

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ  
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 681.142.2

А.А.Сидоров

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ  
ИНВАРИАНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

(г.Куйбышев)

В процессе разработки автоматизированных систем научных исследований возникает необходимость оценки временных характеристик отдельных компонентов системы, функционирующих в реальном масштабе времени. К ним относятся программы сбора экспериментальных данных, оперативной обработки и регистрации. В то же время системное программное обеспечение измерительно-вычислительных комплексов на базе СМ ЭВМ не имеет необходимого для таких оценок инструментария.

В данной работе описывается специализированный программный измеритель, предназначенный для непосредственного измерения и последующей оценки инвариантных характеристик вычислительных процессов. К такому классу характеристик относятся те из них, которые не зависят от мультипрограммной обстановки /1/. Инвариантные характеристики служат основой для последующей калибровки аналитических и имитационных моделей АСНИ. Первая версия измерителя (СИ-1) реализована в операционной системе РАФОС СМ ЭВМ.

В основу методики измерения положена схема фиксации событий, подробно изложенная в литературе /1-3/. Согласно этой схеме вычислительный процесс (ВП) представляется в виде графа состояний и событий, в котором с каждым состоянием ассоциируется измеряемый участок процесса, а с событием - факт перехода из состояния в состояние. Измеритель фиксирует моменты возникновения отдельных событий, возникающих в процессе вычислений, и формирует так называемый след события (номер события и метка времени). Совокупность следов событий образует трассу, содержащую хронологическую последовательность развития вычислительного процесса.

В описываемой реализации фиксация события измерителем происходит при прохождении ВП через контрольную точку (КТ). Контрольная точка представляет собой обращение к процедуре *EVENT*, являющейся составной частью измерителя. Расстановка КТ осуществляется в теле изме-

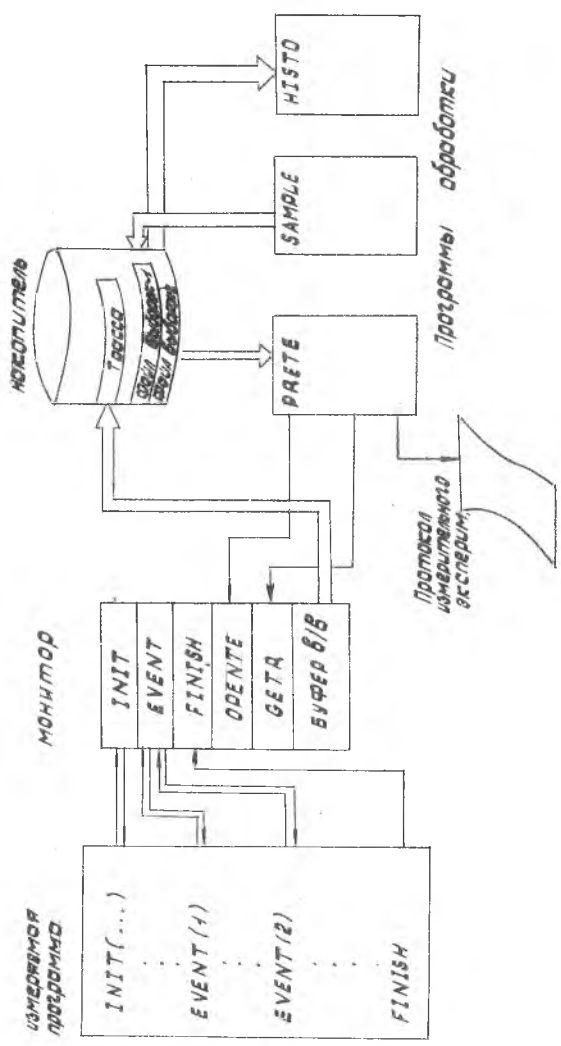
ряемой программы "вручную" на этапе, предшествующем трансляции. Трасса следов событий, полученных в результате измерительного эксперимента, представляет собой последовательный двоичный файл, нулевой блок которого содержит идентифицирующую информацию (дату проведения измерений, пароль, единицу измерительного времени и т.п.), а последующие блоки - набор трехсловных записей следов событий.

Для сокращения погрешности определения моментов возникновения событий в СПИ-1 применена старт-стопная схема пересчета измерительного времени. Согласно этой схеме на время работы измерительных программ течение измерительного времени приостанавливается. Таким образом, все измерительные программы работают "мгновенно" в измерительном времени. Управление измерительным временем в СПИ-1 осуществляется при помощи программно-управляемого таймера в стандарте КАМАК, который в отличие от системного таймера СМ ЭВМ позволяет регистрировать моменты времени с разрешающей способностью от микросекунд до секунд в зависимости от требуемой точности измерений.

Регистрация измерительных событий и формирование трассы осуществляется тремя процедурами, входящими в измерительный монитор. Первая из процедур (*INIT*) инициализирует измеритель и формирует нулевой блок трассы событий, содержащий параметры идентификации эксперимента. Собственно фиксация событий осуществляется процедурой, единственным параметром которой является номер регистрируемого события. Завершение измерительного эксперимента связано с выполнением процедуры *FINISH*, заканчивающей формирование файла следов событий.

Для обеспечения доступа к трассе событий из обрабатывающих программ в состав монитора были включены две дополнительные процедуры. Процедура *OPENF* открывает файл следов событий и считывает из нулевого блока параметры идентификации. Процедура *GETR* обеспечивает последовательное чтение отдельных записей. Ввод в монитор этих двух процедур освободил пользователя от необходимости изучения структуры файла следов событий и гарантирует корректный доступ к его содержанию.

Кроме измерительного монитора в состав СПИ-1 входят три сервисные программы, позволяющие проводить стандартную обработку результатов эксперимента. Они обеспечивают протоколирование результатов измерений, формирование на базе трассы событий файла выборок и его статистическую обработку. Файл выборок содержит совокупность времен пребывания измеряемого вычислительного процесса в одном и том же состоянии в течение всего эксперимента. В отличие от трассы событий файл выборок содержит символьную информацию и может быть прочитан при помощи обычных форматных операторов ввода-вывода. В том случае, если стандартные средства обработки не удовлетворяют пользователя, он может построить собствен-



Р и с. Структура специализированного программного измерителя

ные программы, используя процедуры *GETR* и *OPENTF*. Структура специализированного программного измерителя приведена на рисунке. Программы измерительного монитора подключаются к измеряемой программе на этапе компоновки. За счет этого объем памяти, отводимый этой программе, увеличивается на 2 Кбайта. Методическая погрешность при измерении отдельных временных интервалов зависит от многих факторов: дискретности таймера, уровня языка, на котором реализована измеряемая программа, быстродействия процессора. Так, для мини-ЭВМ СМ-3 при разрешающей способности таймера одна микросекунда среднее значение методической погрешности при измерении Фортран-программ составляет 196 мкс, а для программ, написанных на Ассемблере, только 40 мкс. Оценка методической погрешности при измерении нулевого интервала времени и проверка работоспособности монитора реализуется специальной программой тестирования.

Специализированный программный измеритель, описанный в данной работе, применялся для исследования характеристик двухуровневого протокола межмашинного обмена данными; для проверки корректности циклограммы, реализуемой программой сбора экспериментальных данных; для оценки времени отдельных прикладных программ.

## Л и т е р а т у р а

1. С и д о р о в А.А. Методы и средства оценки эффективности процессов обработки данных в АСНИ. /Дисс. на соиск.уч.степ.канд.техн. наук. -Куйбышев, 1983. - 282 с.
2. Ф е р р а р и Д. Оценка производительности вычислительных систем. -М.:Мир. - 576 с.
3. Д р а м м о н д М. Методы оценки и измерений дискретных вычислительных систем. - М.:Мир, 1977. - 381 с.

УДК 681.3.06:317.315.7

О.Ф.Ускова, А.В.Осипов, О.Д.Горбенко

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ  
И КОНТРОЛИРУЮЩИХ СИСТЕМ В СРЕДЕ РАФОС

(г.Воронеж)

Одна из отличительных особенностей мини- и микроЭВМ, определивших их распространение, - наличие диалогового режима работы. Эта осо-