

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P13-2000-173

М.Грушецки<sup>1</sup>, А.Я.Манафов<sup>2</sup>, Э.Г.Никонов<sup>3</sup>

ДРУЖЕСТВЕННЫЙ ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ  
ДЛЯ ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ СХЕМ  
И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ  
В СЛОЖНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

---

<sup>1</sup>Институт ядерной физики им.Г.Неводничанского, Краков, Польша  
E-mail: mgruzzec@alf.ifj.edu.pl

<sup>2</sup>E-mail: manafov@cv.jinr.ru

<sup>3</sup>E-mail: nikonov@cv.jinr.ru

# 1. Введение в активную схему

Активная схема (АС) является компьютерным кодом, применяемым для наглядного представления зависимости между элементами любого множества или системы.

Под АС понимаем графическую схему узлов, соединенных неким способом. Произвольно сложная схема может быть показана на экране компьютера в виде простого чертежа из немногих активных узлов (АУ), соединенных между собой линиями или стрелками. АУ выполняются как графические элементы произвольной формы, обладающие свойством связи (Hyperlink) с другими документами или метками на тех же документах. При этом неважно, где будет находиться эта связанная информация (на локальном, сетевом диске или в Интернете).

АУ обладает свойством раскрывать свою внутреннюю структуру и переходить на нижний уровень детализации схемы данного узла. Число таких уровней детализации может быть довольно большим.

Активизация любого АУ (клавишей, мышью) приводит к высвечиванию нового чертежа, который является развитием предыдущего с новыми АУ. После выбора следующего АУ опять увеличивается число деталей высвечиваемого чертежа и т.д., доходя до уровня, удовлетворяющего пользователя. В любой момент возможен возврат к предыдущему или начальному чертежу. Здесь наблюдается большое сходство с работой в Интернете, но механизмы разные.

Идея АС была впервые предложена с.н.с. М. Грушецким, работающим в группе КОМБАС ЛЯР ОИЯИ.

## 2. Теория активной схемы

### 2.1. Принцип активной схемы

Информационная база АС — это документы, хранимые в различных форматах файлов. В зависимости от сорта данных применяются разные типы файлов (рис. 1).

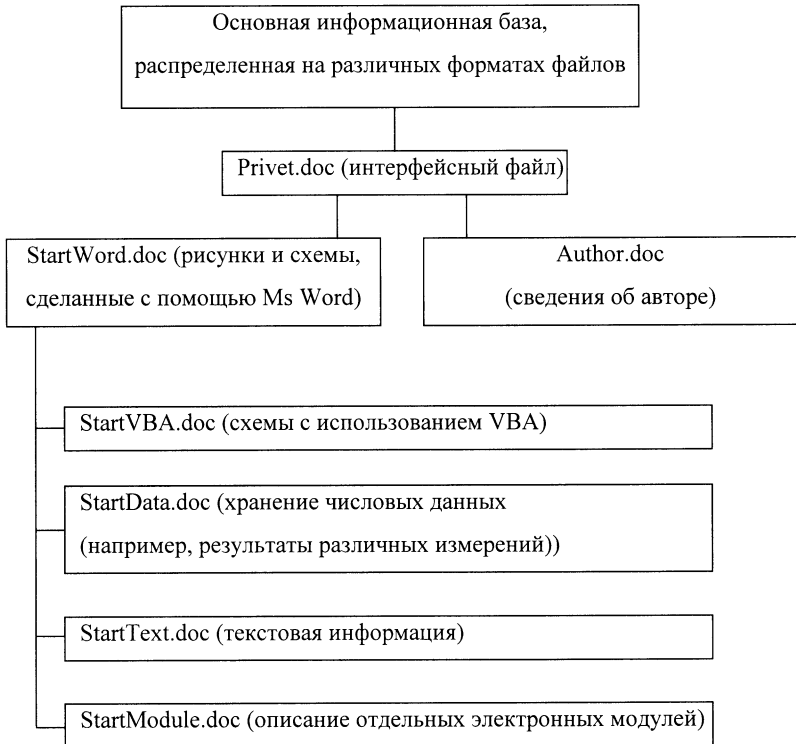


Рис. 1. Структура активной схемы

#### 2.1.1. Различные уровни детализации активной схемы

Переход на более низкий уровень детализации схемы данного узла увеличивает количество информации. Многократное повторение этого процесса выполняется по принципу многоуровневой АС. Таких уровней детализации допускается произвольное число (рис. 2).



*Рис. 2. Уровни детализации активной схемы*

В конце этого процесса показана структура электронного модуля с его параметрами. Часть параметров управляется вручную элементами, расположенными на панелях модуля. Однако много параметров управляется программно через магистраль крейта (САМАС, VME, FASTBUS и т.п.). Эти параметры тоже можно представить в виде чертежа с элементами управления.

Представление параметров электронных модулей в графической

форме дает возможность не только быстрее управлять аппаратурой, но и облегчить процесс настройки путем параллельного представления обоих процессов — входного и выходного, т.е. тесно связать результаты настройки с регулировкой.

В самом конце «цепочки» схем можно показать принципиальные схемы электронных модулей, которые обычно хранятся на бумаге. После окончания работы с АС параметры настройки сохраняются в объектах, это означает, что при следующем запуске АС загрузит параметры предыдущего сеанса. Как дополнение, АС является базой данных объектного типа, сохраняющей нужную информацию о различных модулях (даже запасных) и позволяющей быстро их найти.

### ***2.1.2. Реализация уровней активной схемы***

Реализация более высоких уровней АС производится с помощью текстового процессора Word, более низких уровней — встроенным компилятором VBA (Visual Basic for Applications); желательно Word 7.0 для Windows-98 или Windows-NT 4.0 — продукты фирмы Microsoft.

Важным свойством АС является возможность показать натуральный вид электронного модуля с его элементами управления, расположенными как на передней, так и на задней панелях (называемые здесь коротко «переключатели»).

Эти элементы реализуются как «активные», т.е. соответственно реагируют на определенные события. Их состояния и возможности отражают свойства реального переключателя электронного модуля. Таким образом, можно устанавливать их значения на схеме, точно соответствующие значениям на реальном модуле. Установленные значения запоминаются до следующего изменения, даже после окончания работы с активной системой.

Подобно внешним переключателям, показаны также внутренние параметры, устанавливаемые программным способом. Иначе говоря, раскрывается их внутренняя структура при помощи «блок-схемы» с внутренними элементами управления.

## ***2.2. Создание панелей электронного модуля***

Не выходя из редактора Word, можно создавать действующие окна Windows с видом панелей модуля (передней и задней), снабженных активными переключателями (АП). Используя такой элемент управления, как контекстные меню, можно углубиться во внутреннюю структуру модуля с его параметрами, управляемыми программно.

В отличие от внешних элементов (управляемых вручную) здесь можно не только указать значения параметров, задаваемых программой, но и послать их прямо в модуль по линии связи «PC–Крейт».

### ***2.2.1. Создание активных переключателей модуля***

Построение АП в самом VBA довольно ограничено. Здесь приходит на помощь технология программных модулей ActiveX, которые можно приобретать по разному принципу (License, Shareware, Freeware) или создавать в различных средах разработки. Самой популярной является Visual Basic 6 (рис. 3). Результатом разработки является действующий программный модуль (OCX или DLL), применяемый в VBA как внешний элемент построения панелей электронного модуля.

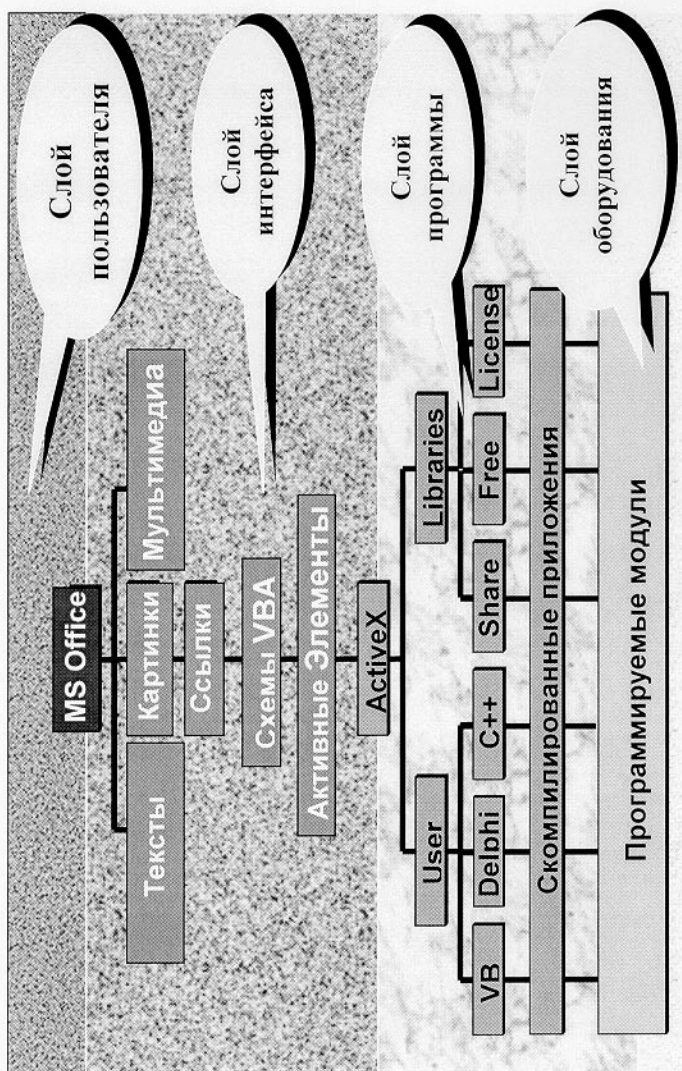


Рис. 3. Программируемые модули

Хотя количество электронных модулей довольно обширное, однако можно определить общие элементы управления (как внешние, так и внутренние), с помощью которых легко построить разнообразные модули. Обычно это элементы (встроенные в VBA или специально разработанные ActiveX):

- формы, применяемые как основа для остальных элементов (Form),
- плавного установления любого значения параметра (Scroll Bar),
- выбора одного из нескольких значений параметров (Option Button),
- выбора нескольких значений параметров (Check Box),
- цифрового установления значения параметра (ActiveX),
- включения лампочек сигнализации состояния модуля (ActiveX).

Создаваемые программные элементы ActiveX являются полноценными объектами с набором свойств, методов и событий.



## **3. Реализация активной схемы**

### **3.1. Прототип активной схемы**

На основе вышеизложенной идеи был разработан прототип АС для установки КОМБАС, работающей на пучках тяжелых ионов ускорителя У–400М ЛЯР ОИЯИ. Особенно точно указаны структура и содержание электронной системы регистрации заряженных продуктов ядерных реакций в фокальной плоскости магнитного сепаратора КОМБАС.

#### **3.1.1. Генезис активной схемы**

Во время подготовки электронной аппаратуры к эксперименту очень остро стояла проблема быстрого доступа к различной необходимой в данный момент информации. Традиционные (бумажные) методы хранения информации не обеспечивали необходимого быстрого доступа к различным уровням детализации схем и инструкции. Кроме этого, в процессе проведения экспериментов требовалось передавать все знание следующей смене. На практике это очень затруднительно, так как не хватает специалистов, обладающих необходимым опытом и полным знанием принципов действия всех составляющих систем экспериментальной установки.

### **3.2. Экспериментальные требования**

Современные физические эксперименты (ФЭ) часто проводятся по промышленным методам проектирования и исполнения. ФЭ в области ядерной физики характеризуются сложностью аппаратуры и алгоритмов управления. Многосуточное проведение ФЭ требует постоянного мониторинга полученных результатов, а случающиеся сбои работы аппаратуры должны быть немедленно замечены и устранены. На практике, однако, существует некоторое время задержки между регистрацией данных и обнаружением ошибок. Это приводит к потерям данных и в

результате понижает общую эффективность ФЭ. Поэтому здесь полезны всякого рода аудиовизуальные мониторы ФЭ, например, звуковой сигнал тревоги, визуальная сигнализация перехода за допустимые пределы изменений главных параметров. До сих пор многое зависит от зоркости и опыта экспериментатора. В трудных условиях круглосуточных измерений этого может оказаться недостаточно.

### ***3.2.1. Существующие технические средства***

Часто применяемые в ФЭ интерфейсы пользователя (пульта управления) — это в большинстве «старомодные» текстовые экраны с составом возможных функций программы в виде перечисления. В компьютерных сетях Lantastic (для сопряжения измерительных компьютеров) не применяются графические интерфейсы пользователя. Это создает некоторые трудности при дистанционном управлении измерения спектров (гистограмм) распределения энергии частиц, регистрируемых в детекторах.

Применение этих программ в ФЭ требует использования одновременно нескольких компьютеров для обслуживания параллельных задач. Их количество надо еще умножить на 2, поскольку каждый из них соединен по сети с компьютером, установленным в радиационной зоне, недоступной во время сеансов облучения.

### ***3.2.2. Недостатки применяемых интерфейсов ФЭ***

Развитие информационно–вычислительной инфраструктуры для нужд ФЭ часто не успевает за развитием аппаратурной базы.

В текущий момент технологический разрыв между измерительными методами и используемыми программами в ФЭ постоянно увеличивается. Современная измерительная методика основана на применении сложных электронных программно–управляемых модулей. В то же время

программное обеспечение часто является «замкнутой системой», приспособленной только для обслуживания конкретной конфигурации, конкретного ФЭ, не позволяющей гибкое изменение конфигурации аппаратуры. Надо подчеркнуть, что процесс «настройки» рабочих параметров программируемой аппаратуры является трудоемким и малоэффективным, особенно при необходимости одновременной проверки результатов регулировок.

При распределении задач на несколько компьютеров приходится часто работать одновременно на двух или трех машинах. Текстовые интерфейсы пользователя существенно снижают эффективность работы операторов по управлению и настройке экспериментальной аппаратуры.

### **3.3. Принцип системы регистрации**

Измерение выходов экзотических изотопов, получаемых в ядерных реакциях с тяжелыми ионами, требует полной их идентификации (определения массовых «А»– и зарядовых «Z»–чисел). Для этой цели в фокусе КОМБАС применяется набор детекторов, телескоп типа « $\frac{dE}{dx}$  и E», регистрирующий потери энергии при пролете заряженных ионов через него. Измеряя уникальную комбинацию энергий из этих детекторов, можно однозначно определить зарядовые «Z»–числа. В зависимости от диапазона энергий падающих ионов используются разные толщины детекторов, вводимых независимо в пучок продуктов реакции.

Дополнительным параметром для идентификации массовых «А»–чисел ионов служит измерение времени пролета. Измеряется время между «Старт»– и «Стоп»–импульсами, получаемыми в специальных детекторах. Стартовый сигнал получается от лавинного счетчика, помещенного в половине длины сепаратора. Стоповый сигнал образуется в другом лавинном счетчике, на дистанции около 7,5 метров. Ожидаемое время пролета лежит в диапазоне 100 наносекунд.

Контроль интенсивности первичного пучка ведется при помощи двух мониторных детекторов, расположенных под малыми углами за мишенью. Дополнительный оперативный контроль пучка ведется путем измерения токов из мишени и ловушки первичного пучка.

Все вышеперечисленные измерения контролируются дистанционно из пульта ускорителя У-400М.

### **3.4. Пример активной схемы**

Исходя из вышеизложенных принципов, был создан набор чертежей (в редакторе Word-2000) для ФУ КОМБАС в виде прототипа АС. Начинается он с общего вида установки, размещенной в зале ускорителя У-400М (рис. 4). Выделенные «облака» со стрелками являются активными «кнопками», с помощью которых можно переходить к дальнейшим чертежам.

При переходе к сепаратору КОМБАС (вырезанному из окружения) можно увидеть его основные узлы и перейти к ним, нажав одну из «кнопок» (рис. 5).

Переход от фотографии к рисунку приводит к узлам в обобщенном виде (рис. 6). Основные узлы конструкции сепаратора представлены в виде разных геометрических фигур, напоминающих их натуральный вид. Раскрывая внутреннюю структуру узла системы регистрации, можно увидеть ее составные части, размещенные вдоль магнитного канала и соединенные кабелями (рис. 7). Часть соединений, выделенная как постоянные кабели, также является активным элементом, способным раскрывать свою внутреннюю структуру. Планируемые соединения обозначены другим видом линий.

Узел мониторов показывает два тракта газовых детекторов, сравниваемых с третьим реперным трактом (рис. 8). Их выходные импульсы накапливаются в пересчетах в течение всей экспозиции.

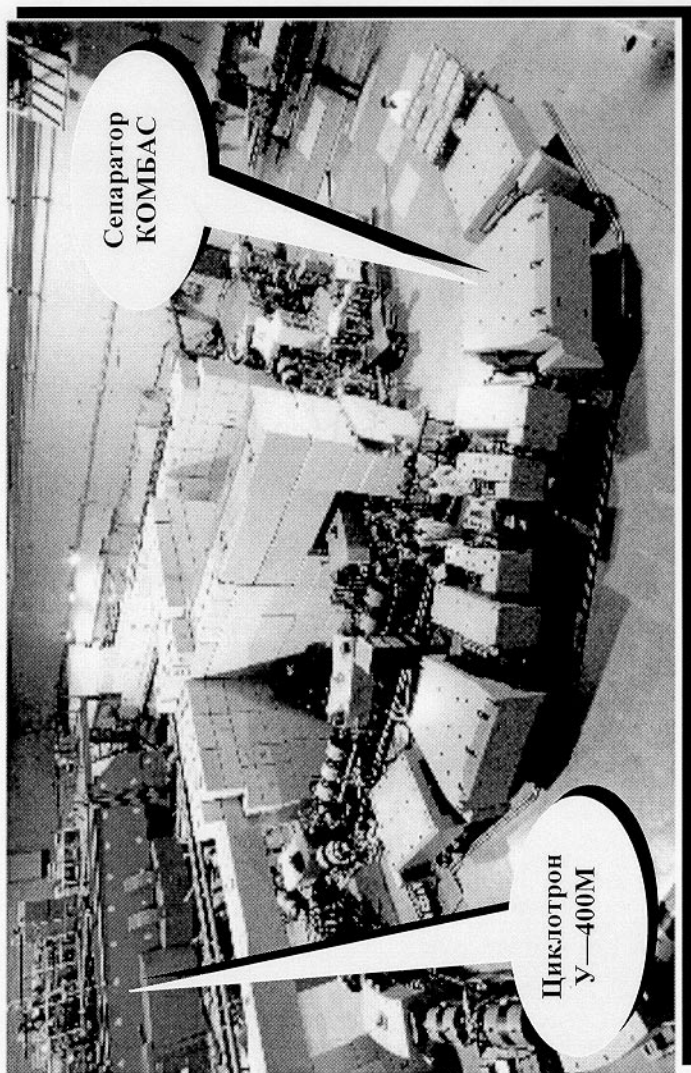


Рис. 4. Зал циклотрона У-400М

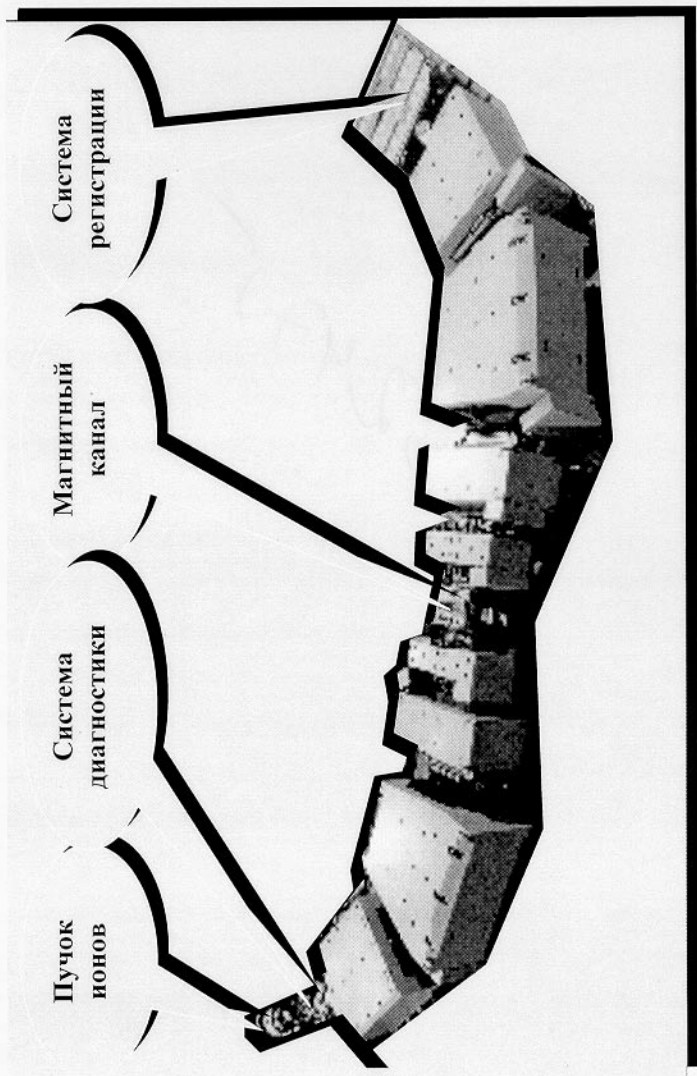


Рис. 5. Магнитный сепаратор КОМБАС

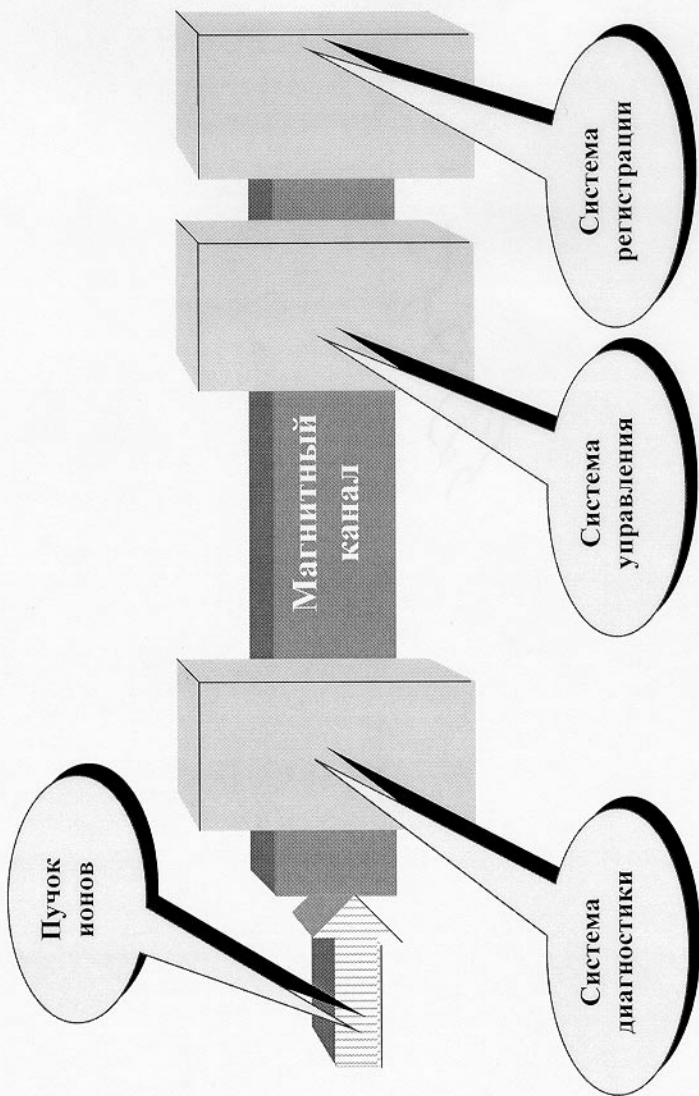


Рис. 6. Структура сепаратора КОМБАС

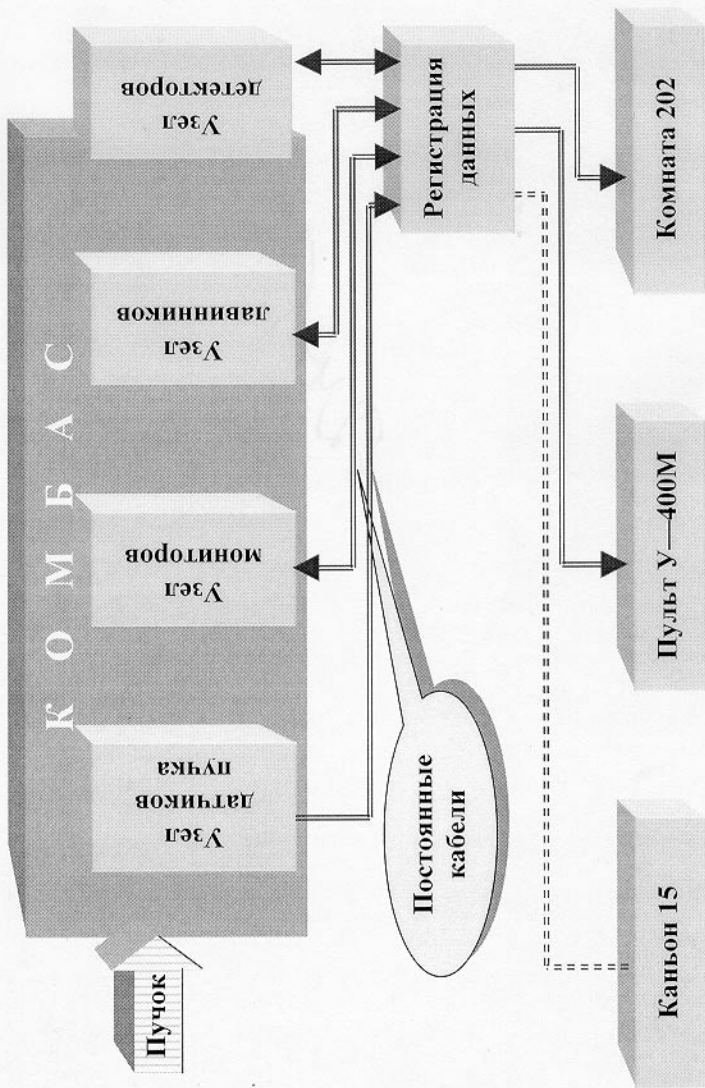


Рис. 7. Система регистрации



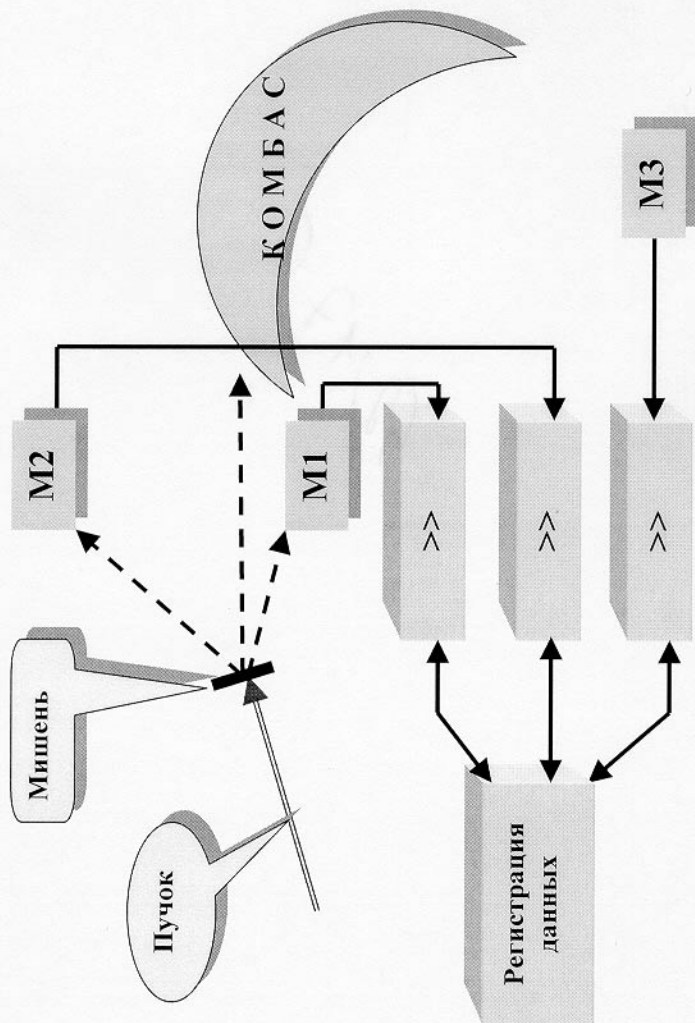


Рис. 8. Узел мониторов

Заряженные продукты ядерных реакций, сфокусированные в конце сепаратора, измеряются набором газовых и полупроводниковых детекторов (рис. 9). Каждый из них имеет свой предусилитель, передающий энергетические и временные импульсы в систему регистрации.

Раскрытие структуры постоянных кабельных соединений (со своими именами) облегчает нахождение нужного кабеля, который имеет символ группы со своим номером (рис. 10).

Набор всех датчиков и детекторов на пути продуктов реакции показан вместе с узлами усиления и кодирования. При этом выходы из датчиков тока пучка сразу кодируются, а выходы из разных детекторов усиливаются, одновременно контролируя их стабильность (рис. 11).

Для каждой группы детекторов предусмотрены контрольные генераторы и своеобразные схемы логического отбора (рис. 12).

Система кодирования и контроля данных показывает общую логику работы системы регистрации с управлением набором и передачей данных по сети Lantastic (рис. 13). Одновременно ведется визуальный контроль записываемых данных и сразу же вводятся нужные исправления.

Тракты регистрации энергии ионов из разных детекторов очень однообразные, и потому их можно представить одной схемой (рис. 14). На этом уровне АС применяются активные элементы (АЭ), выполненные в коде VBA. Активизируя каждый из АЭ для определенного детектора, можно увидеть монтажную схему данного электронного модуля с использованием системы иерархических адресов: стойка, крейт, модуль, разъем.

Большинство электронных модулей управляется вручную из передних и задних панелей, что может быть показано в виде окна

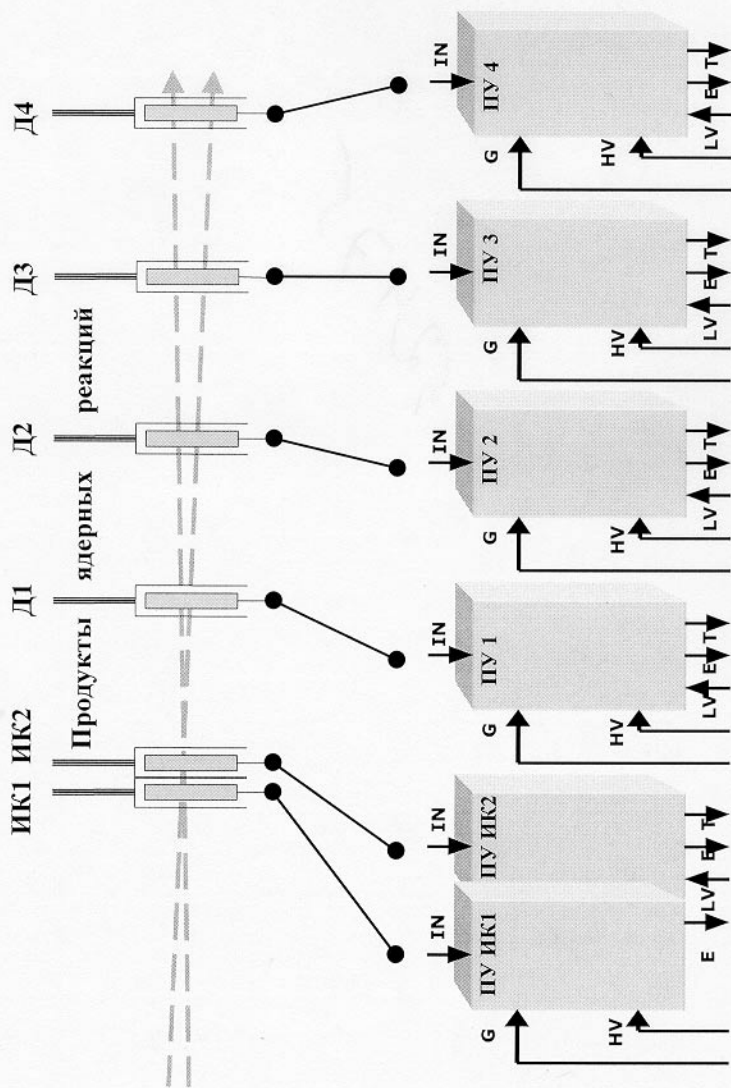


Рис. 9. Узел детекторов

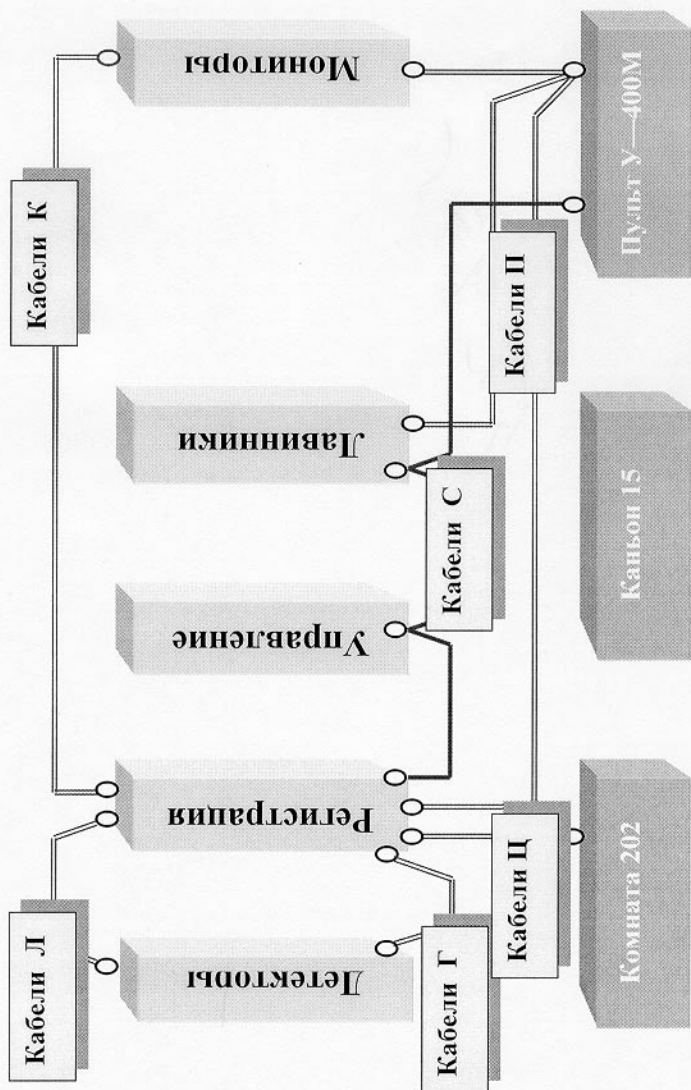


Рис. 10. Постоянные кабели

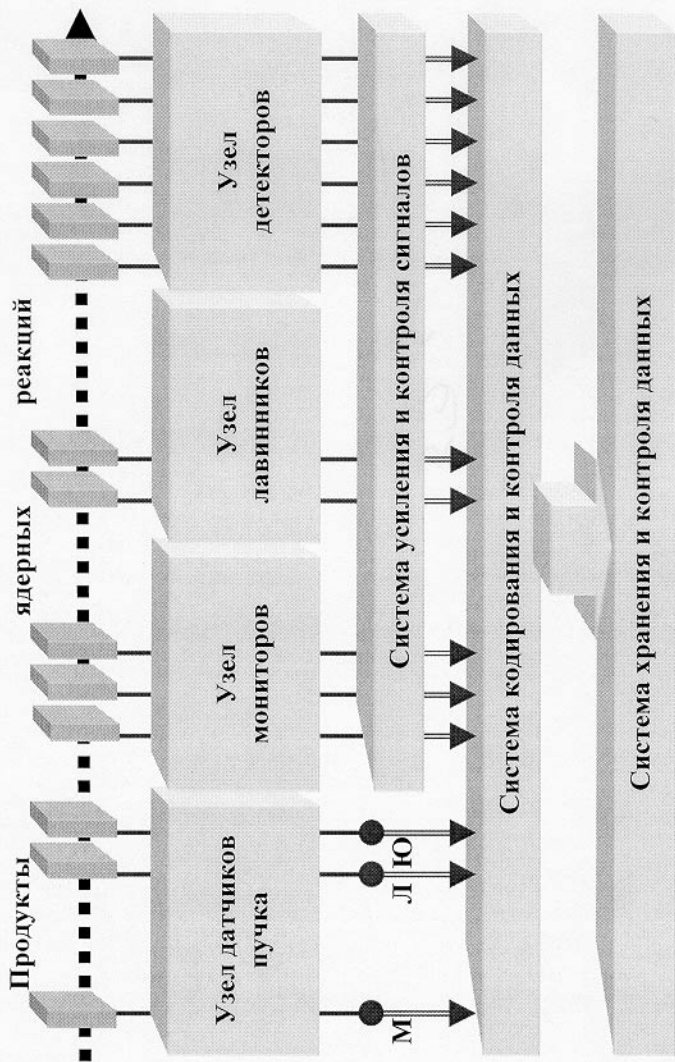


Рис. 11. Регистрация данных

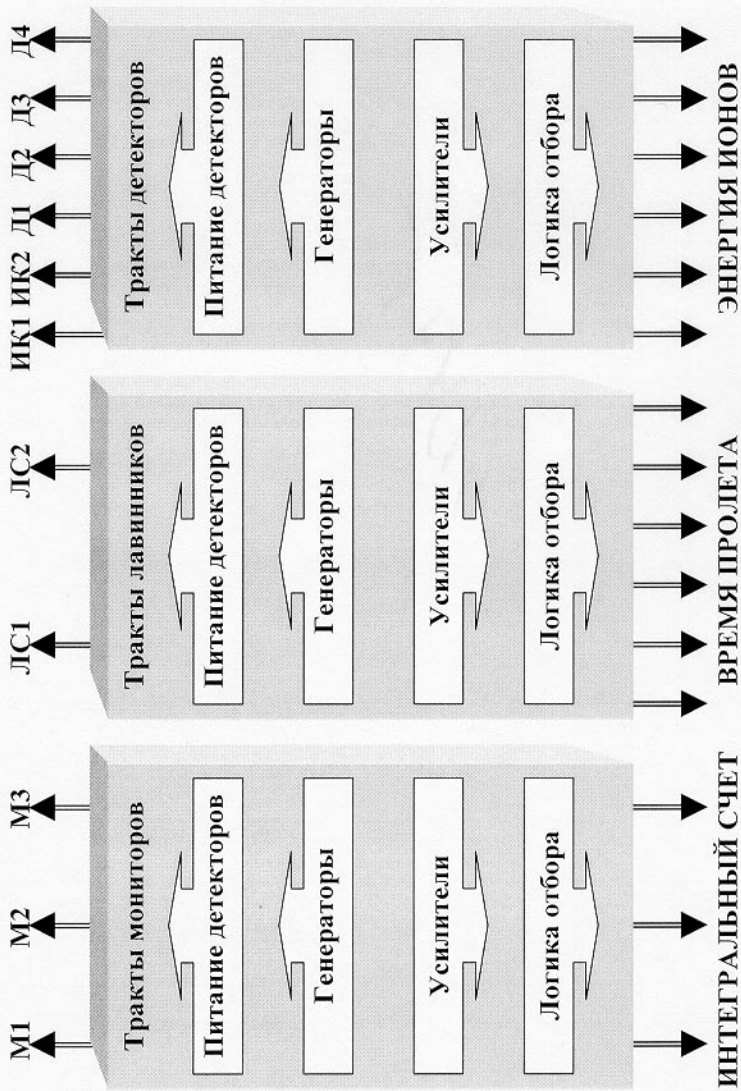


Рис. 12. Система усиления и контроля сигналов

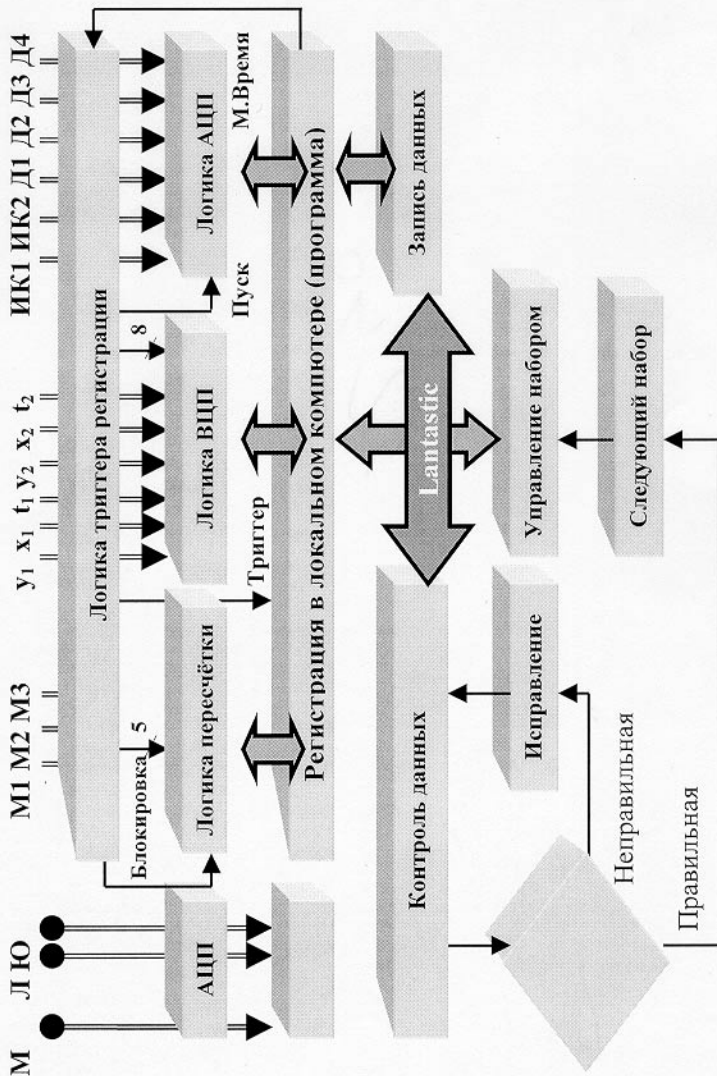


Рис. 13. Система кодирования и контроля данных





Windows, созданного в коде VBA. Примером служит спектрометрический усилитель, где состояние элементов управления модуля отражается в виде состояния элементов визуального программирования VBA (рис. 15).

Постоянно растет число электронных модулей, управляемых программным способом из магистрали крейта. Примером может служить 8-канальный преобразователь АЦП для кодирования импульсов из детекторов (рис. 16). Единственный элемент ручного управления — это тумблер переключения режима внешнего запуска, используемый довольно редко.

Раскрывая далее структуру управляемого модуля, можно увидеть его внутреннюю «блок-схему» с АП, пригодную для их управления в коде VBA непосредственно по линии связи с модулем (рис. 17).

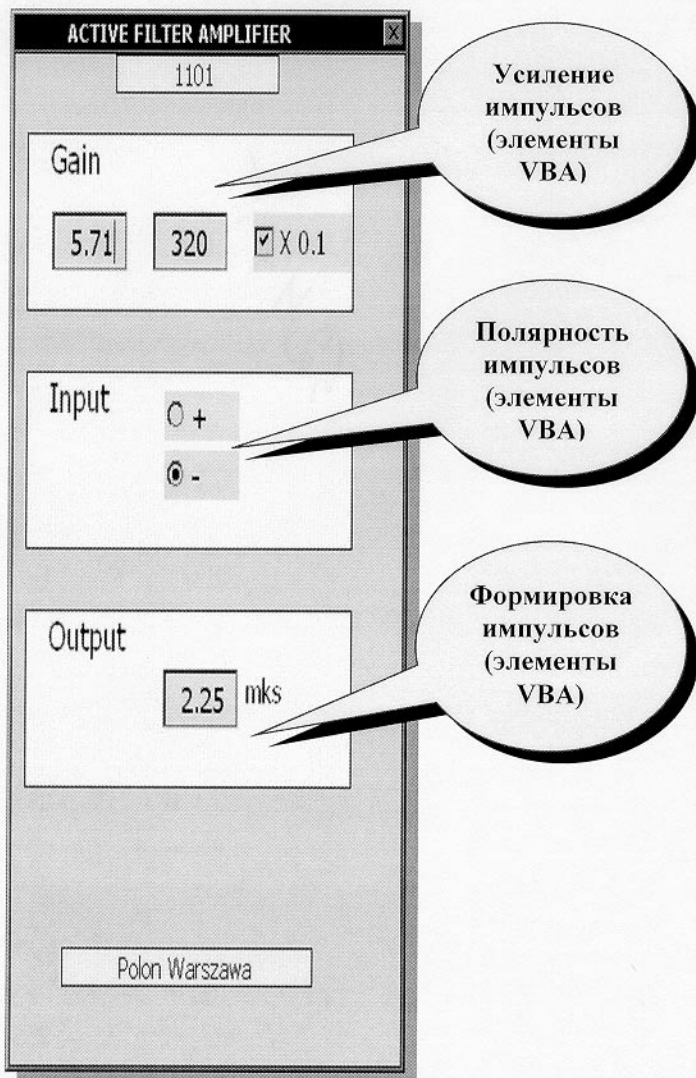


Рис. 15. Вид электронного модуля

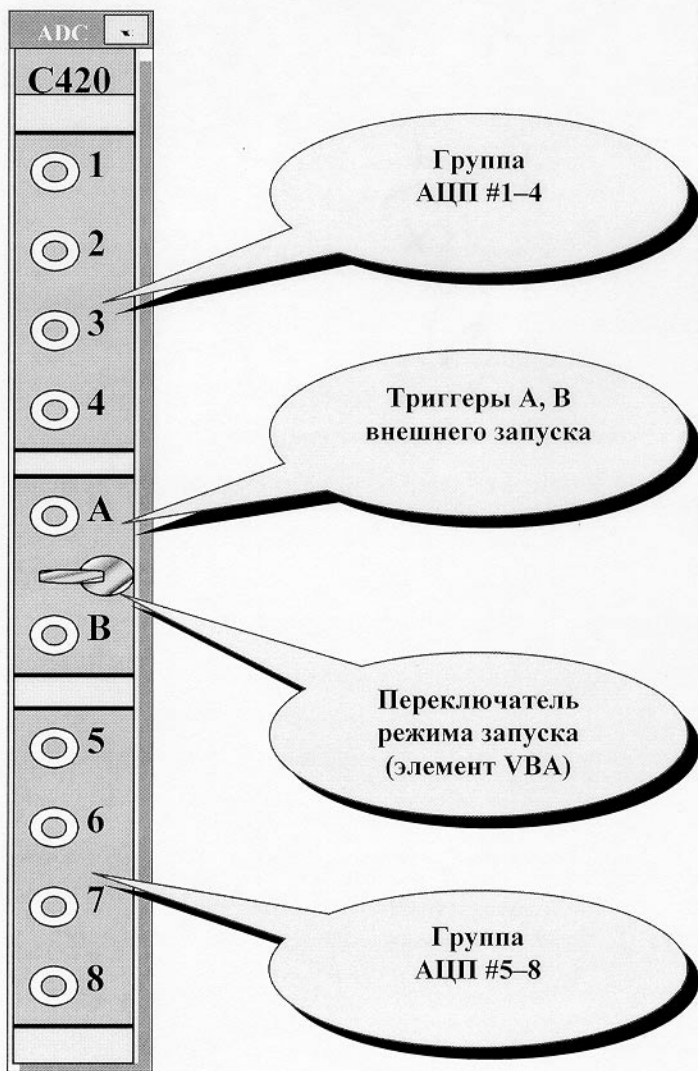


Рис. 16. Программируемый электронный модуль

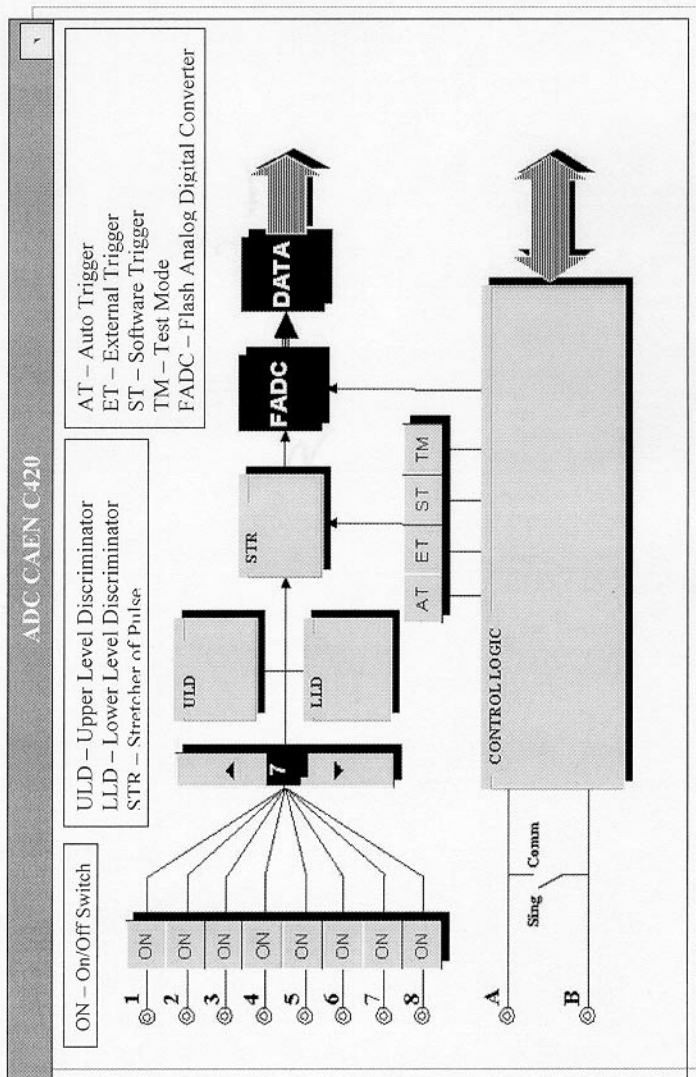


Рис. 17. Управление электронного модуля

## **4. Применение активной схемы**

### **4.1. Внедрение активной схемы в практику**

Первым шагом к внедрению АС является дипломная работа студента международного университета «Дубна», который защитил диплом с оценкой «отлично» по специальности «инженер». Предложенная идея нашла одобрение среди специалистов международного университета.

### **4.2. Перспективы развития активной схемы**

Первостепенной задачей является выполнение АС в полном масштабе для документирования схем и постоянное поддержание ее актуальности, что требует участия многих специалистов из разных областей.

Следующей задачей является построение структурных схем программируемых электронных модулей для управления их внутренними параметрами.

Считается целесообразным поставить АС на сервере в локальной сети Интранет. Это обеспечит общую доступность сохраняемой информации и защитит ее от ненужных изменений. Предусматриваются разные уровни доступа:

- уровень Интернета, общедоступный для всех заинтересованных лиц;
- уровень Интранета (LAN) для пользователей с паролем, занесение данных и редактирование документов;
- уровень управления для уполномоченных пользователей, многократные защиты и пароли.

## **Заключение**

Применение активной схемы, являющейся обширной базой данных, значительно поможет ускорить процесс получения информации, необходимой на разных этапах проведения физических экспериментов.

Реализация этого нового подхода может быть легко приспособлена к любой установке.

Развитие активной схемы может быть реализовано как в углублении степени детализации информации, так и в переходе к непосредственной связи с аппаратурой и управлению ей прямо из активных модулей.

## Благодарности

Авторы выражают свою благодарность Полномочному Представителю РП в ОИЯИ проф. А. Хрынкевичу и руководителю польского землячества в ОИЯИ д-ру В. Хмельовскому за постоянную поддержку.

## Список литературы

1. Биллиг В. VBA и Office 97. Офисное программирование. —М.: Русская редакция, 1998.
2. Мейс Т. ActiveX изнутри// PC Magazine. 1995, № 5.
3. Сайлер Б. Использование Visual Basic 6. —М.: Вильямс, 1999.
4. Грушецки М., Манафов А.Я., Никонов Э.Г. Электронная публикация ОИЯИ: «User Interface for Database System». [http://noc.jinr.ru/LCTA/E\\_Publications/A-D.htm](http://noc.jinr.ru/LCTA/E_Publications/A-D.htm), Дубна, 2000.
5. Artukh A., Gruszecki M. — JINR Preprint E7-98-294, Dubna, 1998.
6. Artukh A., Gruszecki M. — NIM A 426 (1999) 605-617.

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 июля 2000 года.

Грушецки М., Манафов А.Я., Никонов Э.Г.  
Дружественный интерфейс пользователя  
для документирования схем и управления параметрами  
в сложных физических экспериментах

P13-2000-173

В работе предложена новая идея активной схемы, действующей как интерфейс пользователя для объектно-ориентированной базы данных. В наглядной форме указываются зависимости между ними в виде структурной схемы. Активный элемент схемы раскрывает свою внутреннюю структуру при переходе на более низкие уровни детализации. Нет ограничений на формат и количество хранимых данных, которые могут быть совершенно разного типа, формата, объема и расположены в любом месте.

Прототип активной схемы применен для установки КОМБАС, работающей на пучках тяжелых ионов ускорителя У-400М ЛЯР ОИЯИ. Особенно точно показаны структура и содержание электронной системы регистрации заряженных продуктов ядерных реакций. Активная схема пригодна для различных систем и устройств независимо от области их применения и от степени сложности.

Работа выполнена в Лаборатории информационных технологий и в Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флерова ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2000

Перевод авторов

Gruszecki M., Manafov A.Ya., Nikonov E.G.  
User-Friendly Interface for Documentation of Diagrams  
and Control of Parameters in Complex Physical Experiments

P13-2000-173

A new idea of Active Diagram, which is user interface for object-oriented data set, is proposed. There are no restrictions on formats and quantity of data, which can be completely of different types, formats, to have different capacities and to be stored in different places. Moreover, dependencies among them are shown in visual form as a structural diagram. The active element of the diagram opens its internal structure when going to lower level of detailization, what repeats on any level.

The prototype of Active-Diagram for the COMBAS setup, working with beams of heavy ions of the U-400M cyclotron of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, JINR, has been applied. The structure and content of electronic system for registration of nuclear reactions products are especially pointed out. Applications of Active Diagram for various systems and devices are possible, irrespective of application sphere and complication degree.

The investigation has been performed at the Laboratory of Information Technologies and at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2000



Редактор Е.Ю.Шаталова. Макет Н.А.Киселевой

Подписано в печать 30.01.2001  
Формат 60 × 90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 2,42  
Тираж 315. Заказ 52475. Цена 2 р. 91 к.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований  
Дубна Московской области