

МОТЫЛЕВ К.И., доц. каф. радиотехники и защиты информации (Донецкий национальный технический университет)

Информационная технология обработки избыточной траекторной информации в наземных автоматизированных измерительно-вычислительных комплексах

Развитие авиационной и космической техники ставит задачу разработки более совершенных методов обработки траекторной информации в наземных автоматизированных информационно-вычислительных системах. Это вызвано тем, что результаты траекторных измерений используются для [1]:

- оценки характеристик объектов космической и авиационной техники;
- возможностей ее эффективного применения;
- точного прогнозирования движения объектов;
- анализа разных внештатных ситуаций при испытаниях и в процессе эксплуатации летательного аппарата (ЛА).

При отсутствии точной информации о траектории ЛА может быть принято неверное решение о характеристиках испытуемого объекта или качестве его бортовых навигационных систем, что впоследствии негативно скажется при его эксплуатации.

Таким образом, повышение точности определения параметров положения и движения ЛА составляет актуальную научно-практическую задачу.

Поставленная цель достигается путем последовательной реализации пространственной и временной избыточности траекторной информации наземных измерительных средств [3]. Временная избыточность (ВИ) возникает при высокой частоте измерения первичных координат. Пространственная избыточность (ПИ) возникает при

многократном дублировании одного измерения несколькими средствами.

В работах [2, 3] автором было предложено два варианта последовательного учета пространственной и временной избыточности данных внешнетраекторных измерений (ВТИ). При этом учет ПИ осуществлялся с помощью обобщенного метода [4], а учет ВИ – при помощи алгоритма адаптивного линейного оптимального сглаживания данных измерений [5]. Предыдущие исследования [3] показали, что более точные результаты дает метод, когда на первом этапе реализуется ПИ данных внешнетраекторных измерений. В этом случае данные, поступающие с измерительных станций, на первом шагу обрабатываются обобщенным методом, вследствие. Далее равноточные вторичные координаты подвергаются сглаживанию при помощи алгоритма адаптивного линейного сглаживания, вследствие чего реализуется ВИ данных измерений.

Для реализации технологии обработки избыточной траекторной информации была предложена структура информационного обеспечения технологии, обеспечивающая учет всей имеющейся избыточной траекторной информации (рис. 1). Данная структура представляет собой последовательность двух этапов: на первом этапе осуществляется учет ПИ данных измерений с помощью обобщенного метода, а на втором – учет ВИ траекторной информации с помощью алгоритма адаптивного линейного оптимального сглаживания.

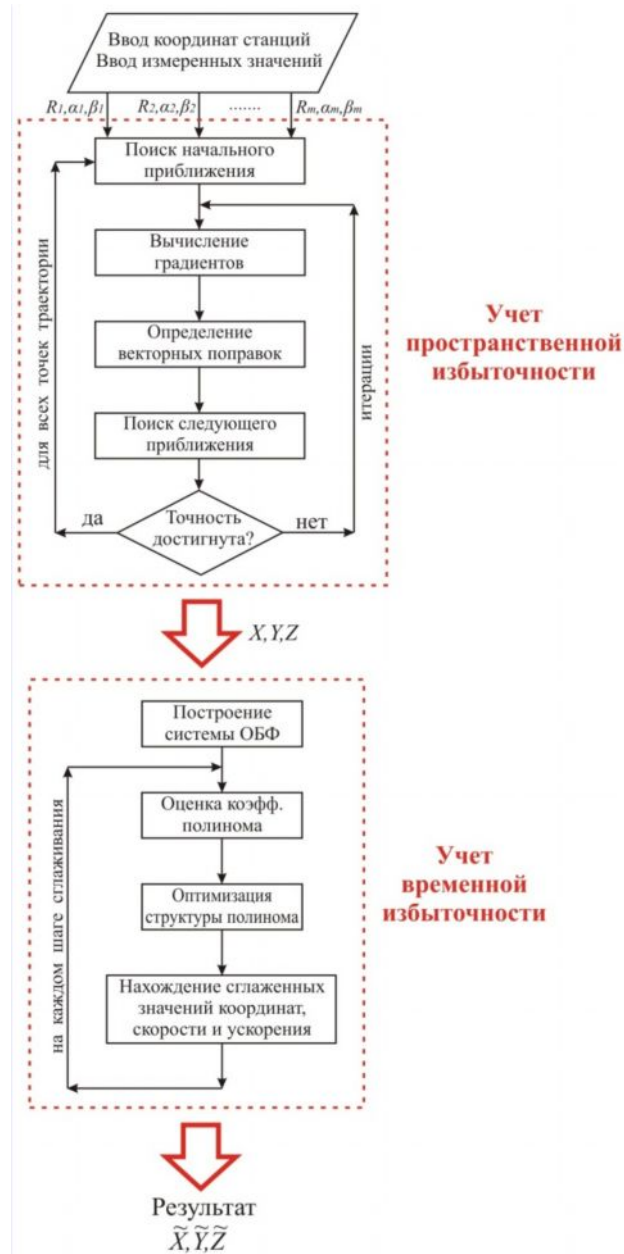


Рис. 1. Структура информационной технологии обработки избыточной траекторной информации

В соответствии с математическим аппаратом данной информационной технологии повышения точности определения вторичных параметров положения и движения ЛА [3], входными параметрами для задачи обработки являются измерения внешнетраекторных измерительных средств (ВТИС), их координаты и паспортные значения среднеквадратичных отклонений (СКО). Далее входные данные обрабатываются

обобщенным методом для учета пространственной избыточности траекторной информации [4]. После этого полученные вторичные координаты сглаживаются в соответствии с алгоритмом адаптивного линейного оптимального сглаживания [5].

Логическая структура обработки избыточной траекторной информации представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Логическая структура обработки информации

В представленной структуре входными данными являются:

- совокупность измеренных значений дальностей R , азимутов α и углов места β , измеренные в одинаковые моменты времени или приведенные к системе единого времени;

- координаты внешнетраекторных измерительных средств в принятой системе координат;

- паспортные данные точности измерительных средств (СКО).

Учитывая структуру, изображенную на рис. 1, автором было создано программное обеспечение для обработки избыточных данных ВТИ. В разработанной про-

грамме входные данные могут моделироваться или считываться из файла.

Ядром программного обеспечения являются:

- модуль реализации обобщенного метода обработки данных ВТИ, обладающих пространственной избыточностью;

- модуль реализации алгоритма адаптивного линейного оптимального сглаживания.

Основной модуль программы Main содержит главное окно программы (рис. 3). В верхней части окна имеется информация о количестве и координатах измерительных станций, а также типе моделируемых траекторий.

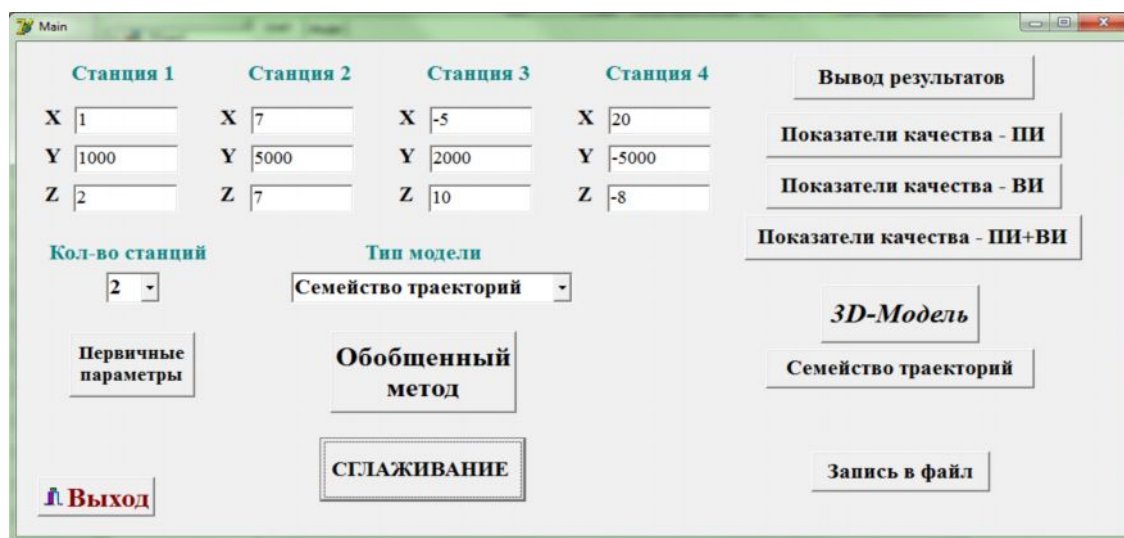


Рис. 3. Главное окно программы

Перед началом обработки необходимо задать параметры:

- выбор количества станций;
- входные данные (тип модели или файл);
- формат вывода результатов;
- число точек на интервале сглаживания.

Обработка осуществляется в соответствии с изображенной на рисунке 1 схемой. Результаты, полученные после обработки (координаты, скорость и ускорение объекта), могут быть использованы для оценки характеристик исследуемого объекта и паспортизации ВТИС.

В случае моделирования траекторий технология обработки данных изображена на рисунке 4 и состоит в следующем.

На начальном этапе осуществляется построение модели траектории или семейства траекторий в привычной системе координат (в данном случае – в декартовой), которые при дальнейшей обработке принимаются за истинные. Эти модели заносятся в трехмерный массив *IdealPathData*.

Далее происходит пересчет смоделированных вторичных координат в первичные. Такой искусственный прием является необходимым, т.к. непосредственное моделирование траектории в первичных координатах невозможно.

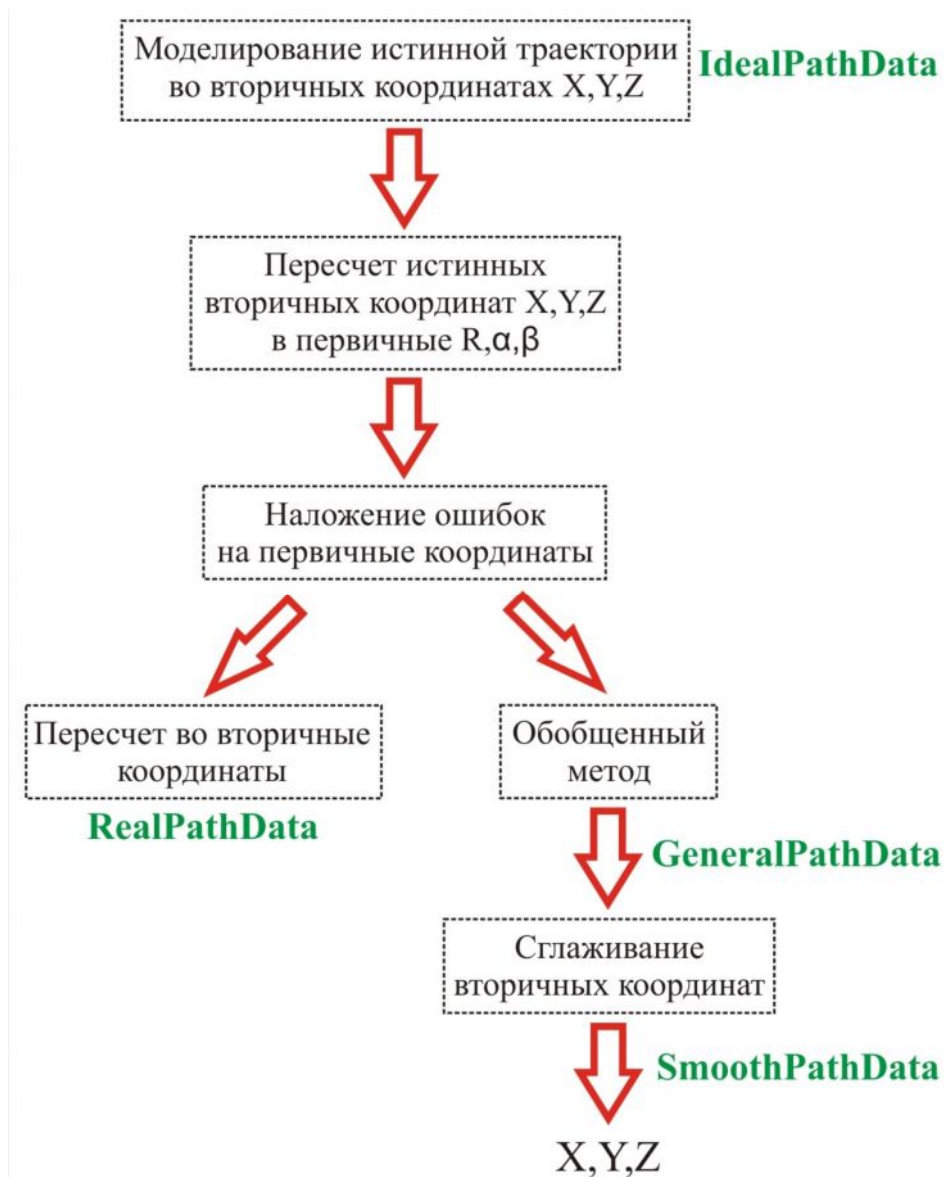


Рис. 4. Процесс моделирования и обработки данных

После этого на истинные значения первичных координат накладываются случайные ошибки в пределах паспортных значений СКО внешнетраекторных измерительных средств.

Затем для дальнейшей оценки качества и эффективности разработанной информационной технологии повышения точности обработки данных ВТИ необходимо снова пересчитать первичные координаты во вторичные. Вторичные координаты с погрешностями заносятся в массив *RealPathData*.

Далее первичные координаты обрабатываются в соответствии со структурой информационного обеспечения разработанной технологии (рис. 1). Результат обработки данных на каждом этапе сохраняется: после обработки обобщенным методом данные заносятся в массив *GeneralPathData*, а после сглаживания формируется массив *SmoothPathData*.

Хранение результатов каждого шага обработки данных позволяет оценивать показатели качества и эффективности предложенных автором информационных технологий обработки данных ВТИ на каждом этапе отдельно. При этом начальная погрешность смоделированных данных измерений определяется разницей между истинными значениями координат (*IdealPathData*) и значениями координат после наложения ошибок (*RealPathData*). Оценка точности данных после обобщенного метода осуществляется путем отношения СКО данных измерений (*RealPathData*) к СКО координат в массиве *GeneralPathData*. Точность конечных результатов оценивается, соответственно, как отношение СКО координат массива *RealPathData* к СКО массива *SmoothPathData*.

Литература:

1. Бабиченко А. В. Прикладные методы обработки информации и

моделирования при проектировании информационно-управляющих комплексов высокоманевренных летательных аппаратов / А. В. Бабиченко // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Москва: МГТУ им. Баумана. – 2009.

2. Мотылев К. И. Метод повышения точности обработки данных траекторных измерений / К. И. Мотылев, В. В. Паслен // Радиолокация и радиосвязь: III всероссийская научно-техническая конф., 26-30 окт. 2009 г.: доклады конф. – 2009. – Москва: ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН. – С. 712-715.

3. Мотылев К. И. Обработка избыточной траекторной информации в измерительно-вычислительных системах / К. И. Мотылев, М. В. Михайлов, В. В. Паслен // Научно-технический журнал „Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы”. – Херсон: ХНТУ. – Выпуск 2(22). – 2008. – С. 112-115.

4. Огороднийчук Н. Д. Обработка траекторной информации. Часть 1 / Н. Д. Огороднийчук. – К.: КВВАИУ. – 1981. – 224с.

5. Огороднийчук Н. Д. Обработка траекторной информации. Часть 2 / Н. Д. Огороднийчук. – К.: КВВАИУ. – 1981. – 144с.

Аннотации:

В данной работе рассматриваются алгоритмы обработки данных внешнетраекторных измерений, обладающих пространственной и временной избыточностью. Рассматривается два варианта алгоритмов с различной последовательностью учета избыточностей, а также их структура.

Ключевые слова: избыточность, определение местоположения, сглаживание, моделирование, траектория, обработка результатов.