

БОРТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОСАДКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА БАЗЕ ПСЕВДОСПУТНИКОВ

Зуев Д.В.

Научный руководитель – Гребенников А.В.

Сибирский федеральный университет

Посадка самолета является одной из наиболее важных и сложных задач самолетовождения. Из-за сложности и опасности этого этапа происходит около половины всех авиакатастроф. Быстротечность режимов посадки и неизбежный дефицит времени на принятие решения повышает нервно-психологическую нагрузку летчика, что в ряде случаев приводит к появлению ошибок летчика и снижению уровня безопасности полета.

Данная ситуация обуславливает необходимость использования средств автоматизации. Реализация режима автоматической посадки самолета позволит не только обеспечить выполнение полетов независимо от погодных условий, но и повысить степень безопасности полета, поскольку автоматизация уменьшает вероятность возникновения субъективных ошибок летчика во время принятия решения и выполнения управляющих действий.

Современные спутниковые радионавигационные системы ГЛОНАСС/GPS позволяют определить координаты потребителя с точностью порядка 10 – 15 м, что удовлетворяет требованиям по точности навигационных определений воздушных судов при маршрутных полётах и полётах в аэродромных зонах, включая некатегорированный заход на посадку. Выполнение же требований по точности навигационных определений при обеспечении захода на посадку по категориям ИКАО может быть достигнуто с использованием дифференциальных методов спутниковой навигации. Перспективным вариантом является реализации дифференциального режима с использованием псевдоспутника (ПС). Наличие псевдоспутников позволяет уменьшить значение геометрического фактора, в вертикальной плоскости в 6 – 8 раз и в горизонтальной плоскости в 3 – 4 раза, за счёт появления в зоне радиобзора воздушного судна дополнительной радионавигационной точки, расположенной в нижней полусфере. Именно данное обстоятельство существенно уменьшает погрешность при использовании псевдоспутника.

При реализации дифференциальной системы с использованием псевдоспутника возникает ряд проблем. Излучаемые источником навигационного сигнала псевдоспутника сигналы, являются помехой как для навигационной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS воздушного судна совершающего заход на взлетно-посадочную полосу так и для эталонного навигационного приёмника самого псевдоспутника. В связи с этим требуется разрешить проблему обеспечения нормального функционирования навигационных приёмников псевдоспутника и воздушного судна, находящегося в рабочей зоне псевдоспутника, одновременно принимающих навигационные сигналы спутника радионавигационной системы ГЛОНАСС и источника навигационного сигнала псевдоспутника.

Псевдоспутники выполняют функции по формированию корректирующей информации и передаче на борт потребителя необходимых для дифференциальной коррекции сигналов. Цифровые сообщения могут передаваться в структуре цифрового кадра навигационного сигнала псевдоспутника, аналогично информации

навигационного космического аппарата (НКА). Первоначально, при проработке систем с использованием ПС предлагалось сигнал псевдоспутника принимать той же антенной что и сигналы НКА. Следовательно, в таком варианте не требуются изменения и доработки в бортовом радионавигационном оборудовании ВС в связи с внедрением псевдоспутника.

Предполагается, что прием сигналов ПС должен производиться антенным устройством, расположенным в верхней части ВС и обеспечивающим одновременный прием сигналов навигационных спутников. Такой подход диктуется соображениями избежания усложнения аппаратуры. Однако при этом существует проблема приема сигнала ПС, так как ПС находится на земле (нижняя полусфера), и приём сигналов от ПС будет производиться боковыми лепестками ДН, уровень которых порядка минус 20дБ (основной лепесток направлен вверх на приём сигнала НКА). Подавление принимаемого сигнала ПС может быть ещё больше, вследствие того, что само ВС является большим экраном. Один из способов решения данной проблемы, это увеличение мощности передатчика псевдоспутника, однако, при реализации данного решения появляются следующие проблемы. У разных типов ВС может быть разное затухание сигнала, в зависимости от их конструкции и места установки приёмной антенны на ВС. Также затухание может меняться от типа (свойств) антенн, от расположения воздушного судна в пространстве в связи с его маневрами и расстоянием относительно ПС.

На основании анализа этой проблемы можно сделать вывод, что эффективное использование псевдоспутника возможно в случае применения на воздушном судне двух разнесённых антенн, одна из которых (штатная) антенна аппаратуры воздушного судна для верхней полусферы, а вторая антенна снизу фюзеляжа (для нижней полусферы) обеспечивает приём сигналов псевдоспутника. Такой подход приведёт к усложнению самолётного оборудования, однако он является совершенно необходимым для обеспечения эффективного использования псевдоспутника и при этом данное усложнение конструктивно является незначительным. Необходимость установки антенны в нижней части воздушного судна диктуется также возможностью уменьшения мощности излучения сигнала ПС при данной конструкции, поскольку сигнал ПС принимается основным лепестком ДН нижней антенны.

При установке на ВС двух антенн, возникает задача обработки двух сигналов. При этом целесообразно выполнять обработку сигналов в единой аппаратуре радионавигации (АРН). В этом случае необходимо выполнить суммирование сигналов верхней и нижней антенн.

Суммирование сигналов НКА и ПС проводится на высокой частоте, т.е. сразу с выходов малошумящих усилителей (МШУ) сигналы подаются на сумматор (Σ), далее в радиотракт (РТ), аналогово – цифровой преобразователь (АЦП), блок цифровой обработки сигналов (БЦОС) и вычислительный блок (ВБ). При использовании данной схемы при приближении ВС к псевдоспутнику уровень принимаемого сигнала от ПС возрастает, в тоже время уровень принимаемого сигнала от НКА остаётся неизменным что приведёт к нарушению работы АРН ВС.

Следовательно, простого добавления в оборудование стандартной антенны и МШУ с суммированием на высокой частоте недостаточно для обеспечения работы системы. Можно предложить установить после приёмной антенны сигналов ПС автоматический регулятор усиления (АРУ), который должен постоянно поддерживать необходимый уровень сигнала на входе сумматора (рисунок 1). В связи с тем, что промышленность не выпускает АРУ, обеспечивающих работу по сигналам малой мощности, необходимо усилить сигнал ПС перед АРУ. Для такого усиления целесообразно применить вариант усиления сигналов ПС с использованием

преобразования частоты, поскольку значительное усиление сигнала на одной частоте трудно реализуемо.

При реализации данного решения остаётся вероятность приёма сигнала ПС основной антенной ВС. Перспективным решением может быть передача сигналов ПС не в диапазоне частот работы ГЛОНАСС/GPS. Например, можно использовать полосу частот, согласно Регламента радиосвязи РФ, выделенную для радионавигации $\approx 9\text{ГГц}$.

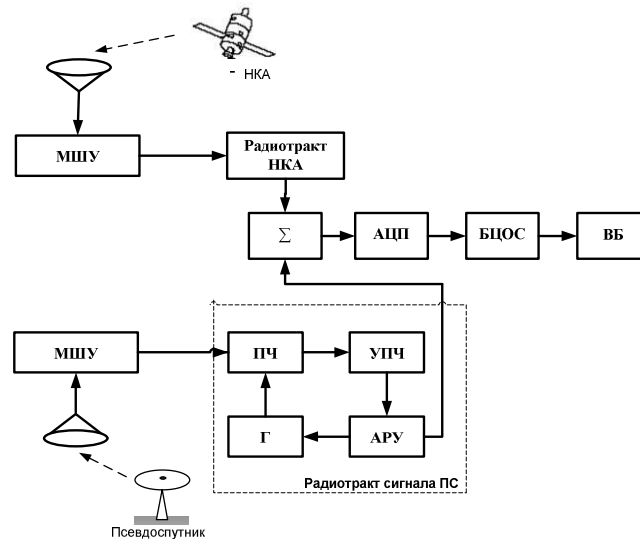


Рисунок 1 - Схема структурная суммирования сигналов НКА

При использовании данного диапазона для сигналов ПС, передатчик ПС не будет являться помехой для навигационного оборудования ВС, принимающего сигналы НКА. Использование другого частотного диапазона позволит при необходимости повысить мощность передатчика ПС, что в свою очередь повысит помехозащищённость сигналов ПС.

Невысокая устойчивость к воздействию помех является одним из наиболее слабых мест любой АРН работающей по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS. Основной причиной низкой помехозащищённости АРН ГЛОНАСС/GPS является малый уровень полезного сигнала навигационных космических аппаратов (НКА) на входе приемного устройства: минус (165...155) дБВт. Для того чтобы сделать приемное устройство неработоспособным достаточно обеспечить мощность помехи в полосе пропускания более минус 140 дБВт (отношение помеха/сигнал плюс 25 дБ).

Одним из наиболее перспективных путей повышения помехозащищённости АРН является использование компенсирующей системы – инерциальная навигационная система (ИНС). ИНС предназначена для определения координат, углов ориентации и параметров движения летательных аппаратов широкого класса. ИНС определяет и выдает потребителю полный комплект навигационной информации. Инерциальную систему предлагается эксплуатировать одновременно с системой посадки. Расхождение в данных этих двух систем будет указывать на наличие помехи, что позволит, например, вовремя уйти на второй круг идущему на посадку воздушному судну. Инерциальной системой предусматривается определение координат с помощью спутниковых навигационных систем. При отсутствии сигналов ГЛОНАСС и GPS возможно использование сигналов псевдоспутников. После пропадания сигналов псевдоспутников система продолжает определение координат в течение 5 минут, а в течении 60 с система позволяет совершить посадку без сигналов от ПС и НКА, удовлетворяющей по точностным параметрам заход на посадку по трем категориям

ИКАО. Определение углов крена, тангажа, высоты и вертикальной скорости поддерживается неограниченное время.