

**XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И  
ДИСКУССИОННЫЙ НАУЧНЫЙ КЛУБ  
"Информационные технологии в науке, образовании,  
телекоммуникации и бизнесе"  
МАЙСКАЯ СЕССИЯ IT + SE`2001**

**Новые технологии в телекоммуникации**

**Основные принципы построения локальной дифференциальной станции с передачей корректирующих поправок для обеспечения категорированной посадки самолетов**

**Басюк М.Н., д.т.н., профессор, Пиксайкин Р.В., Хожанов И.В.**

**ООО "Ратос"; адрес: 103460, Москва, к-460, корп. 1209, кв. 206;  
тел/факс: 531-43-90; e-mail: npkrs@online.ru, rateos@rateos.ru**

В настоящее время в РФ и странах СНГ важной проблемой является необходимость обеспечения самолетно-вертолетного парка, а также аэродромов радиоэлектронным оборудованием, способным обеспечивать категорированную посадку воздушных судов (ВС). Точностные требования к навигационным параметрам при посадке по категориям ИКАО представлены в документе WP/76 от 12.05.1988 года и показаны в таблице 1.

Исследования показывают, что системы инструментальной посадки, построенные на основе навигационных спутниковых систем сигналов GPS "Navstar" (США) и "Глонасс" (Россия), получившая в литературе название Global Navigational Satellite System (GNSS), с использованием дифференциальных режимов на основе метода псевдоспутника позволяет выполнить требования ИКАО по трем основным параметрам (точность, доступность, и целостность) и решить задачу категорированной посадки воздушных судов [1]. Однако, на наш взгляд, применение этого метода, в особенности при ограниченности финансовых средств, в ближайшей перспективе затруднительно, так как при его технической реализации, во-первых, резко усложняются требования к навигационной аппаратуре потребителей (НАП), в особенности к антенному блоку и приемному тракту, во-вторых, существенно усложняется и удорожается состав аппаратуры контрольно-корректирующей станции (ККС) и бортового комплекта ВС.

В настоящей работе рассмотрены принципы построения дифференциальных ККС и аппаратуры бортового комплекта ВС, которая гарантированно обеспечивает выполнение требований ИКАО по I категории посадки ВС, причем дифференциальные поправки передаются на ВС по каналам цифровой связи. Упрощенная функциональная схема аппаратуры контрольно-корректирующей станции показана на рис 1.

Программно-математическое обеспечение (ПМО) станции включает в себя ПМО приемника сигналов GNSS, а также сегмент режима формирования дифференциальных поправок. Программное обеспечение управляющего компьютера станции содержит.

1. Параметры альманахов систем "Глонасс" и "Navstar".
2. Признаки навигационной системы и системные номера видимых спутников.
3. Эфемеридно-временные данные навигационных сообщений визируемых спутников.
4. Псевдодальности и псевдоскорости по каждому из измерительных каналов навигационного приемника, привязанные к системному времени.
5. Навигационные определения по спутникам "Глонасс" и "Navstar".

Программы обработки (анализа и графического представления) в управляющем компьютере должны включать в себя:

1. Данные телеметрии приемо-коррелятора навигационного приемника (уровней сигналов и шумов в каналах приема, времен поиска сигналов навигационных спутников и т.д.).
2. Расчетных и измеренных параметров фазовых измерений и их разностей (невязок).
3. Расчетных и измеренных интегрированием частоты Доплера приращений дальностей и их невязок.
4. Погрешностей ежесекундных и осредненных навигационных определений по плановым координатам и по высоте с анализом геометрического фактора рабочего созвездия.

Питание аппаратных средств станции осуществляется от электрической сети напряжением 220 В.

Заметим, что задача определения вектора навигационных параметров (ВНП) как в навигационной аппаратуре ККС, так и в НАП бортового комплекта (рис.2) решается на основе применения фильтра Калмана, что абсолютно необходимо для решения задачи контроля целостности сегмента, обнаружения аномальных оценок псевдодальности и псевдоскорости, получения высокоточной оценки ВНП с последующей фильтрацией и постобработкой. Во-вторых, для обеспечения высокой надежности работы аппаратуры ККС используется тройное резервирование навигационной аппаратуры, причем один комплект НАП находится в "горячем" резерве.

Относительно канала связи следует отметить, что при первоначальном развертывании опытного участка для экспериментального исследования системы в мае 2001 года на одном из аэродромов г. Москвы, будет использован радиомодем собственного производства, работающий в диапазоне частот 118-137 МГц со скоростью 9600 бод. В дальнейшем нами совместно с партнерами по кооперации планируется техническая реализация и производство транспондеров.

Согласно рекомендации ИКАО принцип самоорганизующихся каналов (Self Organizing Time Multiple Access (STDMA) data link), вводится для обмена между самолетами, а также между самолетом и землей в системах управления воздушным

движением [2]. Для синхронизации работы транспондеров используются сигналы времени высокой точности со спутников, поступающие в навигационные приемники, работающие по сигналам GNSS. Это обеспечивает высокую эффективность использования частотного канала, так как система автоматически назначает каждому транспондеру позицию (интервал) для передачи сообщения на временной шкале.

Чтобы определить свободный временной интервал для первоначальной передачи сообщения, транспондер ведет слежение занятости частотного (базового) сообщения. В каждом сообщении несколько бит используется для занятия временного интервала для следующего сообщения. Это снижает риск накладки сообщений других судов.

ИКАО провела испытания и подготовила стандарт для применения в авиации. Транспондеры STDMA позволяют обмениваться данными в условиях большой плотности подвижных объектов с высокой скоростью передачи данных (9600 бод). При этом длительность сообщения составляет 27 мс, что позволяет образовать 2250 интервалов в минуту. Метод модуляции - Гауссова манипуляция с минимальным фазовым сдвигом (GMSK), режим работы -самоорганизующийся.

Применение таких транспондеров позволит обеспечить категоризованную посадку ВС по I категории ИКАО.

Литература.

1. Косенко В.Е., Ермоленко В.И., Звонарь В.Д. Основные принципы построения локальной дифференциальной станции с передачей корректирующих поправок на основе метода псевдоспутника для навигационного обеспечения самолетов при заходе на посадку. - М.: Сборник трудов второй Международной конференции "Планирование глобальной радионавигации", том 2, 1997г. - с. 471-479.
2. VHF transponder using GNSS technique. IMO.NAV 41/INF.11.19 July 1995.

Таблица 1

Посадка по категории	Точность		Целостность				Непрерывность, с	Доступность, %
	план (2б), м	высота (2б), м	Р риска	Время опов., с	Порог ошиб., м план высота			
Некатегоризованная	50..75		$1 \cdot 10^{-4}$	6	550			
I	10,0	4,0	$3 \cdot 10^{-7}$	2	33,5	9,7	15 при $P=4 \cdot 10^{-5}$	99,75
II	5,0	1,6	$3 \cdot 10^{-8}$	2	23,0	4,6	15 при $P=4 \cdot 10^{-6}$	99,85
III	4,0	0,5	$5 \cdot 10^{-9}$	1	5,0	0,6	15 при $P=4 \cdot 10^{-6}$	99,9

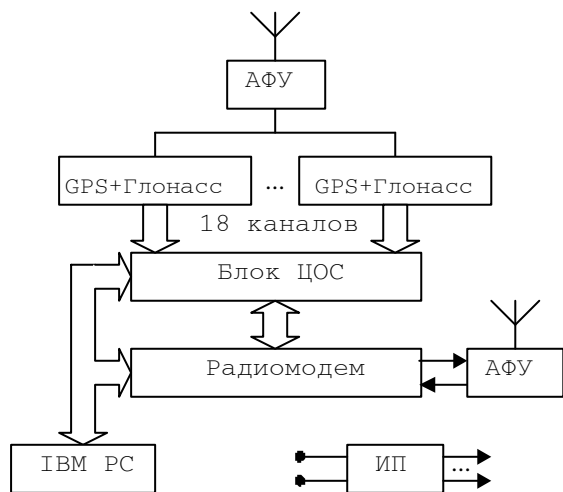


Рис. 1. Упрощенная функциональная схема контрольно-корректирующей станции судна.

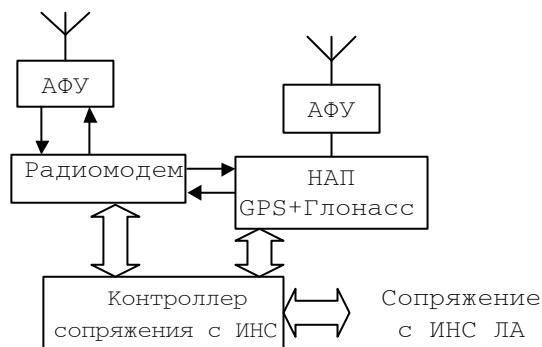


Рис. 2. Упрощенная функциональная бортового комплекта воздушного судна.