

С - 316

11-81-581

СЕНЧЕНКО
Виктор Алексеевич

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИАЛОГОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
НА ОСНОВЕ СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА
С ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКОЙ**

Специальность 01.01.10 - математическое
обеспечение вычислительных машин и систем

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук

КАРЛОВ

Александр Андреевич

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

СИЛИН

Игорь Николаевич

кандидат физико-математических наук

БАЯКОВСКИЙ

Юрий Матвеевич

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Институт физики высоких энергий, г.Серпухов.

Автореферат разослан "___" _____ 1981 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 19__ г.
в "___" _____ часов на заседании Специализированного совета Д047.01.04
при Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ,
г.Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

Иванченко

З.М.Иванченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

В последние годы все более широкое применение находят фотографические методы исследований при проведении различных экспериментов в физике, астрономии, геологии, биологии, медицине, авиации и других областях науки и техники. В результате возрастает актуальность проблемы массового измерения различного рода все более сложных фотоизображений и, как следствие, возникает необходимость создания новых высокоэффективных автоматизированных систем, обеспечивающих их измерение и обработку.

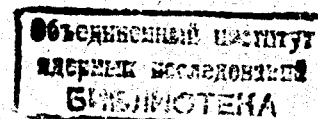
В области ядерной физики проблема массовой обработки фотоизображений следов ядерных частиц усложняется дополнительными все возрастающими требованиями высокой точности, производительности и достоверности измерений.

По этой причине ведущие научно-исследовательские и ядерно-физические центры наряду с использованием различных автоматических и полупавтоматических систем обработки filmовой информации начали разрабатывать и применять автоматизированные сканирующие системы на электронно-лучевых трубках (FEPR*, POLLY*, BRASME*, АЭЛТ-I*, МЭЛАС**, АЭЛТ-2/160*) как наиболее отвечающие перечисленным требованиям и обладающие возможностью организации гибких алгоритмов измерения фотоизображений в режиме диалога человек-ЭВМ.

Составным элементом измерительных систем на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ) является управляющая вычислительная машина, которая используется для управления процессом измерения фотоизображений и для некоторых видов математической обработки. Возможности измерительной системы на ЭЛТ при заданных технических характеристиках аппаратуры в значительной степени зависят от оснащенности системы средствами

*) In: Proceeding of Oxford Conference on Computer Scanning. 2-5 April, 1974, England, p. 11-34, p. 111-122, p. 211-262.

**) В Трудах семинара по обработке физической информации (Армвран, 1975), изд. ЕрФИ, Ереван, 1976, с. 293-298, с. 286-292.



математического обеспечения (МО). Поэтому разработка МО управляющей ЭВМ превращается в самостоятельную актуальную задачу, требующую для своего оптимального решения использования современных достижений в области программирования.

В 1975 году в ОИИИ было завершено создание аппаратуры сканирующего автомата АЭЛТ-2/160, управляемого от ЭВМ. Его отличительными особенностями являются: возможность гибкого управления от ЭВМ процессом сканирования, наличие развитых технических средств для организации диалога, доступ к мощной ЭВМ СРС-6500 для сложной обработки результатов сканирования.

В результате возникла актуальная задача - разработка математического обеспечения диалоговой измерительной системы на основе сканирующего автомата с ЭЛТ. При этом необходимо было учитывать следующие требования:

- обеспечение технологической базы для создания на управляющей ЭВМ программ, работающих на линии со сканирующим автоматом;
- доступ к возможностям аппаратуры сканирующего автомата на языке высокого уровня;
- создание программных средств для исследования точностных характеристик сканирующего автомата и устранения нелинейности его системы координат;
- обеспечение универсальности создаваемого МО для решения широкого спектра задач по обработке фотоизображений;
- мобильность создаваемого МО с целью его возможного переноса на другие управляющие ЭВМ и их модификации;
- устойчивость к сбоям аппаратуры, компактность и высокое быстродействие МО для обеспечения хороших эксплуатационных характеристик.

Главным критерием проверки правильности выбранных принципов и способов реализации МО должно было стать практическое его использование для решения конкретных задач по обработке фотоизображений.

Цель работ

Перед автором была поставлена цель - провести исследования различных аспектов создания общего и функционального математического обеспечения управляющих ЭВМ для сканирующих автоматов на ЭЛТ и, используя полученные результаты, разработать алгоритмы и создать соответствующий комплекс программных средств для управляющей ЭВМ диалоговой измерительной системы на основе сканирующего автомата АЭЛТ-2/160.

В соответствии с этой целью возникли следующие задачи конструирования и применения создаваемого математического обеспечения:

- определение общей структуры МО управляющей ЭВМ, принципов и методов реализации отдельных средств;
- разработка для управляющей ЭВМ общего МО как технологической базы для создания проблемно-ориентированных программ измерения и обработки фотоизображений;
- создание пакета базовых функциональных программ (базового пакета) для обеспечения удобного доступа к возможностям аппаратуры сканирующего автомата;
- создание комплекса программных средств для обеспечения калибровки измерительной системы с целью достижения высоких точностных характеристик;
- разработка методики и соответствующего программного обеспечения, которое позволило бы реализовать гибкие алгоритмы при обработке сложных фотоизображений в режиме диалога человека с ЭВМ;
- создание программ, обеспечивающих оперативный обмен данными через линии связи между управляющей ЭВМ автомата и мощной центральной ЭВМ коллективного пользования;
- создание методики и программ для решения отдельных задач по измерению, распознаванию и обработке фотоизображений из области ядерной физики и астрономии.

Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке и использовании комплексного системного подхода к созданию математического обеспечения для диалоговой измерительной системы на основе сканирующего автомата с ЭЛТ, управляемого от отечественной ЭВМ среднего класса. При этом реализовано МО для управления автоматом на ЭЛТ (АЭЛТ-2/160), который отличается сложной логикой управления и необходимостью реализации гибких алгоритмов работы с использованием широкого набора диалоговых средств.

Расширено стандартное МО для универсальной ЭВМ, включенной в систему в качестве управляющей, в результате чего появились качественно новые возможности ЭВМ как с точки зрения технологии программирования, так и обеспечения вычислительного процесса.

Предложенный и реализованный пакет базовых функциональных программ позволил на языке высокого уровня по-новому решать самые разнообразные задачи с использованием всех возможностей аппаратуры.

Методика и программное обеспечение процедуры калибровки выбраны и реализованы оптимальным образом применительно к отличающейся но-

визной двухмашинной системе измерений и обработки фотоизображений. Разработанный автором унифицированный механизм обмена данными и взаимодействия между управляющей и мощной центральной ЭВМ позволяет решать сложные, требующие большой вычислительной мощности, задачи при работе в реальном масштабе времени в процессе измерения фотоснимков.

При создании МО учтены основные принципы современного программирования, такие, как модульность, мобильность, адаптивность, расширяемость, а также современные достижения в области программного обеспечения диалоговых систем, машинной графики, отдельных методов первичной обработки данных и др.

Практическая ценность

С помощью созданного автором математического обеспечения решен и решается ряд физических, математических и прикладных задач, связанных с обработкой фотоизображений. Успешный опыт использования этого МО для обработки экспериментальных данных с релятивистской ионизационной стримерной камеры (РИСК) ОИЯИ^{15/}, измерения космических фотоснимков^{12/}, а также для разработки новых программ показал практическую ценность и эффективность предложенных и реализованных программных средств, их универсальность и целесообразность применения для широкого круга задач.

Пакет базовых функциональных программ, программы калибровки, оперативные тесты сданы в эксплуатацию и послужили необходимым фундаментом в процессе создания диалоговых программных комплексов, предназначенных для измерения фотоснимков как в ядерно-физических, так и в прикладных задачах.

Выполненные автором исследования и отладка алгоритмов, положенных в основу созданных программных средств, позволили на основе измерения сложных фотоизображений на сканирующем автомате АЭЛТ-2/160 получить ценный научно-методический опыт, который планируется использовать как при развитии существующей измерительной системы, так и при создании новых.

Созданное автором расширение общего математического обеспечения управляющей ЭВМ внедрено на ЭВМ БЭСМ-4 и используется широким кругом пользователей при решении технологических проблем, связанных с созданием новых программ. Это расширение представляет самостоятельный интерес и может быть использовано на ЭВМ типа БЭСМ-4, имеющих аналогичное внешнее оборудование.

Апробация работ

Результаты диссертационной работы были доложены на ряде научно-технических конференций и семинаров, таких, как Всесоюзный семинар по обработке физической информации (1975, Агверан), I Всесоюзное совещание по автоматизации научных исследований в ядерной физике (1976, Киев), VI Всесоюзная конференция по планированию и автоматизации эксперимента в научных исследованиях (1980, Москва), Первый Всесоюзный семинар по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях (1980, Душанбе), VI Всесоюзная конференция по автоматизации научных исследований на основе применения ЭВМ (1981, Новосибирск) и др.

Отдельные результаты, полученные автором, отмечены дипломом на конкурсе научных и научно-методических работ ЛВТА ОИЯИ (1978), а также бронзовой медалью ВДНХ СССР. Все результаты подробно докладывались на научных семинарах ЛВТА ОИЯИ.

Публикации

По результатам исследований, составившим основу диссертации, опубликовано 15 работ. Эти результаты получены автором в период 1974-1981 гг.

Объем работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, двух приложений и списка литературы (103 наименования). Общий объем диссертации составляет 142 страницы (включая 28 рисунков).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность проведенных автором исследований, рассматриваются основные проблемы и особенности создания математического обеспечения автоматизированных измерительных систем, предназначенных для обработки фотоизображений с использованием управляемых от ЭВМ электронно-лучевых трубок, а также формулируются основные цели диссертационной работы, приводится краткое содержание диссертации по главам.

В первой главе дается обзор и проводится анализ проблем математического обеспечения управляющих ЭВМ на примерах отдельных систем. Кратко описаны основные концепции, терминология и характеристики технических средств таких систем.

Рассмотрены особенности технической реализации сканирующего автомата АЭЛТ-2/160, которые необходимо было учитывать при разработке алгоритмов и реализации соответствующих программ.

Рассматриваются вопросы проектирования программ применительно к конкретной операционной и технической обстановке, обсуждаются особенности созданных алгоритмов, а также предлагаемая структура математического обеспечения диалоговой измерительной системы, в которой выделяются общее и функциональное МО.

Обосновывается выбор в качестве основы общего МО существующего универсального МО управляющей ЭВМ: операционной системы, системы программирования, системы отладки и пр., а также обосновывается необходимость расширения существующего МО в соответствии с требованиями измерительной системы.

Формулируются требования и ограничения, связанные с реализацией функционального МО, назначение которого состоит в том, чтобы обеспечить доступ ко всем возможностям аппаратуры измерительной системы на языке высокого уровня, а также обеспечить выполнение функций, связанных с решением специальных задач по обработке фотоизображений.

Во второй главе рассматривается общее математическое обеспечение и методы его реализации для ЭВМ БЭСМ-4, которая использована в качестве управляющей в измерительной системе АЭЛТ-2/160. Общее МО представляет собой расширение универсального МО, основанного на операционной системе ОС-4/220*. Созданная новая версия операционной системы имеет ряд дополнительных возможностей и получила название ОС-4/220-ДУБНА/13/. С методической точки зрения оказалось целесообразным включить в состав общего МО также и программные средства, предназначенные для контроля оборудования измерительной системы.

Большое внимание уделено применению макросредств для улучшения технологии разработки программ и повышения мобильности программного продукта. С этой целью создана библиотека макроопределений, учитывающая особенности алгоритмов управления аппаратурой сканирующего автомата с ЭЛТ.

Включение в состав внешнего оборудования управляющей ЭВМ алфавитно-цифровых дисплеев ВТ-340^{1/} и магнитофонов ЕС-5012^{2/} потребовало от автора разработки соответствующей части общего МО. В результате стали возможны, в частности, использование дисплея ВТ-340 в качестве терминала для взаимодействия с операционной системой, форматный ввод-вывод для дисплея ВТ-340, удобный программный аппарат обмена с внешней памятью, в том числе с МЛ в режиме ЕС, работа с поколонно-кодированными перфокартами на устройстве ввода карт широ-

* Ю. М. Баяковский, Т. Н. Михайлова. Операционная система ОС-4/220. Изд. ИИМ АН СССР, М., 1970.

кой стороной, что приблизило управляющую ЭВМ БЭСМ-4 к характерным для ЭВМ третьего поколения показателям.

Для расширения возможностей работы с данными (в основном с малоразрядной арифметикой), улучшения временных характеристик, уменьшения требуемого объема памяти, а также для увеличения мобильности программ верхнего уровня, дополнена общая библиотека программ.

Рассматриваются также созданные автором программные средства, предназначенные для унифицированного обмена данными между управляющей ЭВМ автомата и мощной центральной ЭВМ коллективного пользования через канал связи. Наличие этих средств позволило решать задачи обработки сложных фотоизображений с использованием режима связи двух ЭВМ в реальном масштабе времени. Предусмотрена также возможность обмена данными между этими ЭВМ посредством магнитных лент, для чего разработаны специальный формат записи данных и соответствующие подпрограммы.

Всего в состав общего МО входит около 60 разработанных автором программ и подпрограмм общим объемом около 6К.

В третьей главе рассматривается основа функционального МО – пакет базовых функциональных подпрограмм, а также совокупность системных программных средств для организации диалога. Эти программы созданы на основе исследования различных программно-управляемых параметров, определяющих устойчивое функционирование аппаратуры, и обеспечивают доступ ко всем необходимым для пользователей техническим возможностям измерительной системы на языке высокого уровня, а также предохраняют ее от неблагоприятных режимов использования. Пакет базовых функциональных программ реализует алгоритмы сбора и первичной обработки информации, формирование воздействий на аппаратуру, оптимизацию и учет временных соотношений между подпрограммами и аппаратурой. Иными словами, базовый пакет – это своего рода программный интерфейс между аппаратурой и проблемно-ориентированным МО, предназначенным для измерения и обработки фотоизображений применительно к конкретной задаче.

Базовый пакет имеет свойства:

- функциональную полноту (для использования любого технического средства имеется соответствующая программа);
- функциональную избыточность (полезную для оптимального программирования сложных алгоритмов);
- виртуальность (пользователь может не заботиться о том, какие функции выполняются программно, а какие – аппаратно; более того, с помощью подпрограмм пакета введены на уровне отдельной процедуры различные сложные функции);

- универсальность (на основе данного пакета можно решать довольно широкий круг задач по обработке фотоизображений);
- компактность (что позволяет выполнять основные функции по управлению автоматом при ограниченных ресурсах управляющей ЭВМ);
- хорошее быстроедействие (что важно при организации диалога);
- устойчивость к сбоям аппаратуры (в частности, за счет введения дополнительных функций контроля и избыточности при обмене данными);
- определенную мобильность (что важно для переноса пакета на новую управляющую ЭВМ).

В главе описывается применение базового пакета для оперативного контроля за работоспособностью аппаратуры в качестве оперативных диагностических тестов (тестов программиста). Диагностика осуществляется с точностью до функционального блока аппаратуры.

В базовый пакет также включены программы, обеспечивающие информационное согласование программ между собой (преобразование форматов, калибровочные преобразования и др.).

Особое внимание при создании базового пакета было уделено созданию программ для работы с техническими средствами диалога (графическими и алфавитно-цифровыми дисплеями, функциональной клавиатурой, световым карандашом, устройством оптического вывода, транспарантом). В результате стало возможно построение гибких алгоритмов, допускающих эффективное участие человека на всех этапах обработки изображений, которые, как правило, отличаются большой сложностью, низкой контрастностью, наличием переменного фона и т.п. В этой же главе приведены примеры, иллюстрирующие организацию диалоговых программ.

Рассмотрены системные программные средства, разработанные автором с целью обеспечения программистов инструментом для организации иерархической многоуровневой структуры диалога. Структура диалога задается в программе пользователя в виде таблицы, содержащей список допустимых приказов и соответствующих им исполнительных подпрограмм. Программа обработки сообщений реентерабельна и допускает четыре уровня для ведения диалога.

Четвертая глава содержит описание процедуры калибровки - ее целей и метода реализации. Калибровка, с одной стороны, рассматривается как программная процедура для установления соответствия между нелинейной системой координат ЭЛТ и ортогональной декартовой системой координат калибровочной решетки, с другой - как глобальный тест и инструмент исследования качества работы измерительной системы на основе сканирующего автомата с ЭЛТ, ее точностных характеристик, стабильности во времени и др. Процедура калибровки реализована в виде двух программ:

- программы сканирования, опознавания и определения центров крестов калибровочной решетки (реализована на управляющей ЭВМ автомата);

- программы определения коэффициентов полиномиальных калибровочных преобразований, связывающих нелинейную систему координат автомата с декартовой системой координат (реализована на центральной ЭВМ СДС -6500).

Отличительной особенностью предложенной процедуры калибровки является возможность оперативного контроля процесса калибровки и промежуточных результатов с использованием диалоговых средств, в том числе путем графического представления получаемых данных.

Реализация указанных программ основана на применении подпрограмм базового пакета, а также подпрограмм, предназначенных для унифицированного обмена данными между управляющей и центральной ЭВМ через МЛ и канал связи.

Созданные программы калибровки обеспечивают проведение на автомате АЭЛТ-2/160 массовых прецизионных измерений фотоснимков. При этом среднеквадратичные остаточные ошибки калибровки составляют около 1,7 мкм по осям X и Y, что достаточно для обработки фотоснимков как для ядерно-физических, так и для многих других задач.

В пятой главе рассматриваются некоторые применения разработанного МО как технологической базы для создания:

- специальных диалоговых программ измерения и распознавания реперных крестов; программы вошли в программный комплекс обработки снимков с установки РИСК ОИЯИ на АЭЛТ-2/160;

- универсальной диалоговой программы измерения кусочно-линейных объектов, использованной для измерения космических фотоснимков.

Практическая ценность задачи измерения реперных крестов связана с необходимостью массовых измерений фотоснимков с установки РИСК. При решении этой задачи, отличающейся сложной топологией снимков, наличием переменного оптического фона и т.д., предложено использовать четыре метода измерения реперных крестов, обеспечивающих высокую эффективность измерений за счет возможности обеспечивать при необходимости плавный переход от автоматического процесса измерений к ручному (с помощью светового карандаша). На основе введения понятия мощности метода сформулировано правило упорядочения методов решения задач по критерию минимизации среднего времени обработки.

Задача измерения космических фотоснимков в данном случае заключается в нахождении координат центров кратеров и значений их диаметров на основе измерений фотоизображений кратеров лунной поверхности^{12/}. Созданные автором соответствующие алгоритмы и программа но-

сят универсальный характер за счет того, что были приняты следующие исходные предпосылки:

- кусочно-линейное представление элементов фотоизображений;
- радиальная структура программы, составные части которой могут быть выбраны в режиме диалога в зависимости от требований измеряемого изображения;
- выбор индивидуального формата для записи результатов.

Программа успешно использовалась для рабочих измерений фотоизображений кольцевых структур Луны^{12/}. Показана перспективность применения созданной программы для измерений фотоизображений твердотельных трековых детекторов, геологических разломов и т.п.

Успешное решение рассмотренных задач доказало практическую ценность предложенной структуры МО и методов его реализации, а также применимость МО для решения разнообразных задач из различных областей науки и техники.

В заключении перечислены основные результаты диссертации.

Приложения к диссертации содержат акты о сдаче созданного автором МО в эксплуатацию и список основных подпрограмм с указанием их назначения, требуемого объема памяти и общих характеристик мобильности.

Основные результаты, полученные в диссертации

1. Решена актуальная задача создания для измерительной системы на основе сканирующего автомата с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ) математического обеспечения (МО) управляющей ЭВМ. В результате в измерительно-вычислительном комплексе ОИИИ появилась принципиально новая возможность - доступ на языке высокого уровня к функциональным возможностям аппаратуры автоматизированной системы с управляемой от ЭВМ электронно-лучевой трубкой (АЭЛТ-2/160), что позволило решать задачи по измерению и обработке фотоизображений в режиме диалога человека с ЭВМ как из области ядерной физики, так и прикладных областей исследований.

2. Проведен анализ средств МО управляющей ЭВМ в соответствии с требованиями и особенностями сканирующего автомата с ЭЛТ, определена структура МО измерительной системы и методы его реализации.

Структура предложенного МО функционально независима от типа ЭВМ и может быть использована на различных ЭВМ. Методы реализации МО измерительной системы учитывают ряд достижений и тенденций развития современного МО, такие, как модульность, структурное программирование, необходимость диалога человека с ЭВМ, мобильность программ (за счет применения макросредств и языков высокого уровня), возможность рас-

ширения созданного МО и т.д. В структуре МО предусмотрен пакет диагностических программ, позволяющий выполнять оперативный (в том числе в процессе измерений) контроль функционирования сканирующего автомата.

3. На основе оперативной системы ОС-4/220 разработано общее МО управляющей ЭВМ, которое использовалось и используется как технологическая база для создания программ измерения фоновой информации, а также для решения других задач на управляющей ЭВМ. В результате МО управляющей ЭВМ приобрело новые качества:

- интерактивный режим работы с операционной системой;
- форматный ввод-вывод для алфавитно-цифровых дисплеев;
- режим пакетной обработки с поколонно-кодированных перфокарт при наличии устройств ввода карт широкой стороной;
- обмен на языке высокого уровня с различными устройствами внешней памяти; созданное при этом специальное МО обеспечило полную совместимость с другими ЭВМ на уровне магнитных лент в формате ЕС ЭВМ.

Кроме того, создана библиотека макроопределений, учитывающая особенности управления аппаратурой автомата и расширена общая библиотека подпрограмм для повышения мобильности и оптимальности (уменьшения требований к памяти, увеличения быстродействия и т.п.) создаваемых программ.

4. Созданы программные средства унифицированного обмена данными между управляющей ЭВМ автомата и мощной центральной ЭВМ коллективного пользования через канал связи, в результате чего появилась возможность эффективного решения сложных, требующих большой вычислительной мощности, задач с использованием режима связи двух ЭВМ в реальном масштабе времени.

Для повышения устойчивости и надежности функционирования измерительной системы предусмотрен также обмен данными между ЭВМ через магнитные ленты, для чего разработаны соответствующие подпрограммы.

5. Проведены исследования различных программно-управляемых параметров, определяющих устойчивое функционирование аппаратуры, и на их основе разработан и отлажен в режиме непосредственного взаимодействия с аппаратурой пакет базовых функциональных программ (базовый пакет) для сканирующего автомата на ЭЛТ. Базовый пакет является фактически программным интерфейсом между аппаратурой и программой пользователя и обеспечивает виртуальность измерительной системы, предоставляя доступ ко всем необходимым средствам аппаратуры на языке высокого уровня. Пакет насчитывает более 60 программ, написанных на макроассемблере и фортране и обладает следующими свойствами: функциональной избыточностью, хорошим быстродействием, устойчивостью к

сбоям в аппаратуре, компактностью, что обусловило его успешное применение для решения различных задач.

Отличительной особенностью базового пакета является наличие широкого набора подпрограмм для работы с техническими средствами диалога (графическими и алфавитно-цифровыми дисплеями, функциональной клавиатурой, световым карандашом, устройством оптического вывода, транспарантом).

6. Разработана совокупность программных средств обеспечения диалога в измерительной системе на основе сканирующего автомата с ЭЛТ. В результате появились удобный в использовании способ задания в виде таблиц диалоговой структуры программы пользователя, а также возможность использования иерархической многоуровневой структуры диалога. Все это предоставляет гибкие возможности модификации алгоритма измерений в процессе работы и, в конечном итоге, повышение производительности измерительной системы и надежности идентификации событий за счет относительно быстрого выбора приемлемых алгоритмов измерения для сложных участков фотоизображений.

7. Разработана методика и реализовано программное обеспечение процедуры калибровки сканирующего автомата АЭЛТ-2/160, что обеспечивает в течение длительного времени массовые прецизионные измерения фотоснимков. Процедура калибровки является программным инструментом для достижения высоких технических характеристик (точности, стабильности и т.п.) автомата и компенсации нелинейности системы координат ЭЛТ путем преобразования ее к декартовой системе координат. Кроме того, процедура калибровки используется в качестве контрольной задачи (глобального теста) для проверки работоспособности всей измерительной системы в целом.

8. На основе использования разработанного МО решены следующие практические задачи:

- создан метод и программа для измерения реперных крестов на фотоснимках с камеры РИСК ОИЯИ; программа применяется для массовых измерений реальных физических событий, характеризующихся повышенной сложностью (нелинейность системы фоторегистрации, наличие фона и т.п.);

- предложен метод и создана универсальная диалоговая программа для измерения фотоизображений кусочно-линейных объектов; с применением программы успешно произведены рабочие измерения фотоизображений кольцевых структур карты Луны и методические измерения фотоизображений ядерных фильтров^{12/}.

Опыт применения разработанного МО показал практическую ценность предложенной структуры МО и методов его реализации, применимость МО для решения широкого круга задач и возможность минимальных усилий

со стороны программистов и операторов для освоения и использования компонент созданного МО.

Разработанное МО снабжено полной системой документации (описаниями, инструкциями, листингами), принято в эксплуатацию и обеспечивает хорошие эксплуатационные характеристики измерительной системы.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Сенченко В.А. Использование дисплеев ВТ-340 в составе операционной системы пакетной обработки для БЭСМ-4. Дубна, 1976, 12 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: II-10191).
2. Сенченко В.А. Программы обмена с НМЛ ВС-5012 для ЭВМ БЭСМ-4. Дубна, 1978, 10 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: PII-11629).
3. Сенченко В.А. Об использовании поколонно-кодированных перфокарт на ЭВМ БЭСМ-4 с устройством ввода ВУ-700-3. Дубна, 1978, 7 с. (Депонированное сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: BI-II-11609).
4. Барашенкова Н.В., Карлов А.А., Сенченко В.А. Программы калибровки монитормого сканирующего автомата АЭЛТ-2/160. I. CENTER - программа сканирования, опознавания крестов и определения их центров на калибровочной решетке автомата АЭЛТ-2/160. Дубна, 1980, 8 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: PII-12889).
5. Карлов А.А., Сенченко В.А. Программы калибровки монитормого сканирующего автомата АЭЛТ-2/160. 2. FIT - программа для нахождения коэффициентов калибровочных преобразований. Дубна, 1978, 17 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: IO-III55).
6. Баранчук М.К., Барашенкова Н.В., Карлов А.А., Кретов А.П., Лапчик Э.Д., Сенченко В.А., Тутышкина Л.В., Шкунденков В.Н. Исследование характеристик монитормого сканирующего автомата на ЭЛТ. Материалы I-го Всесоюзного совещания (Киев, 12-14 октября 1976 г.): Автоматизация научных исследований в ядерной физике. Изд. ИЯИ АН УССР, Киев, 1976.
7. Карлов А.А., Лозовая С.П., Сенченко В.А., Скрыпник И.Г. Библиотека подпрограмм управляющей ЭВМ БЭСМ-4 монитормого сканирующего автомата АЭЛТ-2/160 (описание подпрограмм). Дубна, 1979, 168 с. (Депонированное сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: BI-II-13058).
8. Карлов А.А., Сенченко В.А. Пакет базовых функциональных подпрограмм для многоцелевого сканирующего автомата на электронно-лучевой трубке. Материалы Первого Всесоюзного семинара (Душанбе, 14-16 октября 1980 г.): Автоматизация научных исследований в ядерной физике и смежных областях. Душанбе, изд. "ДОНИШ", 1980, с. 296-297.

9. Карлов А.А., Сенченко В.А. Программное обеспечение диалога в измерительной системе на основе сканирующего автомата. Дубна, 1981, 5 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: IO-8I-340). Материалы I-го Всесоюзного совещания (Москва, I-3 октября 1980 г.): Планирование и автоматизация в экспериментальных исследованиях, изд. МЭИ, Москва, 1980, с. 82.
10. Карлов А.А., Лапчик Э.Д., Сенченко В.А., Тутышкина Л.В., Шарапова Э.В., Шкунденков В.Н. Контроль в реальном масштабе времени результатов опознавания на сканирующем автомате АЭЛТ-I. Труды Всесоюзного семинара (Агверан, сентябрь 1975 г.): Обработка физической информации, изд. БрФИ, Ереван, 1976, с. 311-313.
11. Сенченко В.А. Подпрограммы для обмена данными между ЭВМ БЭСМ-4 и CDC-6500 через МЛ и канал связи. Дубна, 1981, 12 с. (Депонированное сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: БI-IO-8I-338).
12. Карлов А.А., Сенченко В.А. Универсальная диалоговая программа измерения фотоизображений кусочно-линейных объектов для сканирующего автомата на ЭЛТ. Дубна, 1981, 5 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: IO-8I-334).
13. Сенченко В.А. Руководство оператору по операционной системе "ОС-4/220-ДУБНА". Дубна, 1976, 31 с. (Депонированное сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: БI-II-IOI90).
14. Сенченко В.А. Руководство по использованию программы CENTER. Дубна, 1979, 12 с. (Депонированное сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: БI-II-I2988).
15. Карлов А.А., Сенченко В.А., Степаненко В.А. Диалоговый программный комплекс для измерения фотоснимков ядерных взаимодействий. Материалы VI-й Всесоюзной конференции (Новосибирск, 26-28 мая 1981 г.): Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ, изд. ИАиЭ СО АН СССР, Новосибирск, 1981, с. I4I-I42.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 августа 1981 года.