

В.В.ПАСЛЕН, И.П.МЕРАВИШВИЛИ.  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

УДК 519.24+629.73

Предлагается алгоритм моделирования данных ВТИ. Программа составлена на языке ПЛ/I, позволяет получить данные ВТИ для 8I траектории.

В процессе испытательного полета, как правило, не удастся измерить характеристики, по которым можно оценить качество функционирования и тактико-технические данные испытываемого летательного аппарата (ЛА). Из информации, собранной по данным внешнетраекторных измерений (ВТИ), может быть получена полезная информация только после ее существенной переработки. В связи с этим к методам обработки данных ВТИ предъявляются следующие требования [1]:

- достоверность и высокая точность результатов обработки;
- оперативность проведения обработки;
- реализуемость на ЭВМ алгоритмов обработки данных ВТИ;
- обработка полного объема экспериментальных данных;
- совмещение результатов измерений от разных источников ВТИ;
- представление результатов обработки в удобном виде;
- оперативность управления процессом обработки.

Как правило, по измеренным данным не удастся оценить качество того или иного метода обработки, сравнить их возможности и выбрать наиболее эффективные по точности, быстродействию и достоверности.

В этих условиях важное значение приобретает разработка алгоритма моделирования данных ВТИ по заданным значениям вторичных данных с учетом их временной и пространственной избыточности измерений [2, 3].

Модель построенная по предложенному алгоритму позволяет исследовать различные методы обработки данных ВТИ и проверить их надежность, а также сравнить результаты обработки с эталонными значениями, что позволяет выбрать оптимальный метод обработки, соответствующий поставленной задаче. Блок-схема алгоритма представлена на рис.1. Цифрами обозначены:

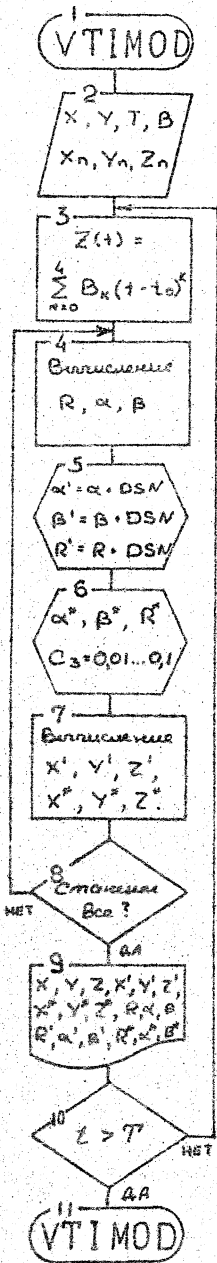
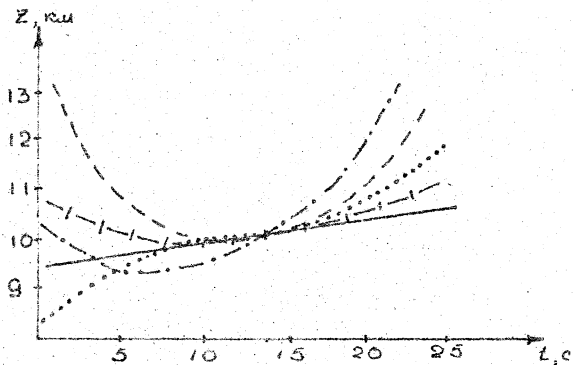


Рис. 1



1. Начало алгоритма.
2. Ввод исходных данных:
  - вторичных координат ЛА -  $X, Y$ ;
  - координат станций  $X_1, Y_1, Z_1, \dots, X_n, Y_n, Z_n$ ;
  - заданных значений коэффициентов закона изменения координаты  $Z$ ;
  - значений  $T$  - числа точек на интервале сглаживания.
3. Вычисление  $Z(T) = \sum_{k=0}^4 B_k (T-T_0)^k$ , где  $B_0 = 10000$ ,  $B_1 = 50, 100, 150 \text{ с}^{-1}$ ,  $B_2 = 0, 5, 10 \text{ с}^{-2}$ ,  $B_3 = 0, 0, 5, 1 \text{ с}^{-3}$ ,  $B_4 = 0, 0, 05, 0, 1 \text{ с}^{-4}$  - коэффициенты полинома,  $T = 1, 2, \dots, 25 \text{ с}$ ,  $T_0$  - середина интервала сглаживания. На рис.2 представлен примерный вид наиболее характерных моделируемых зависимостей.
4. Вычисление первичных данных дальности -  $R$ , угла места  $\beta$ , азимута  $\alpha$  по формулам [2]
 
$$R = [(X-X_n)^2 + (Y-Y_n)^2 + (Z-Z_n)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$\alpha = \arctg \frac{Z-Z_n}{X-X_n}; \quad \beta = \arctg \frac{Y-Y_n}{[(X-X_n)^2 + (Z-Z_n)^2]^{\frac{1}{2}}}$$
5. Моделирование первичных данных с использованием подпрограммы моделирования ошибок распределенных по стандартному нормальному закону.
6. Моделирование первичных данных с использованием подпрограммы моделирования ошибок рас-

предельных по загрязненному нормальному закону [2,3]

$$(1-C_3) N(0,1) + C_3 N(0,100)$$

при степени загрязнения  $C_3 = 0,01, 0,1$ .

7. Вычисление вторичных координат по формулам [2]

$$X' = R' \cos \beta' \cos \alpha'$$

$$X^* = R^* \cos \beta^* \cos \alpha^*$$

$$Y' = R' \sin \beta'$$

$$Y^* = R^* \sin \beta^*$$

$$Z' = R' \cos \beta' \sin \alpha'$$

$$Z^* = R^* \cos \beta^* \sin \alpha^*$$

по моделируемым значениям первичных данных.

8. Проверка условия завершения вычислений.

9. Вывод на печать:

- эталонных значений координат  $X, Y, Z$ ;
- моделируемых значений координат  $X', Y', Z'$ , с ошибкой распределенной по стандартному нормальному закону;
- моделируемых значений координат  $X^*, Y^*, Z^*$  с ошибкой распределенной по загрязненному нормальному закону;
- вычисленных первичных данных  $R, \alpha, \beta$ ;
- моделируемых значений первичных данных  $R', \alpha', \beta'$  с ошибкой распределенной по стандартному нормальному закону;
- моделируемых значений первичных данных  $R^*, \alpha^*, \beta^*$  с ошибкой распределенной по загрязненному нормальному закону.

10. Проверка условия завершения вычислений.

II. Конец алгоритма.

В результате моделирования получены данные ВТИ 8I траектории с возможностью задания ошибок измерения распределенных по стандартному и загрязненному нормальному закону, различных высот полета ЛА и координат станций. Диапазоны изменения истинных параметров на интервале исследования следующие.

$Z(t) = 7500 \pm 17500$ , скорости  $0 \pm 1500$ , ускорения  $0 \pm 100$  единиц измерения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. МАХОНЬКИН Ю.Е., ПАВЛОВА Э.А., ФАЛКОВ А.И., КОРАЖКОВ В.И. Автоматизированная обработка результатов измерений при летных испытаниях. - М.: Машиностроение, 1983 г. - 112 с.
2. ОГОРОДНИЙЧУК Н.Д. Обработка траекторной информации. Ч 1. Киев; изд. КВВАИУ. 1981. - 141 с.
3. ОГОРОДНИЙЧУК Н.Д. Обработка траекторной информации. Ч 2. Киев; изд. КВВАИУ. 1986. - 224 с.