

A-646

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

10 - 11075

АНГЕЛОВ
Ангел Христов

СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ ТРА/i
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ
УСКОРИТЕЛЕМ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

Специальность 05.13.06 - автоматизированные системы
переработки информации и управления

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Дубна 1977

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:
кандидат технических наук В.Д.Инкин.

Официальные оппоненты:
доктор физико-математических наук В.А.Никитин,
кандидат технических наук О.П.Федотов.

Ведущее научно-исследовательское учреждение:
Институт физики высоких энергий, Серпухов.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1977 года
в _____ часов на заседании Специализированного Совета
Д-047.01.04 при ЛВТА ОИЯИ, Дубна, Московской области.

Автореферат разослан "___" _____ 1977 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Специализированного Совета
кандидат физико-математических наук

Т.П.Пузынина

Актуальность проблемы. Использование достижений электронно-вычислительной техники для сбора информации при проведении физических экспериментов и для управления установками экспериментальной физики является в настоящее время одним из основных направлений с целью значительного улучшения качественных и количественных характеристик проводимых исследований.

На крупнейших установках, сооружаемых для проведения исследований в области ядерной физики, какими являются современные ускорители заряженных частиц, автоматизация управления процессом ускорения способствует достижению высокой эффективности их использования. Работы по применению ЭВМ в этой области были начаты в первой половине 60-х годов. С тех пор в этом направлении выполнено большое количество работ в научных центрах многих стран, в том числе и в Советском Союзе. По опубликованным оригинальным и обзорным работам, посвященным описанию систем контроля и управления ускорителями с помощью ЭВМ, можно определить основные важные вопросы, связанные с построением и развитием таких систем. Утверждается, что ускоритель заряженных частиц является особым объектом автоматизации управления. Подчеркивается, что в связи с широким диапазоном инженерных и физических задач, возникающих при проведении исследований на ускорительных установках, системы автоматизированного управления должны обеспечивать возможность оперативного их решения; при этом главное место в таких системах отводится человеку-оператору, который, используя управляющие терминальные устройства и специальное математическое обеспечение для диалога "Оператор-система", контролирует и управляет процессом ускорения.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

С использованием современных достижений микроэлектроники и вычислительной техники возможно создание автоматизированных систем управления ускорителями, которые характеризуются высокой степенью оперативности. Это определяет актуальность выполненных работ по созданию системы отображения информации (СОИ) для автоматизированного управления ускорителем тяжелых ионов (УТИ). Вопросы разработки аппаратного и программного обеспечения операторского контроля для этой системы управления весьма актуальны еще в связи с тем, что в настоящее время на УТИ ведется широкий круг исследовательских работ по изучению и применению коллективного метода ускорения.

Цель работы. С 1973 года автор реферируемой диссертации принимал участие в работах по автоматизации управления коллективным ускорителем тяжелых ионов Отдела новых методов ускорения ОИЯИ. Основные задачи, которые должен был решить автор, заключались в определении конфигурации СОИ, осуществлении связи между СОИ и аппаратурой управления ускорителем, разработке специальных индикаторно-задающих терминалов и создании математического обеспечения СОИ.

Научная новизна. Основные элементы новизны работ, которые ведутся по теме диссертации, следующие:

- Определение конфигурации системы отображения информации. На основании подсказанных опытом принципов построения и развития систем управления и контроля с помощью ЭВМ, а также принципов, связанных со спецификой коллективного ускорителя тяжелых ионов; в качестве основных критериев, определяющих выбор конфигурации, использованы: этапность развития, способность к перестройке и эргономичность системы.

С использованием этих критериев в автоматизированном управлении УТИ предусмотрено особое место для СОИ, которое обеспечивает высокую степень управляемости системами ускорителя. Система отображения информации реализована таким образом, чтобы затраты на ее перестройку в связи с развитием управляемого объекта были минимальными. В СОИ заложена возможность обеспечить переход к следующему этапу развития автоматизированного управления, на котором будут решаться вопросы комплексной автоматизации основных параметров ускорителя с помощью электронно-вычислительной техники:

- Разработка и включение в состав СОИ специального индикаторно-задающего терминала. Аппаратурное обеспечение СОИ включает в себя широкий набор операторских терминалов. Среди них особое место занимает разработанный автором специальный индикаторно-задающий операторский терминал. Это устройство имеет новые характеристики по сравнению с другими устройствами такого типа. Его применение позволяет сократить до минимума количество пультовых индикаторных приборов и регуляторных органов.

- Создание программного обеспечения операторского контроля. Задача программного обеспечения операторского контроля решена путем применения интерпретирующего языка программирования. На основе языка программирования ФОКАЛ для системы отображения информации разработан проблемно-ориентированный язык программирования под названием DIAL, который обеспечивает возможность работы с электронной аппаратурой в стандарте КАМАК и ведение диалога "Оператор-ускоритель" через терминалы СОИ.

Практическая ценность. Основной аспект практической ценности результатов выполненных работ связан с результатами применения созданной СОИ: сокращено время настройки ускорителя, оператор

контролирует состояние систем ускорителя и по выбору получает информацию о значениях его параметров. Результаты разработки аппаратуры и программного обеспечения для СОВ, как и методика выбора ее конфигурации, могут быть использованы в других системах, применяющих ЭВМ (особенно ЭВМ типа ТРА) для контроля и управления физическими установками.

Объем работы. Объем текста реферируемой диссертации - 115 печатных страниц. Использовано 29 иллюстраций. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения.

В первой главе сделан обзор, касающийся вопросов использования ЭВМ в системах контроля и управления ускорителями заряженных частиц и значимости роли человека-оператора, руководящего процессом ускорения. Три параграфа этой главы содержат информацию о развитии структур автоматизированных систем управления ускорителями и о месте оператора в этих системах. Используются оригинальные и обзорные работы, выполненные в лабораториях США, научно-исследовательских центрах Западной Европы и Советского Союза. Автор диссертации уделено особое внимание развитию общения между оператором и управляющей системой на ускорительных установках ЦЕРН^{1/1}. Начало этого развития характеризуется применением "вездесущего" телетайпа. Учитывалось, что некоторые недостатки этого вводно-выводного устройства компенсируются его универсальностью. Последовал переход к использованию специальных эффективных устройств, оформляемых в виде пультов. С их помощью оператор может следить за сложными процессами во время ускорения и довольно просто управлять ими. Функционирование этих пультов обеспечивается электронно-вычислительной техникой. Кроме обычных дисплейных устройств, разработаны и используются специальные индикаторно-задаю-

щие устройства и переключающие панели. Диалог "Оператор-ускоритель", который ведется через эти терминальные устройства, программно обеспечен с помощью интерпретирующих систем.

На основе материала, нашедшего отражение в обзорной главе, автором сделан вывод о том, что чем шире круг научно-исследовательских работ на ускорителе, тем важнее роль человека-оператора в автоматизированной системе управления и поэтому обеспечение его действий является исключительно важной задачей.

Во второй главе диссертации излагаются вопросы, связанные с выбором конфигурации системы отображения информации для автоматизированного управления УТИ. Приведено краткое описание коллективного ускорителя. Подчеркнуто, что на настоящем этапе УТИ является и в целом, и в частности, объектом исследовательских работ. Исследуются как сам процесс ускорения, так и все системы, обслуживающие его.

Разработка автоматизированной системы контроля и управления УТИ в первой очереди включает в себя электронную аппаратуру, исполненную в основном в стандарте КАМАК. Входящая в ее состав малая ЭВМ ТРА 1001^{1/1} оборудована необходимыми стандартными внешними устройствами. Создание СОВ является следующим этапом развития автоматизированного управления УТИ^{2/2}. Выбор ее конфигурации сделан на основании подсказанных опытом принципов построения и развития систем управления с применением ЭВМ, а также принципов, связанных со спецификой коллективного ускорителя. Этапность развития, способность к перестройке и эргономичность являются факторами, с помощью которых определена конфигурация СОВ. Система отображения информации реализована в следующем виде: малая ЭВМ ТРА^{1/1}, набор терминальных

устройств (алфавитно-цифровой дисплей ВТ-340, монитор растрового дисплея NE - 601/i , специальные индикаторно-задающие терминалы и др.) и канал связи с ЭВМ, работающей с аппаратурой управления ускорителем (рис.1).

Третья глава посвящена рассмотрению вопросов, возникающих в связи с аппаратурным обеспечением СОИ. Выделены два основных звена, обслуживаемых процессором ТРА/i : канал связи и операторские терминалы.

Канал связи реализован с использованием стандартных разработок. Ввиду удаленности процессоров ТРА 1001/i и ТРА/i друг от друга используется система внешних шин, которая характеризуется применением специальных цепей на входе и выходе линии связи. Прием логических сигналов осуществляется микросхемами SN75407N , а возбуждение этих шин - микросхемами SN75109N и SN75110N. Применена линия связи на кабеле ТШ 50x2x0,5. Такая реализация канала связи обеспечивает значение вероятности ошибочного приема $P_{ош} \approx 10^{-9}$. Оценка значения $P_{ош}$ выполнена для синхронных помех, амплитуды которых подчиняются нормальному закону распределения. Этому значению вероятности искажения передаваемой информации соответствуют нормальные условия для работы канала связи.

Основное место среди терминальных устройств СОИ занимает алфавитно-цифровой дисплей ВТ-340. Опыт его применения указывает на то, что его включение в состав СОИ обеспечивает аппаратурно ведение текстового диалога между оператором и системой. Другое применяемое дисплейное устройство - NE - 601/i в основном является пригодным для представления кривых, поверхностей, специальных рисунков и т.п. С помощью его стандартного математического обеспечения составлена библиотека фоновых изображений. Она сохраняется в

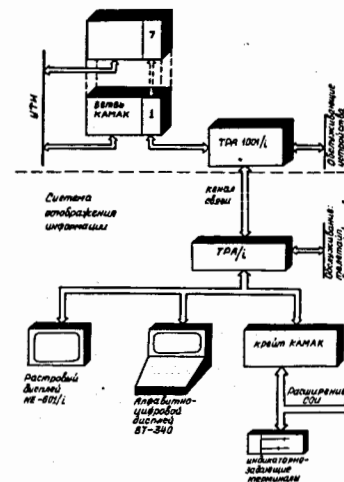


Рис. 1

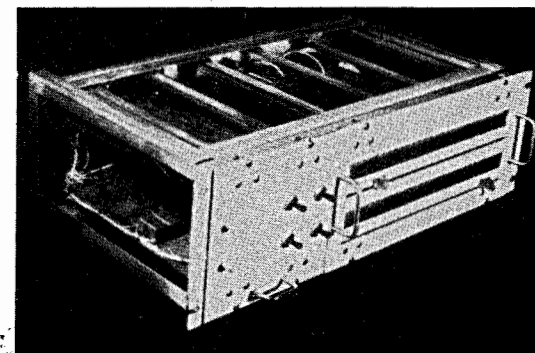


Рис. 2

ЗУ системы. По запросу необходимое изображение поступает в ОЗУ ТРА/і по каналу связи.

Разработанный автором индикаторно-задающий терминал /3/ эффективно удовлетворяет требованиям эргономики, которые предъявляются к современным операторским терминалам этой категории. Прибор сконструирован в виде двух блоков конструктива "Вишня". В одном каркасе размещены два терминала (рис.2). В первом блоке размещены фотосчитыватели и механические части преобразователей "Линейное перемещение - код"; в другом - электроника их управления. К ЭВМ терминалы подключены через входные и выходные регистры в стандарте КАМАК, которые помещены в крейте, входящем в аппаратурный комплекс СОИ. Совместная работа этих терминалов с дисплейными устройствами обеспечивает индикацию и регулирование любого параметра ускорителя, находящегося под контролем автоматизированной системы управления.

В четвертой главе содержится описание программного обеспечения, созданного для СОИ.

Общую задачу программного обеспечения для описываемой СОИ можно сформулировать, если в системе контроля и управления рассматривать три списка:

- список текущих значений параметров;
- список уставочных значений параметров;
- список названий проблемных программ, выполняющих измерение и регулирование.

Задача программного обеспечения состоит в том, чтобы обеспечить простой и свободный доступ оператору к этим информационным спискам через терминалы СОИ. Эта задача решена автором путем раз-

работки проблемно-ориентированного языка программирования под названием DIAL, который обеспечивает возможность работы с электронной аппаратурой в стандарте КАМАК в интерактивном режиме и ведение диалога "Оператор-система" через терминалы СОИ/4,5/.

DIAL является модификацией языка программирования ЮКАЛ, сохраняющей его синтаксис. Морфологически грамматика расширена за счет добавления новых элементов словаря для программирования взаимодействия с терминалами и информационными списками: список названий параметров (четырёхсимвольные названия), расширенный командный список, расширенный список функций.

Работа программы, написанной на DIAL, вызывает возникновение потока заявок, которые передаются по каналу связи, обслуживаются проблемными программами, после чего выдается сообщение для СОИ о результате обслуживания. С учетом возможных состояний системы и соответствующих плотностей вероятностей переходов между ними получено выражение для среднего времени пребывания заявки в системе. Принимая во внимание надежность и быстродействие электронно-вычислительной аппаратуры и аппаратуры канала связи, с помощью этого выражения оценено среднее время пребывания заявки в системе: его значение близко к среднему времени, затрачиваемому на обслуживание заявки, для конкретного быстродействия интерпретатора.

Работа с программным обеспечением СОИ проиллюстрирована конкретным примером (рис. 3 и рис. 4). На рис. 4 показан текст программы, выполнение которой генерирует изображение на экране NE-601/і (рис. 3). С помощью этого изображения оператор оценивает временную настройку линейного ускорителя. Показаны отклонения от эталонной настройки ETAL(1) - TMOD(1) для всех 30 модуляторов (в наносекундах) и средняя величина разброса их измеренных значений (в относительных единицах - число вертикальных точек).

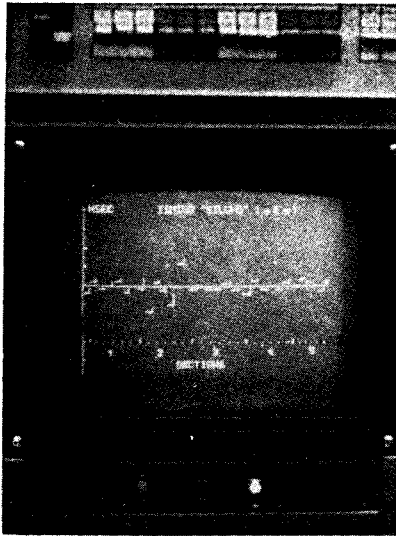


Рис. 3

```

1.01 LET DISPLAY(1)=1
1.02 FOR I=1,30;DO 2
1.03 GOTO 1.01

2.01 LET Y=ETAL(1)-TMOD(1)+40
2.02 FOR X=I+4-4,I+4;VIDEO
2.03 FOR Y=Y,Y+DMOD(1);VIDEO

```

Рис. 4

Основные результаты проведенных научно-исследовательских работ следующие:

1. Определена конфигурация системы отображения информации для автоматизированного управления ускорителем тяжелых ионов с учетом экспериментальных целей этой установки.

2. Разработан и исследован канал связи между ЭВМ системы отображения информации и ЭВМ, работающей с аппаратурой управления ускорителем. Сделана оценка достоверности передаваемой по этому каналу информации.

3. Разработаны и включены в состав СОИ индикаторно-задающие терминалы, с помощью которых обеспечены индикация и регулирование параметров ускорителя, находящихся под контролем автоматизированной системы управления. Характеристики этих устройств выбраны в соответствии с современными тенденциями создания специализированных пультовых операторских приборов.

4. Создано математическое обеспечение системы отображения информации. При этом:

а) обеспечена возможность работы с электронной аппаратурой в стандарте КАМАК в интерактивном режиме;

б) обеспечена возможность ведения диалога "Оператор-система" через терминалы СОИ;

в) создана математическая модель совместной работы программного обеспечения СОИ и программного обеспечения процесса накопления данных и регулирования. С помощью этой модели оценены временные характеристики работы математического обеспечения СОИ.

В настоящее время система отображения информации для автоматизированного управления УТИ проходит опытную эксплуатацию. Основные результаты работы по теме диссертации опубликованы в /1-5/. В имеющихся литературных источниках не публиковалась информация о применении подобных систем для коллективных ускорителей.

Диссертант глубоко признателен руководству Отдела новых методов ускорения, в первую очередь В.П.Саранцеву и В.А.Свиридову, своему научному руководителю В.Д.Инкину за постоянное внимание и большую практическую помощь, а также всем, с кем ему довелось работать и обсуждать различные проблемы, связанные с данной темой.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А.Х.Ангелов. О применении ЭВМ на ускорителях заряженных частиц в ЦЕРН для управления и контроля. Сообщение ОИЯИ, IO-9889, Дубна, 1976.
2. А.Х.Ангелов, В.Д.Инкин, В.Н.Лысяков. Система отображения информации для АСУ ускорителя тяжелых ионов. Сообщение ОИЯИ, IO-9968, Дубна, 1976.
3. А.Х.Ангелов и В.Д.Инкин. Индикаторно-задающий операторский терминал. ПТЭ, № 2, 1977.
4. А.Х.Ангелов, Л.З.Дубовик. Управление модулями КАМАК на линии с ЭВМ ТРА-1001/1 с помощью языка программирования FOKAL. Препринт ОИЯИ, IO-9493, Дубна, 1976.
5. А.Х.Ангелов. Программное обеспечение диалога между оператором и АСУ УТИ. Сообщение ОИЯИ, IO-9967, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 ноября 1977 года.