

Ц 8406

Ш-559

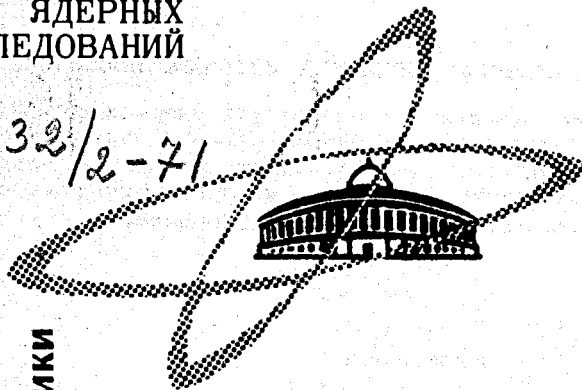
13/9-71

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

3232/2-71

10-5968



ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

В.Н. Шигаев

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ ФИЛЬМОВОЙ ИНФОРМАЦИИ
В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ NAZE1

1971

10-5968

В.Н. Шигаев

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ ФИЛЬМОВОЙ ИНФОРМАЦИИ
В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ NAZE1

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В системе обработки данных с пузырьковых камер программный комплекс *HAZE1* обслуживает этап измерения событий при работе сканирующего автомата (СА) типа *HPD /1/* на линии с вычислительной машиной *CDC - I604A*. На этом этапе *HAZE1* имеет дело с тремя источниками информации: сканирующим автоматом, магнитной лентой с данными просмотра и оператором, обслуживающим работу ЭВМ.

Помимо стандартных функций и ряда подпрограмм монитора *COOP*, в состав комплекса *HAZE1* входит большая группа подпрограмм, написанных на языке *ФОРТРАН* и автокоде *CODAP1*. Эта группа подпрограмм после трансляции и загрузки занимает более 13 тысяч слов оперативной памяти *CDC - I604A*.

Для буферизации потока информации, поступающего от СА, хранения большей части констант, промежуточных и конечных результатов обработки отведены общие массивы, суммарная длина которых составляет около 9,6 тыс. слов. Наиболее крупный блок */ HPDATA /2/*, имеющий длину 6000 слов, используется программой управления СА для буферизации входящего потока данных и для накопления трековой информации, выделяемой подпрограммой *GATE /3/*. Блок */ BUFFER /* длиной 1800 слов содержит рабочее поле для процедуры опознавания реперных крестов на снимке, массив с данными просмотра текущего кадра фильма и параметры маски события в системе координат сканирующего автомата. Блок */ CONST /* длиной 602 слова содержит типовые константы снимка пузырьковой камеры для каждой проекции (положение реперных крестов камеры относительно пары крестов бокса служебных данных, тангенсы наклона плеч реперных крестов, расположение бит номера кадра), а также многочисленные константы и логические переменные, необходимые для функционирования измерительной системы (константы для формирования приказов, отдаваемых СА, калибровочные константы отсчетной системы автомата, логические номера рабочих магнитных лент, значения допусков для диагностики ошибок в процессе обработки информации и управления аппаратурой, флаги, задающие режим работы *HAZE1*). Блок */ STORE /* длиной 700 слов используется большинством подпрограмм комплекса как общее рабочее поле.

После загрузки в оперативную память первой начинает работать собственно программа *HAZE1*, которая оформляет начало протокола эксплуатации, выдавая на широкую печать и телетайп сведения общего характера: код данной версии программного комплекса, размер неиспользованной части оперативной памяти *СДС-1604А*, астрономическое время начала работы — год, месяц, число, часы и минуты, — значения калибровочных констант *СА*. Данной информацией программу

HAZE1 снабжают вызываемые ею подпрограммы: 1) *MEMORY*, дающая верхний и нижний адреса свободного участка памяти ЭВМ, 2) *CLODAT*, запоминающая дату с управляющей карты задачи и осуществляющая привязку реального времени к показанию внутренних часов ЭВМ, 3) *TELMA*, обеспечивающая двустороннюю телетайпную связь комплекса с оператором ЭВМ.

Вызываемая затем подпрограмма *MAIN* выполняет до начала измерения фильма на *СА* подготовительные операции. На входной магнитной ленте она осуществляет поиск записей, относящихся к измеряемому рулону фильма, и редактирует выходную магнитную ленту в соответствии с заданным режимом накопления информации.

Несколько слов о формате магнитных лент. На входной магнитной ленте все логические единицы записи имеют длину 500 слов, при этом характер содержащейся в них информации задается значением второго слова записи — идентификатором записи (ИЗ). Информация на входной ленте рассортирована по номерам рулонов фильма, каждому рулону предшествует запись с ИЗ = 10000 ("Начало рулона") далее следует упорядоченная по номеру кадра последовательность записей с ИЗ=11000 ("Проекция событий") с данными просмотра, включая цифровые маски событий. Последовательность записей, относящихся к одному и тому же рулону фильма, замыкается записью с ИЗ=12000 ("Конец рулона"). Таких циклов записей, относящихся к разным рулонам фильма, на входной магнитной ленте может быть любое число. Аналогично редактируется выходная магнитная лента *HAZE1*. Она также может содержать несколько циклов записей, начинающихся записью "Начало рулона" и заканчивающихся записью "Конец рулона". Внутри цикл содержит записи с ИЗ = 11000, относящиеся к той проекции стереоснимков, которая измерялась на сканирующем автомате, и записи с ИЗ=11500. Последние имеют различную длину и содержат результаты обработки данных *СА*.

В процессе поиска необходимой информации на входной и выходной магнитных лентах *MAIN* обращается к подпрограммам чтения лент *READST* и *READSM*, а для редактирования выходной ленты - к подпрограмме *SMOGL* (запись с ИЗ=10000). Подпрограмма *MAIN* начинает свою работу с того, что предлагает оператору ЭВМ альтернативу - следовать стандартной процедуре измерения фильмов или нет. Стандартная процедура предполагает, что порядок измерения рулонов фильма задается расположением информации на входной ленте, а накопление информации на выходной магнитной ленте начинается с точки загрузки. Используя телетайп, оператор может уклониться от стандартной процедуры, задав конкретные номера рулона, проекции и кадра, с которых необходимо начать измерения в предстоящем сеансе связи с СА, а также изменить, при необходимости, режим работы с выходной лентой, сохранив на ней ранее накопленную информацию. Для автоматического учета магнитных лент, находящихся в обращении в системе *HAZE*, оператор ЭВМ по требованию подпрограммы *MAIN* сообщает учетные номера используемых лент. Подготовительные операции *MAIN* завершает вычислением начальных значений ряда переменных, необходимых подпрограммам обработки информации СА и диспетчеру комплекса - подпрограмме *DISP*.

В дальнейшем процессе собственно измерения заданной проекции рулона фильма на СА подпрограмма *MAIN* не участвует до тех пор, пока на входной ленте не встретится запись "Конец рулона". В этом случае диспетчер комплекса обращается к *MAIN* по входу *MPEOR* для подготовки процесса измерения следующей проекции того же рулона либо измерения нового рулона фильма. Если необходимо сменить входную или выходную ленту, *MAIN* обращается к подпрограмме *TREXCH*, непосредственно управляющей процедурой смены лент. При грубых форматных ошибках на входной ленте или отсутствии на ней необходимой информации *MAIN* информирует об этом оператора и предоставляет ему возможность поставить перед *HAZE1* новое задание. При попытках в этой ситуации продолжить работу по старому заданию *MAIN* обрывает работу комплекса *HAZE1*, обращаясь к подпрограмме *ABORT*. Эта подпрограмма и вызываемая ею последовательность *FRAMEN*, *HEURE*, *CURTIM* завершают протокол эксплуатации системы, выдавая на телетайп и печать номера последней серии измеренных кадров, дату и время окончания работы комплекса *HAZE1*.

После подготовительных операций, выполненных подпрограммой *MAIN*, работа комплекса вплоть до окончания измерения рулона фильма осуществляется под непосредственным управлением подпрограммы *DISP*. Диспетчер содержит минимум арифметических операций и выполняет, в основном, логические функции, организуя вызов подпрограммы комплекса и принимая совместно с *ERTST* основные решения в реально складывающейся ситуации в процессе измерения рулона фильма. В кратком сообщении не представляется возможным отобразить всё многообразие функций, выполняемых диспетчером и подпрограммой диагностики ошибок *ERTST*. Общее представление о них дает следующее ниже описание управляемого этими двумя подпрограммами процесса измерений фильма.

Первая операция, выполняемая под управлением диспетчера, - выбор начала прямоугольной системы координат, в которой регистрируются перемещения измерительного стола *CA*. Начало координат выбирается при крайнем положении кареток измерительного стола, где по команде вычислительной машины производится обнуление реверсивных счетчиков *X* и *Y*, тем самым обеспечивая положительность координат во всей рабочей области перемещения измерительного стола *CA*. Данную операцию непосредственно выполняет первая часть программы управления сканирующим автоматом *HPDORD (I)*, к которой диспетчер обращается с параметром $I = II$. Выполнение этой операции перед измерением рулона фильма позволяет также с точностью до долей миллиметра предсказать положение снимка в системе координат *CA* и существенно сузить в подпрограммах обработки область поиска служебных меток при анализе данных *CA*. Для процедуры опознавания реперных крестов диспетчер подготавливает в соответствии с измеряемой проекцией начальные приближения тангенсов наклона плеч всех реперных крестов на кадре и задает размер гистограмм для процедуры опознавания двоичного кода номера кадра. Далее диспетчер переходит к так называемому калибровочному циклу измерения кадра, стоящего в окне фильмового канала. Мы не будем рассматривать калибровочный цикл в деталях, поскольку он повторяет рассматриваемый ниже рабочий цикл измерения кадра, отличаясь от него тем, что двоичный код номера кадра не декодируется и трековая информация не анализируется. Необходимость в проведении калибровочного цикла измерений в начале каждого рулона фильма станет ясной при ознакомлении с функциями подпрограммы *FDGTON*.

Номера кадров, подлежащих измерению на СА, содержатся на входной магнитной ленте в записях типа IIOOO. Непосредственно перед измерением кадра на СА диспетчер обращается к подпрограмме *SMO62*, которая вместе с дополнительной информацией записывает на выходную ленту данные просмотра рабочей проекции очередного кадра (ИЗ=IIOOO). Независимо от ориентации треков события измерение каждого кадра вначале производится при поперечном (нормальном) сканировании фильма. На основании данных просмотра с учетом ограничений, накладываемых размером рабочих полей в *HAZE1*, диспетчер может организовать несколько нормальных сканов - независимых измерений кадра при поперечном сканировании. Иницируя очередной скан, диспетчер задает подмножество треков, подлежащих измерению в этом скане, и засылает их индексы в рабочий массив *RDBK* (300), используемый в подпрограмме *GATE* для организации процесса отбора трековой информации. Массив *RDBK* в настоящее время позволяет измерять до десяти треков в одном скане. Для программы управления СА диспетчер задает значения параметров сканирования: направление и число кадров для протяжки фильма, уровень дискриминации трековых сигналов, плотность строк растра, скорость движения измерительного стола СА, начальное и конечное положение стола по одной из координат и начальное положение по другой, направление сканирования фильма. К программе управления СА диспетчер обращается с параметром $I = 0$ (*HPDORD* (0)), и в соответствии с этим обращением программа управления выполняет всю последовательность операций по управлению работой автомата, приему и накоплению информации^{1/2}.

При последовательных обращениях ко второй части программы управления СА (*HPDPP* 2) принятая информация декодируется по принципу строка за строкой. До вызова подпрограмм анализа принятых данных диспетчер реализует серию обращений к *HPDPP2* для пропуска информации, снятой с начального участка кадра, где во время сканирования измерительный стол СА еще не вышел на стационарный режим. Пропустив информацию с начального участка, диспетчер вызывает подпрограмму *GATE*. Вместе с группой подпрограмм, к которым она обращается в процессе обработки информации, *GATE* решает следующие три задачи: а) определяет номер просканированного кадра, б) вычисляет координаты центра служебных реперных крестов (крестов *HPD*) и реперных крестов камеры в отсчетной системе автомата,

в) отсеивает фоновую информацию, сохраняя координаты точек, попавших в пределы маски события. При продольном сканировании решается только последняя из этих задач.

Определение номера просканированного кадра осуществляется за три шага: 1) локализация в системе координат СА пакета штрихов (бит), которыми закодирован номер кадра, 2) опознавание двоичных бит кода и 3) декодирование кода. Алгоритм локализации, запрограммированный в *GATE*, предполагает, что при любом номере кадра его код содержит достаточно большое число единиц, а расстояния между штрихами на снимке с хорошей точностью кратны некоторой величине d , постоянной для всех кадров одной и той же проекции рудона фильма. Получая от *HPDPP2* массив координат точек, измеренных на очередной строке раstra СА, *GATE* анализирует гистограмму распределения этих координат, взятых по модулю d . Наличие пика в распределении свидетельствует о наложении строки на пакет штрихов, а координаты строки СА, соответствующие этой строке, и положение пика на гистограмме позволяют локализовать пакет штрихов в системе координат СА. Ради быстрой работы поиск пика на гистограммах реализован по алгоритму, не предусматривающему анализ ширины и площади пика, поэтому *GATE* на самом деле формирует гистограмму суммы двух тождественных распределений, сдвинутых относительно друг друга на один карман гистограммы. После локализации штрихов на протяжении нескольких следующих строк *GATE* подсчитывает число точек, попавших в окрестность ожидаемого положения каждого штриха для опознавания двоичных разрядов кода номера кадра. Для декодирования кода *GATE* вызывает подпрограмму *DECODE*.

Локализация пакета штрихов сразу позволяет, исходя из типовых констант снимка, приблизительно предсказать положение ближайшей пары крестов — крестов *HPD* — в координатной системе СА. Эту функцию выполняет подпрограмма *NXFID*, которую *GATE* вызывает перед поиском каждой пары реперных крестов на снимке. Координаты всех точек в окрестности предполагаемого расположения реперных крестов анализируются методом гистограммирования в направлениях ожидаемой ориентации плеч реперных крестов. *GATE* только подготавливает гистограммы, вызывая для их анализа подпрограмму *FIDUC*. В процессе своей работы *FIDUC* обращается к подпрограммам *KHIS*, непосредственно осуществляющей просмотр полученных гистограмм, и

KXSYS4, вычисляющей координаты центра креста. Если при поиске пары служебных крестов один из них не будет найден, *FIDUC* вычисляет его центр, исходя из координат найденного креста и типовых констант снимка.

К выполнению третьей своей задачи — отбору и накоплению трековой информации — *GATE* приступает сразу же после нахождения координат служебных реперных крестов. Накопление трековой информации идет параллельно с обработкой реперных крестов камеры. Выполнение третьей задачи *GATE* начинается с обращения к подпрограмме

SETUPB для получения параметров маски события в координатной системе раstra автомата, являющейся в общем случае косоугольной системой отсчета. Сканирующий автомат обычно юстируется таким образом, что система координат раstra близка к прямоугольной системе отсчета, в которой регистрируются перемещения измерительного стола СА. Преобразования данных, полученных в координатной системе раstra, в прямоугольную систему координат СА и обратно принимают форму поправок, вычисляемых подпрограммой-функцией *TILTNS* (с входом *TILTAS* для случая продольного сканирования). Помимо *TILTNS*, подпрограмма *SETUPB* обращается к подпрограмме-функции *HPDX* (с входом *HPDY*) для преобразования данных просмотра в прямоугольную систему координат СА. Коэффициенты линейного преобразования, используемые в *HPDX*, *HPDY*, вычисляются подпрограммой *TRANSF* на основании известных координат двух крестов в отсчетной системе просмотрного стола и значений координат тех же крестов в прямоугольной системе отсчета СА. *FIDUC* вычисляет координаты найденных крестов в координатной системе раstra, поэтому до обращения к *TRANSF* координаты этой пары предварительно корректируются подпрограммой *FDTLSQ*. Вычисленные в координатной системе раstra параметры маски *SETUPB* засылает в массив *RDBK*.

Техника выделения трековой информации события из общего потока входных данных описана в работе ¹³⁷. Трековая информация накапливается в массиве *NSL2G* длиной 4000 слов. В каждое 48-разрядное слово массива укладывается пара координат, при этом каждая координата в направлении строчной развертки маркируется индексом трека, в окрестности которого произведен отсчет. Нормально протекающий процесс анализа снимка завершается, как только *GATE* обработает все

реперные кресты снимка и выделит в соответствии с маской события всю необходимую трековую информацию. *GATE* может прекратить анализ снимка и раньше, если *HPDPP 2* просигналит флагом *LSTFLG*, что вся принятая от СА информация исчерпана. В обоих случаях *GATE* возвращает управление диспетчеру.

Будет ли нормально завершён рабочий цикл измерения и обработки данных с текущего кадра, зависит от оценки качества принятой от СА информации по результатам ее обработки. Часть подпрограммы-диспетчера, работающая вслед за *GATE*, является входом диспетчера с наименованием *DISPER*, к которому непосредственно могут обращаться подпрограммы комплекса при обнаружении фатальных ошибок. Для получения оценки результатов обработки информации и диагностики ошибок диспетчер вызывает подпрограмму *ERTST*, которая в каждом конкретном случае присваивает определенное численное значение параметру *NGOER*, являющемуся указателем перехода в диспетчере. Значения этого параметра, отличные от единицы, свидетельствуют об обнаружении каких-то ошибок. В зависимости от фактического значения параметра *NGOER* работает одна из следующих ветвей логики управления, запрограммированная в диспетчере: 1) рабочий цикл обработки информации продолжается до конца; 2) результаты последнего скана бракуются, и сканирование кадра повторяется при тех же параметрах сканирования; 3) результаты последнего скана бракуются, число однотипных сканов, необходимых для измерения треков события, увеличивается на единицу, при этом в каждом из этих сканов измерению подлежит уже численно меньшая группа треков; 4) результаты последнего скана бракуются, соответствующая ему группа треков не измеряется; 5) результаты последнего скана бракуются, измерение данной проекции текущего кадра пропускается целиком; 6) результаты последнего скана бракуются, иницируется калибровочный цикл измерения кадра. В 4-м и 5-м случаях на выходную магнитную ленту выдается запись с *ИЗ=II500* и флагом ошибки, отличным от нуля.

Рассмотрим подробнее первую ветвь логики управления, соответствующую $NGOER = 1$. Диспетчер вычисляет фактическую среднюю плотность строк раstra СА и, если скан был поперечным, вызывает подпрограмму *FIDUPD*. Функции, выполняемые этой подпрограммой, имеют прямое отношение к точности нахождения координат центров реперных крестов и эффективности их опознавания. Алгоритм обработки

реперной информации методом гистограммирования в том виде, как он запрограммирован в *HAZE1*, приводит к систематической погрешности вычисления координат центра креста порядка $|\overline{\Delta P}| \cdot |\operatorname{tg} \delta \varphi|$, где $\overline{\Delta P}$ — расстояние между истинным и предсказанным положениями центра креста, а $\delta \varphi$ — угловое расхождение между истинной и предсказанной ориентациями плеч реперного креста. Для минимизации этой погрешности подпрограмма *FIDUPD* на основании найденных значений координат реперных крестов уточняет типовые константы данной проекции фильма, задающие относительное положение крестов и направление их плеч в координатной системе раstra СА.

После уточнения типовых констант диспетчер вызывает подпрограмму *SMOZ3*, которая записывает на выходную магнитную ленту результаты обработки данных СА (запись с ИЗ-И1500). Помимо служебной информации, запись этого типа содержит параметры маски в координатной системе раstra СА для группы измеренных треков, ряд характеристик скана, коэффициенты преобразований и трековую информацию, выделенную подпрограммой *GATE*.

В *HAZE1* предусмотрена возможность выдачи на широкую печать и телетайп краткого резюме (одна строка) после каждого успешно проведенного скана. Резюме содержит следующую информацию: номер просканированного кадра фильма, направление сканирования, число найденных реперных крестов намеры, общий объем принятой от СА информации, плотность ионизации пучковых треков. Для выдачи резюме диспетчер обращается к подпрограмме *FRSUMM*. Пользуясь телетайпом, оператор ЭВМ может задать режим работы, при котором резюме выдается только в случаях, когда на снимке найдено мало реперных крестов или уровень отсчета координат на СА покинул область допустимых значений.

Если треки события не исчерпаны последним сканом, диспетчер переходит к подготовке очередного скана, и описанный выше процесс обработки, начиная от выбора подмножества треков до выдачи строки-резюме, повторяется, пока не будут измерены все треки события. После каждого успешно проведенного нормального скана диспетчер с помощью подпрограммы *BEAMRD* находит в списке измеренных треков индексы пучковых треков и вызывает подпрограмму *IONZ* для коррекции уровня дискриминации трековых сигналов на СА.

Завершив измерение всех треков на текущем кадре, диспетчер вызывает подпрограмму *FRAMEN*, которая после измерения серии кадров выдает на телетайп и широкую печать как часть протокола эксплуатации номера всех измеренных кадров серии, число событий на каждом кадре и текущее время. Эта же подпрограмма приостанавливает процесс измерения рулона фильма на текущем кадре, если на то была выдана инструкция оператором ЭВМ.

Диспетчер переходит к подготовке измерения следующего события, считывая с помощью *READST* информацию с входной ленты, пока не встретит запись типа *IIOO*, относящуюся к измеряемой проекции фильма. Для программы управления СА диспетчер задает число кадров и направление протяжки фильма и далее обращается к *FDGTON* за получением недостающей информации, необходимой для преобразования данных просмотра фильма в прямоугольную систему координат СА. Однопроходный характер обработки данных в *GATE* и отсутствие резервов памяти диктуют необходимость начинать выделение трековой информации сразу после опознавания пары служебных крестов в начале кадра. Использование только данных просмотра, однако, не позволяет в этот момент вычислять коэффициенты искомого линейного преобразования, так как эти данные содержат координаты лишь одного служебного креста. В качестве второго опорного креста на просмотрном столе выбирается один из реперных крестов камеры с целью увеличения базы преобразования, что дает возможность при относительно грубой цене отсчета на просмотрных столах получить в пределах всей площади раstra СА приемлемую точность наложения маски на треки события. Чтобы обеспечить возможность преобразования маски сразу после нахождения в *GATE* служебных крестов, подпрограмма *FDGTON* до начала сканирования кадра вычисляет координаты второго служебного креста в координатной системе просмотрного стола. *FDGTON* использует при этом содержащиеся в записи типа *IIOO* значения координат пары опорных крестов, а также найденные в последних нормальных сканах координаты обоих служебных крестов и соответствующего креста камеры. Очевидно, прежде чем начать измерение события на первом кадре, необходимо хотя бы раз найти координаты реперных крестов кадра в координатной системе СА. Это и обуславливает необходимость в калибровочном цикле измерения кадра в начале каждого рулона фильма.

После того, как измерение заданной проекции рулона фильма завершено, диспетчер обращается к *SMO64*, записывающей на выходную магнитную ленту текст типа "Конец рулона" (ИЗ=I2000), и затем передает управление подпрограмме *MAIN*.

В своей работе комплекс *HAZE1* существенно использует возможности, предоставляемые телетайпной связью. Она позволяет в удобной форме протоколировать процесс эксплуатации, а оператору предоставляет возможность оперативного вмешательства в работу измерительной системы. Двустороннюю телетайпную связь комплекса с оператором ЭВМ обеспечивает подпрограмма *TELMA*. Подпрограммы комплекса, обращающиеся к *TELMA*, могут посредством параметра обращения задать один из двух режимов, когда *TELMA* либо ограничивается выводом информации, либо вслед за выводом информации приостанавливает работу комплекса и ждет от оператора дальнейших инструкций. В последнем случае *TELMA* обращается к подпрограмме *MESSIN*, которая организует прием инструкции от оператора ЭВМ. *MESSIN* через подпрограмму комплекса *OPCOMM* сообщает монитору *CDC-1604A* адрес входа в подпрограмму *READMES* и уходит на программный цикл ожидания. Прием информации с телетайпа и преобразование ее в BCD -код непосредственно осуществляет монитор. По завершении приема текста инструкции от оператора монитор прерывает цикл ожидания в *MESSIN* и передает управление *READMES*, которая, переслав принятый текст в приемный буфер *TELIN* и установив флаг приема инструкции, реализует возврат к *MESSIN*. По этому флагу *MESSIN* возвращает управление подпрограмме *TELMA*, тем самым завершая операцию приема текста инструкции от оператора ЭВМ.

Инструкция может содержать текст нескольких приказов оператора, однако общая длина инструкции, включая разделители, не превышает 32 символа. Структурными элементами символического приказа являются: фиксированный набор идентификаторов массивов, константы (восьмеричные и десятичные числа в допускаемых Фортраном формах представления), набор мнемонических кодов приказа и разделитель. Интерпретация текста и выполнение приказов организуются подпрограммой *TELMA* в порядке следования приказов в инструкции оператора. При интерпретации текста приказа *TELMA* вызывает подпрограмму *RDNUM*. Эта подпрограмма непосредственно просматривает текст инструкции и при каждом к ней обращении выделяет из текста очередной элемент приказа - иденти-

фикатор или константу, при этом последняя транслируется в машинное слово в соответствии с типом константы. Ряд проблем, связанных с использованием стандартной процедуры декодирования на CDC -1604A, потребовал предусмотреть в подпрограмме *RDNOM* тщательную диагностику возможных ошибок в декодируемой информации.

При операциях вывода подпрограмма *TELMA* в соответствии с параметром обращения выдает информацию либо на телетайп и широкую печать, либо только на телетайп. При операциях ввода в *TELMA* предусмотрена возможность использования читающего устройства CDC -1604A в качестве устройства ввода инструкций оператора. Диалогу, начатому по инициативе оператора, предшествует перевод второго пультового ключа CDC -1604A в положение "Включен", что интерпретируется как запрос на связь. Опрос положения ключа с помощью подпрограммы *SMSJKS* диспетчер комплекса организует после того, как отработает подпрограмма *ERTSY*.

Для повышения производительности измерительной системы в *HAZE1* предусмотрена возможность заблаговременного подвода измерительного стола CA. В ходе выполнения рабочего цикла измерения и обработки кадра фильма диспетчер комплекса определяет наиболее вероятные значения координат точки, в которую будет необходимо установить измерительный стол CA перед выполнением следующего скана. Непосредственное управление подводом измерительного стола возлагается на подпрограмму *HURRY*, которая через *HPDORD* выдает команды на установку стола в режиме немедленного возврата управления вызывающей программе^{12/} (параметр обращения $I = I3$ и $I4$). Подпрограмма *HURRY* следит за исполнением команд подвода на сканирующем автомате с помощью подпрограммы-функции *ISEN*^{12/}, опрашивающей состояние автомата. В ходе рабочего цикла обработки кадра диспетчер, если это необходимо, может изменить задание на подвод для подпрограммы *HURRY*.

В состав комплекса *HAZE1* входит подпрограмма *TIMING*, хронометрирующая работу комплекса в пределах каждого цикла измерения и обработки кадра фильма. В конце цикла *TIMING* может выдавать на широкую печать таблицу, которая для основных

подпрограмм комплекса содержит время входа и выхода по отношению к началу цикла и продолжительность работы этих подпрограмм.

Рассмотрим некоторые результаты хронометража, полученные при сканировании фильма с 2-метровой водородной камеры ЦЕРНа. Хронометраж сделан в следующих условиях: длина нормального скана на снимке ~ 140 мм, объем информации, принимаемой от СА при нормальном сканировании, ~ 60 тысяч координат, в событии - до 7 треков, использован режим предварительного подвода измерительного стола СА, измерение снимка и обработка информации выполнялись во времени последовательно (см. схему Б в работе /2/). На отдельные операции в цикле нормального скана затрачивалось: 1) 11-13 сек на измерение кадра, включая операции подготовки скана (это время увеличивалось до 18 секунд, если в ходе обработки данных диспетчер изменял задание для подпрограммы *HURRY*); 2) 7 сек на операции с вспомогательной лентой программы управления СА; 3) 7,5-8,5 сек на декодирование информации подпрограммой *HPDPP 2*; 4) 3-7 сек на анализ данных подпрограммой *GATE*; 5) 1,5-2,5 сек на операции с выходной магнитной лентой; 6) 0,75 сек на операции с входной магнитной лентой; 7) 1 сек на выдачу информации на широкую печать. Средняя продолжительность нормального цикла составила 35 секунд, а цикла при продольном сканировании - 12 секунд.

При оценке затрат времени на одно событие будем рассматривать два условных эксперимента, которые являются граничными случаями для большинства реальных экспериментов: 1) эксперимент, в котором события измеряются на всех трех стереопроекциях лишь при нормальном сканировании фильма, и 2) эксперимент, в котором измерение каждой проекции события сопровождается дополнительно одним продольным сканом. Приведенные выше данные хронометража соответствуют технической производительности измерительного комплекса ~ 35 событий/час для первого эксперимента и 25 событий/час для второго.

Наиболее доступный резерв системы, не требующий серьезных изменений в программах, — полное использование преимуществ буферных режимов обмена с магнитными лентами. Оно позволяет сократить на 5 сек нормальный цикл и на 1 сек продольный цикл обработки кадра, что приводит нас к технической производительности системы 40–30 событий/час. Уменьшение объема входных данных до уровня

30 тыс. координат при оптимальном использовании буферных режимов обмена с магнитными лентами повысило бы техническую производительность системы до 50–35 событий в час за счет дополнительного сокращения длительности операций в нормальном (продольном) цикле обработки кадра: обменных операций с магнитными лентами — на 1,75 сек (0,4 сек), операций декодирования информации СА — на 4 сек (0,75 сек), операций анализа информации подпрограммой *GATE* — на 1 сек (0,3 сек). Такое уменьшение объема входных данных достигается отсевом фоновой информации, который может быть реализован либо программно на *CDC-1604A*, либо использованием внешнего по отношению к *CDC-1604A* оборудования^{/2/, /4/}. В последнем случае возможное удвоение скорости измерительного стола СА поднимает техническую производительность измерительной системы до 65–45 событий/час.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Я.Алмазов и др. Установка для скоростной автоматической обработки снимков с трековых камер на базе механического сканирующего устройства типа "бегущий луч". Сообщение ОИЯИ IO-4513, Дубна, 1969.
2. И.И.Шелонцев, В.Н.Шигаев. Программа управления сканирующим автоматом (*HPD*) и возможные пути оптимизации режима измерения фотоснимков с пузырьковых камер. Сообщение ОИЯИ IO-5728, Дубна, 1971 .
3. Л.Л.Закамский. Первоначальный отбор полезной информации в системе ЭВМ - сканирующий автомат типа *HPD* . Программирование и вычислительные методы, II-4655, Дубна, 1969.
4. В.Н.Шигаев. Схема отсева фоновой информации для сканирующего автомата типа "бегущий луч". Сообщение ОИЯИ IO-5824, Дубна, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел

28 июля 1971 года.