

3378/2-78

A - ~~30~~
45

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



14/III - FD
e

18 - 11436

А.В.Алакоз, А.А.Карлов, Л.Д.Кучугурная,
Э.Д.Лалчик, Б.П.Наумов, Л.В.Тутышкина,
В.Н.Шкунденков

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ
ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

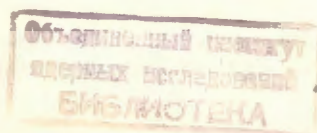
1978

18 - 11436

А.В.Алакоз, А.А.Карлов, Л.Д.Кучугурная,
Э.Д.Лалчик, Б.П.Наумов, Л.В.Тутышкина,
В.Н.Шкунденков

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ
ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Направлено на Всесоюзную конференцию "Автоматизация
экспериментальных исследований". Куйбышев, 1978.*



Алакоз А.В. и др.

18 - 11436

Математическое обеспечение системы автоматизированной обработки полетной информации

В работе описано математическое обеспечение системы обработки графической информации о скоростях, высотах полета и перегрузках самолетов гражданской авиации. Система построена на основе использования сканирующего автомата с управляемой ЭВМ электронно-лучевой трубкой.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Alakoz A.V. et al.

18 - 11436

Software for Computer Processing System of Flying Information

Software for computer processing system of graphical flying information about speeds, heights, overloading of civil airforce vehicles is described. The system was created on the base of a computer scanner with CRT.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1978

© 1978 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

ОБРАБАТЫВАЕМАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Обрабатываемая информация представляет собой графики скорости, высоты полета и перегрузки самолетов гражданской авиации, записанные на 35-миллиметровую киноленту. Типичная длина графиков одного полета равна 1-2 м, на одном рулоне киноленты длиной 12 м располагаются, как правило, графики 5-7 полетов. Важнейшим условием автоматизированной обработки таких графиков является требование обрабатывать каждую киноленту за один прием, так как оставлять часть информации для повторных измерений на полуавтоматах /как это делается, например, в случае фотоснимков с трековых камер в экспериментальной физике высоких энергий/ здесь представляется чрезвычайно затруднительным, в частности, из-за сложности точного указания места отказа в работе программы при столь длинных графиках.

СКАНИРУЮЩИЙ АВТОМАТ АЭЛТ-1М

Система обработки указанных выше кинолент с графической полетной информацией основана на использовании сканирующего автомата типа АЭЛТ-1^{1/}, созданного и успешно эксплуатируемого с 1973 года в Объединенном институте ядерных исследований /Дубна/. В 1977 г. в ЦАГИ /Москва/ построен модифицированный сканирующий автомат данного типа, получивший название АЭЛТ-1М^{2/}.

Сканирующий автомат АЭЛТ-1М, как и его прототип, основан на использовании управляемой ЭВМ прецизионной электронно-лучевой трубки по методу "бегущего луча". Обрабатываемый кадр киноленты просвечивается световым лучом, и регистрируемая при этом с помощью фотоэлектронного умножителя информация поступает в виде кодов координат измеренных графиков и других почернений на обработку в ЭВМ. Размер обрабатываемого кадра для автомата АЭЛТ-1М равен 30×20 мм, точность одноразовых измерений вдоль строчной развертки равна 15 мкм, вдоль кадровой без специальной калибровки - 25-50 мкм, разрешающая способность - около 50 мкм. Управляющая ЭВМ - БЭСМ-4М.

Технические характеристики сканирующего автомата АЭЛТ-1М отвечают требованиям обработки графиков полетной информации. Сканирование каждого кадра ведется строками через 0,3 мм, что отвечает требованиям анализа наиболее характерных колебаний линии перегрузки /остальные графики не требуют столь высокой плотности измерений/. Обработанные кадры киноленты затем "сшиваются" программой ЭВМ.

В состав автомата входит мониторная система диалога оператора с ЭВМ, которая используется для оказания помощи программам управления сканированием и распознавания графиков. Наличие такой системы диалога обеспечило возможность обрабатывать киноленты с графиками полетной информации за один прием /см. выше/.

СОСТАВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В состав математического обеспечения системы автоматизированной обработки графической полетной информации входят:

- тестовые программы для контроля и наладки сканирующего автомата;
- комплекс программ управления сканированием и распознавания измеренных графиков;
- комплекс физических программ, с помощью кото-

рых получают конечные для системы обработки результаты /построение баросидограмм полета и др./.

ТЕСТОВЫЕ ПРОГРАММЫ

В основе тестового математического обеспечения лежат две программы. Первая имитирует с помощью ЭВМ работу измерительной установки на электронно-лучевой трубке и проверяет работоспособность логической управляющей схемы автомата и цепей передачи измеряемой информации в ЭВМ. Вторая является упрощенной управляющей программой и служит для глобальной проверки работоспособности автомата. Результаты измерений и анализа представлены на дисплее и выводятся на печать, сам процесс измерения представлен на мониторе.

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ СКАНИРОВАНИЕМ И РАСПОЗНАВАНИЕМ ГРАФИКОВ

В основу распознавания измеряемых графиков положен метод, получивший название "string" /"метод шнуров"/. Зная координаты предыдущей точки на графике, программа ищет следующую точку в узком коридоре ожидания на расстоянии 0,3 мм /шаг между строками/ от первой. Если такая точка находится, то она считается принадлежащей данному графику. После этого строится коридор ожидания для следующей точки, расположенной на расстоянии 0,3 мм от последней опознанной, и процесс повторяется.

В случае тех или иных затруднений с распознаванием очередной точки, принадлежащей графику, программа повторяет измерения на данной строке, меняет ширину коридора или пропускает от одной до трех строк в поиске измеренной точки, удовлетворяющей требованию попадания в единственном числе в коридор ожидания. Если перебор автоматических методов поиска очередной точки на графике оканчивается неудачей, то на помощь вызывается оператор.

Просканировав до конца кадр, на котором тот или иной график не был распознан, программа выдает результаты измерения на дисплей, а также включает проецирование на экран оптического изображения обрабатываемого кадра. Оператор по разнице в свечении находит проработанную часть графика /или нескольких графиков/ и метит на нем недостающие точки с помощью светового карандаша. Затем идет приказ продолжить измерение и распознавание в автоматическом режиме.

В особо сложных случаях, когда причиной отказа в автоматическом распознавании явилось ослабление контрастности того или иного графика, оператор вызывает так называемую "программу спасения". Автоматическое измерение во время работы этой программы отключается, оператор вручную подбирает режим измерения в процессе зацикленного сканирования кадра /при этом он ориентируется по экрану монитора/, а затем метит точки на графике с помощью дисплея и светового карандаша.

Оператор принимает участие также в обработке информации о начале каждого полета, при этом он метит по одной точке на каждом графике и точку, соответствующую взлету самолета, на графике высоты полета. Кроме того, при обработке информации о конце полета он метит точку, соответствующую моменту останова двигателей самолета, на графике скорости. Для программы распознавания конец полета отмечен специальной меткой в виде набора параллельных линий, которые наносятся при предварительном просмотре каждой киноленты.

Полученная в результате измерения графиков каждого полета информация в объеме 10-20 тысяч кодов координат точек записывается на магнитную ленту. В дальнейшем эта информация обрабатывается без участия сканирующего автомата по физическим программам.

В отличие от первой версии программного комплекса управления сканированием и распознавания графиков^{/4/}, созданной в 1975 году и получившей название "Дубна-ЦАГИ-1/75", данная версия "Дубна-ЦАГИ-1/78" наряду с режимом высокоэффективной обработки, когда сколь-нибудь заметные потери измеряемой информации /боль-

ше 0,6 мм на киноленте/ не допускаются, имеет также второй режим обработки, допускающий потери размером до одного кадра. Использование этого режима исключает необходимость принимать оператору слишком большое участие в ручном распознавании графиков и тем самым значительно сокращает время на диалог с ЭВМ. Существенно возрастает и количество успешно обработанных данных о полетах по физическим программам, где также снижены требования к контролю результатов распознавания /допускаются разрывы в графиках/.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ

В состав комплекса физических программ входят:

- программа предварительной обработки данных, которая, в частности, осуществляет дополнительный контроль измеренной информации по специальным критериям: на монотонность графиков, наличие разрывов в графиках /имеется два режима - см. выше/ и др.;

- набор программ построения выходных физических данных /бароспидограмм полета, гистограмм пиковых перегрузок и др./.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Созданный программный комплекс "Дубна-ЦАГИ-1/75" был опробован в 1975-76 годах на сканирующем автомате АЭЛТ-1. По результатам обработки кинолент с графиками нескольких сот полетов самолетов Ил-18 получаемые данные были исследованы на точность. При этом были получены хорошие показатели для графика высоты, но показатели для графиков скорости и перегрузки оказались недостаточно точными /имела место систематическая ошибка/ из-за несовершенства методики обработки^{/4/}. В программном комплексе "Дубна-ЦАГИ-1/78" эти недостатки устранены.

Применение программного комплекса "Дубна-ЦАГИ-1/78" в режиме отказа от высокой эффективности позво-

ляет значительно поднять производительность системы, затрачивая на обработку одной киноленты по программам управления сканированием и распознавания 0,5-1 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Burov A.S. e.a. AELT-1 and AELT-2 CRT Scanning Devices. Oxford Conference on Computer Scanning. England, 1974.*
2. Алакоз А.В. и др. ОИЯИ, Р10-10945, Дубна, 1977.
3. Кучугурная Л.Д., Тутьшкіна Л.В., Шкунденков В.Н. ОИЯИ, 10-11207, Дубна, 1978.
4. Алакоз А.В. и др. ОИЯИ, Р10-10317, Дубна, 1976.

*Рукопись поступила в издательский отдел
11 мая 1978 года.*