

А.И. Болдинов, В.В. Шевченко  
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)  
г. Воронеж, улица Старых Большевиков д.54а  
e-mail: boldinovai57@mail.ru

### Комплексирование датчиков высоты воздушного судна

В статье рассмотрены вопросы повышения точности, помехоустойчивости оценки высоты воздушного судна (ВС) на основе комплексной обработки информации от датчиков, находящихся на борту ВС. Одним из перспективных направлений повышения точности оценки высоты ВС является комплексирование датчиков высоты воздушного судна.

Разработка систем предупреждения приближения к земле (СППЗ) началась с середины 70-х годов, столкновения воздушных судов (ВС) с подстилающей поверхностью в полностью управляемом полете продолжают оставаться наиболее частой причиной катастроф ВС. В последние годы появилась возможность значительно расширить функциональность таких систем за счет добавления режимов раннего предупреждения приближения к земле (функция оценки местности в направлении полета, предупреждение о преждевременном снижении высоты) и индикации степени опасности окружающего рельефа местности на дисплее летчика. Это позволяет увеличить время, предоставляемое экипажу для принятия решения и исправления ситуации. Анализ летных происшествий, связанных со столкновением с подстилающей поверхностью или препятствием, показал, что установка систем раннего предупреждения приближения к земле (СРППЗ) смогла бы предотвратить от 95% до 100% из них. В связи с этим, актуальным является, обязательное рассмотрение предъявляемых требований к системе раннего предупреждения ВС с поверхностью земли.

Успешное решение задачи безопасного полета воздушного судна (ВС) на малой высоте требует совершенствования технического облика авиационных датчиков информации ВС, в частности, измерителей высоты. Перспективным направлением повышения точности оценивания высоты является комплексирование информации от нескольких датчиков, измеряющих высоту и параметры собственного движения ВС. В качестве датчиков высоты наряду с барометрическим высотомером и радиовысотомером могут использоваться спутниковые радионавигационные, оптико-электронные системы. В условиях жестких массо-габаритных ограничений применение более трех измерителей в составе системы управления ВС маловероятно.

Исходя из современного состояния научно-методического обеспечения боевых действий на малых высотах можно выделить следующие направления повышения точности радиовысотомеров:

уменьшение длительности и периода повторения импульсов зондирующего сигнала;

уменьшение погрешности, вызываемой изменением времени задержки сигнала в цепях приемопередатчика, и методической ошибки, вызываемой установкой приемной и передающей антенн на расстояние  $R$ , необходимое для уменьшения уровня зондирующего сигнала на выходе приемной антенны;

определение суммарной внутренней задержки сигналов при работе по опорному сигналу;

обеспечение достаточно малой дискретности квантования временных интервалов, для этого применяется импульсный рециркуляционный метод;

использование в качестве зондирующего сигнала длинных импульсов с внутримпульсной широкополосной фазокодовой или частотной модуляцией;

комплексная обработка информации от бортового оборудования воздушного судна, построенного на разных принципах действия

Одним из перспективных направлений повышения точности измерения высоты воздушного судна из выше указанных является комплексная обработка информации от спутникового приемоизмерителя, барометрического высотомера и радиовысотомера, находящихся на борту воздушного судна.

Определение наиболее выгодных условий комплексирования является одной из наиболее важной и сложной задачи. Сложность этой задачи обусловлена не только увеличением числа измерителей, но и их различием. Различие физической природы измеряемых величин затрудняет, в частности, требуемое согласование динамических характеристик (передаточных функций) измерителей. Использование в измерителях различных систем координат требует соответствующего преобразования координат, что является дополнительным источником ошибок и усложняет систему. Важно, чтобы имеющиеся при комплексировании принципиальные возможности

## Секция 12. Построение и анализ радиотехнических систем

увеличения точности и помехоустойчивости не были бы в значительной степени сведены на нет возникающими при этом техническими трудностями.

В то же время при наличии в комплексных системах как минимум двух независимых датчиков одной и той же координаты имеется возможность повысить точность и помехоустойчивость измерителей за счет совместной обработки информации.

Потребность в одновременном измерении одних и тех же параметров с помощью устройств и систем, работающих на различных физических принципах, обусловлена тем, что каждый измеритель в отдельности не удовлетворяет всем требованиям по точности и помехозащищенности, которые предъявляются к измерению этих параметров.

Сущность комплексирования состоит в использовании информации об одних и тех же или функционально связанных параметрах, полученной от различных измерителей, для повышения точности и надежности определения параметров (в частности, навигационных).

В современных авиационных радиоэлектронных комплексах количество измерителей определяется на основе информационных моделей задач и находится в пределах от десяти и выше, поэтому комплексное использование информации наиболее широко применяется при ее вторичной обработке. Так, в комплексных системах навигации при вторичной обработке информации применяются алгоритмы оценивания, базирующиеся на дифференциальных или разностных уравнениях, полученных на основе методов калмановской фильтрации и методах теории инвариантности. Комплексная вторичная обработка информации дает положительный эффект в том случае, когда соответствующие измерители работоспособны.

Высокая степень интеграции оборудования в АРЭК предопределяет наличие в их составе мощных быстродействующих бортовых вычислительных машин (БЦВМ) для обработки информации в реальном масштабе времени и выдачи результатов обработки на управление элементами комплекса, самолетом в целом, а также в обобщенном виде на устройство индикации экипажу для осуществления контроля надежности работы систем и принятия решения в случае возникновения нештатной ситуации.

Современный АРЭК представляет собой сложную многомерную систему, содержащую в своем составе дорогостоящие прецизионные и другие типы измерителей (радиотехнические, оптико-электронные) и предназначенную для многократного использования.

Таким образом, для АРЭК характерны следующие особенности:

большое количество измерителей, работающих параллельно;

наличие мощной быстродействующей БЦВМ;

многократность применения (возможность использования дорогостоящих прецизионных измерителей);

наличие в контуре управления человека, осуществляющего контроль за работой комплекса и принимающего решения в определенной ситуации («человеко-машинная» система).

### Литература

1. Ярлыков М.С. Статистическая теория радионавигации. М.: Радио и связь, 1985. 344 с.
2. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. М.: Радио и связь, 1982. 487 с.
3. Ярлыков М.С., Богачев А.С. Авиационные радиоэлектронные комплексы. М.: ВАТУ, 2000. 616 с.
4. Инструкция по ТЭ системы раннего предупреждения приближения к земле ТТА-12S.-2006г.
5. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: Учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь, 1991. 608 с.