы основных созвездий, включая сигналы CDMA ГЛОНАСС, сигналы L5 GPS, а также системы Galileo и BeiDou.

3.3. На текущий момент уже проделана определенная работа по достижению долгосрочной цели использования в приемнике всех элементов GNSS. Отсутствие существенного увеличения сложности и стоимости разработки приемной аппаратуры, работающей по всем перспективным сигналам ГНСС, подтверждается рядом образцов навигационной аппаратуры потребителей и антенн авиационного применения.

3.4. В долгосрочной перспективе ожидается, что стандарты бортового радиоэлектронного оборудования будут обеспечивать использование всех элементов и сигналов GNSS на основе MFMC. По мере эволюционного развития GNSS SARPS ИКАО и промышленные стандарты следует обновлять с тем, чтобы они применялись ко всем элементам GNSS.

4. ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ ПО ВНЕДРЕНИЮ ВСЕХ ЭЛЕМЕНТОВ GNSS В ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

4.1. Принимая во внимание тот факт, что в ближайшей перспективе Соединенными Штатами Америки (GPS), Российской Федерацией (ГЛОНАСС), Европой (Galileo) и Китаем (BeiDou) будут введены в эксплуатацию созвездия GNSS, предоставляющие двухчастотный сигнал, а также осуществляется развертывание спутниковых (SBAS) и наземных (GBAS) систем функционального дополнения DFMC, необходимо чтобы ИКАО, в тесной координации с соответствующими организациями активно продолжало работу по разработке стандартов, в соответствии с принципами и подходами, изложенными в недавно опубликованной эксплуатационной концепции (ConOps) для DFMC GNSS.

4.2. В целях практической реализации результатов работы ИКАО и эффективного использования технического ресурса создаваемых радионавигационных полей необходимо, чтобы в отрасли продолжалась деятельность по стандартизации и сертификации соответствующего авиационного оборудования, способных обрабатывать сигналы CDMA всех созвездий и принимать решения о выборе наиболее эффективных комбинаций созвездий с точки зрения характеристик и безопасности. Выбор ограниченного числа созвездий для промышленной стандартизации может спровоцировать нежелательные мандаты на использование конкретных элементов GNSS, а также повышение стоимости переоборудования воздушных судов при поэтапном внедрении многосистемных приемников с разными комбинациями систем.

4.3. Необходимо, чтобы ИКАО активизировало свою работу по повышению осведомленности всех государств о долгосрочной цели, изложенной в ConOps, и особенно тех аспектах, которые касаются ограничения на использование элементов GNSS и которые могут иметь негативные последствия с точки зрения безопасности полетов, поскольку они не позволяют воспользоваться выгодами в области безопасности полетов, связанными с использованием этих элементов. В этой связи разработка ИКАО дополнительного инструктивного материала для оказания содействия государствам в одобрении и использовании ими существующих и будущих элементов GNSS является весьма актуальной.

5. **ВЫВОД**

5.1. Принимая во внимание тот факт, что системы GPS и ГЛОНАСС функционируют в их номинальных конфигурациях и развиваются с точки зрения реализации новых сигналов, а также ожидается ввод в эксплуатацию систем Galileo и BeiDou, международная нормативная поддержка внедрения в государствах многосистемной GNSS, без запретов на использование того или иного элемента или созвездия GNSS, является актуальной задачей, требующей разработки соответствующих положений ИКАО. При этом отсутствие подобных запретов должно быть реализовано и на уровне промышленности, избегая исключения отдельных элементов ГНСС из планов по промышленной стандартизации.

5.2. В целом Аэронавигационной конференции предлагается поддержать рекомендацию 2.2/х, изложенную в рабочем документе AN-Conf/13-WP/15 *"Развитие глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS)"*.

5.3. Представляется целесообразной разработка промышленных стандартов и соответствующего авиационного оборудования, способных обрабатывать сигналы CDMA всех созвездий и принимать решения о выборе наиболее эффективных комбинаций созвездий с точки зрения характеристик и безопасности.

— КОНЕЦ —