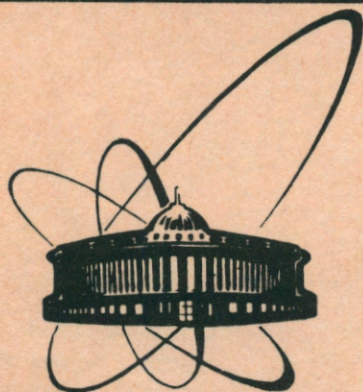


91-302



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P10-91-302

В.Г.Иванов, Ф.Фернандес Нодарсе, А.Г.Белов,
Х.Зуныга

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
ОПЕРАТОРА МИКРОТРОНА МТ-25
Концепция и основные функции

1991

Микротрон - это циклический ускоритель электронов, позволяющий получать высокоинтенсивные пучки γ -квантов и нейтронов, которые широко используются для научных и прикладных исследований^{/1/}.

Поскольку микротрон является достаточно сложным инженерным сооружением, подготовка квалифицированного эксплуатационного персонала занимает в зависимости от квалификации специалиста от нескольких месяцев до года.

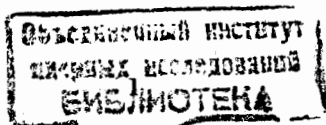
Для сокращения сроков обучения и повышения эффективности работы эксплуатационного персонала было решено на базе микрокомпьютера, совместимого с IBM PC XT/AT с 640 Кбайт RAM, графическим дисплеем среднего разрешения, диском типа "Винчестер" и операционной системой DOS 3.3 или выше, разработать автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора микротрона МТ-25, созданного в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

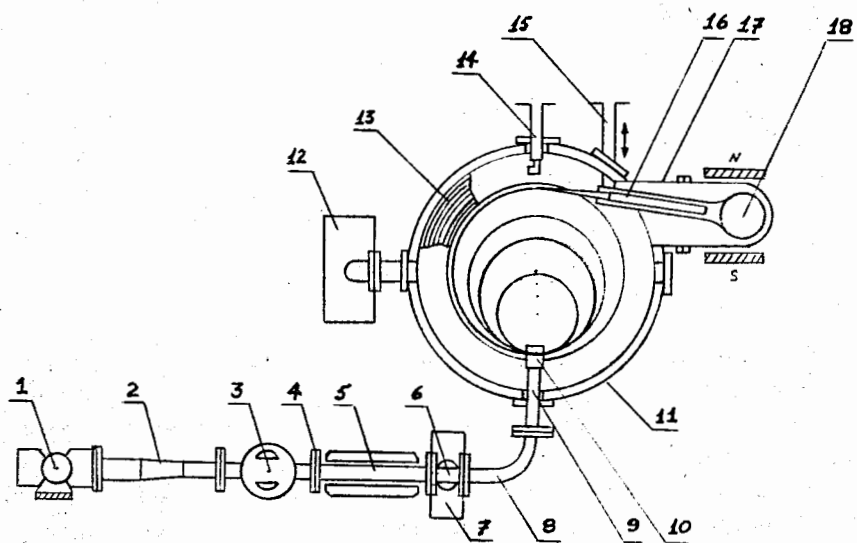
Концепция разрабатываемого АРМ и его основные функции рассматриваются в данном сообщении.

1. Принципиальная схема микротрона МТ-25

Микротрон^{/2/} является циклическим ускорителем электронов с постоянным во времени магнитным полем, постоянной частотой ускоряющего напряжения и переменной кратностью частиц. Принципиальная схема и размещение микротрона показаны на рис. 1, 2.

Электроны обращаются в камере, помещенной в зазор электромагнита, многократно проходя ускоряющий резонатор, в котором они получают такой прирост энергии, что период обращения изменяется на величину, равную или кратную периоду ускоряющего напряжения.



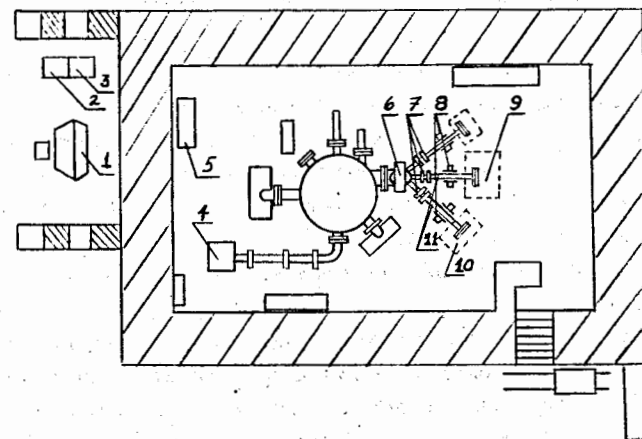


1-генератор, 2-трансформатор типа волн, 3-фазовращатель, 4-кварцевое стекло, 5-ферритовый вентиль, 6-волноводная вставка для подключения магнитоэлектрического насоса, 7-магнитоэлектрический насос, 8-волноводная вставка для поворота на 90° СВЧ мощности, 9-волноводная вставка для крепления резонатора, 10-резонатор, 11-электромагнит, 12-магнитоэлектрический насос, 13-обмотка магнита, 14-зонд для измерения тока электронов, 15-зонд для перемещения канала вывода пучка, 16-канал вывода пучка, 17-выводной патрубок, 18-поворотный магнит.

Рис. 1. Принципиальная схема микротрона, полученная на экране ЭВМ во время использования АРМ микротрона.

Камера микротрона изготавливается из металла, не обладающего магнитными свойствами, и имеет форму кольца^{1/2}. В последних конструкциях микротронов вакуумная камера отсутствует, а ее роль выполняют элементы электромагнита.

Для получения высокого вакуума (10^{-6} Тор) в камере используются два магнитоэлектрических или турбомолекулярных насоса. Предварительный вакуум (10^{-3} Тор) создается с помощью форвакуумного насоса.



1-пульт управления, 2-стойка с источниками питания, 3-шкаф автоматики, 4-СВЧ-генератор, 5-модулятор, 6-поворотный магнит, 7-квадрупольные линзы, 8-корректирующие магниты, 9-графитовый замедлитель нейтронного канала, 10-локальная защита гамма-канала, 11-электроноводы.

Рис. 2. Схема размещения микротрона, полученная на экране ЭВМ во время использования АРМ микротрона.

Основу СВЧ-системы составляет генератор магнетронного типа, в котором используется магнетрон с перестраиваемой частотой. Передача высокочастотной мощности в резонатор осуществляется по волноводу прямоугольного сечения. Волноводный тракт состоит из следующих элементов:

- трансформатора типа волн для перехода от круглого сечения магнетрона на прямоугольное сечение волновода;
- фазовращателя для регулировки фазы высокочастотных колебаний;
- ферритового вентиля для развязки генератора и нагрузки (резонатора);

- трех волноводных вставок: для подключения магниторазрядного насоса; для поворота на 90° СВЧ-мощности; для крепления резонатора;

- кварцевого стекла, отделяющего вакуумную часть волновода от волновода, находящегося под атмосферным давлением.

В микротроне используются резонаторы двух режимов ускорения (первого и второго). Они изготавливаются из целого куска бескислородной меди и имеют съемную крышку. Корпус и крышка резонатора охлаждаются водой.

В качестве эмиттера электронов используется термокатод прямого накала.

Вывод ускоренных электронов с орбиты за пределы микротрона производится с помощью магнитного накала, который может устанавливаться на орбиту с помощью специального зонда.

Измерение тока на орбитах осуществляется датчиком, установленным на другом подвижном зонде.

После вывода электронного пучка из микротрона отклоняющий магнит направляет его в один из трех электроноводов. На каждом из электроноводов имеется по паре квадрупольных линз для фокусировки выведенного пучка и корректирующий магнит, позволяющий регулировать положение пучка в вертикальной плоскости.

Для получения пучков гамма-квантов или нейтронов ускоренные электроны направляются на тормозную мишень из тяжелого металла, которая одновременно служит датчиком для измерения тока электронов.

Все операции по управлению микротроном, подготовке его к запуску и контроль за состоянием систем управления, режимом ускорения осуществляются с пульта управления.

2. Последовательность действий оператора при запуске, эксплуатации и выключении микротрона

Режим работы микротрона МТ-25 определяется энергией, до которой нужно ускорить электроны (Е) и типом излучения (γ -кванты, нейтроны, электроны). Эти данные, а также время экспозиции задаются оператору микротрона экспериментатором, и задача оператора обеспечить их получение. На рис. 3 показаны физические параметры

микротрона МТ-25.

- Максимальное число орбит	26
- Максимальная энергия ускоренных электронов	25 МэВ
- Средний ток ускоренных электронов	20 мкА
- Длительность импульса пучка электронов	2.5 мкс
- Частота посылок	400 Гц
- Выход гамма-квантов	10^{14} I/сек
- Поток быстрых нейтронов	$1 \cdot 10^{12}$ I/сек
- Плотность потока тепловых нейтронов	$1 \cdot 10^9$ нейтр/сек.см ²
- Диапазон регулировки энергии ускоренных электронов	10-25 МэВ
- Потребляемая электрическая мощность	20 кВт
- Охлаждение	водяное, воздушное

Рис. 3. Физические параметры микротрона МТ-25, полученные на экране ЭВМ во время использования АРМ микротрона.

На начальном этапе подготовки к работе оператор определяет номер орбиты (N), с которой нужно вывести электронный пучок и нужную величину тока электромагнита ($I_{эмн}$), определяющую значение магнитного поля ускорителя. Как правило, оператор пользуется номограммами, показывающими зависимость энергии Е от номера орбиты N и индукции магнитного поля В (или силы тока в обмотках I)^{1/}.

Затем он проверяет по записям в журнале, проводилась ли после последнего сеанса замена резонатора или магнетрона. Замена резонатора или магнетрона требует настройки магнетрона на резонансную частоту резонатора.

Если такого рода замен не было, то он находит в журнале значения всех величин, которые ему нужно будет установить на измерительных приборах.

На этом подготовительный этап работы завершается.

Запуск микротрона.

После выполнения ряда последовательных операций, регламентируемых соответствующими инструкциями по охране труда и технике безопасности, оператор действует по следующей схеме:

1. Включает водяное охлаждение и проверяет давление воды в системе.

2. Получает требуемый вакуум в камере микротрона и вакуумной части волноводного тракта.

3. Включает преобразователь ВПЛ-50.

4. Устанавливает напряжение равным 220 вольтам.

5. Включает вентилятор П-01.

6. Включает накал ламп модулятора и генератора.

7. Проверяет ток накала магнетрона.

8. Включает кнопку "ЭМФ, ВЫВОД".

9. Включает приборы контроля: осциллограф, ампервольтметр, интергратор тока и дозиметрические приборы.

10. Устанавливает нужный ток в обмотках электромагнита ($I_{ЭМН}$).

11. Устанавливает рабочий режим тока накала катода (I_K).

12. Устанавливает требуемые значения тока в обмотках квадрупольных линз соответствующего электроновода (I_{n1}, I_{n2}).

13. Настраивает корректирующий магнит электроновода, устанавливая величину тока в его обмотке.

14. Устанавливает нужное значение тока электромагнита ферритового вентеля ($I_{ЭМФ}$).

15. Настраивает канал вывода пучка на соответствующую орбиту (или требуемую энергию пучка).

16. После выполнения всех этих операций оператор переводит ручку механического заземлителя в модуляторе в рабочее положение, удаляет людей из зала микротрона.

17. Удалив людей из зала и закрыв дверь в него, оператор переходит к пульту управления и все дальнейшие операции выполняет только с его помощью.

18. Оператор кнопкой "Сирена" включает звуковой сигнал, предупреждающий персонал о начале ускорения.

19. Включает "Высокое напряжение" на магнетрон, контролируя при этом ток анода магнетрона (I_a). При наличии пробоев повторяет эту операцию несколько раз. После достижения устойчивой работы магнетрона увеличивает I_a до начала ускорения электронов.

В результате выполнения указанных операций система включена, ускорение идет, и оператору остается проверить, соответствует ли

величина тока электронов на тормозной мишени требованиям проводимого эксперимента и, если да, пригласить физика работать.

Рассмотренная последовательность действий относится к случаю, когда все требующиеся для работы величины были определены заранее и оператору нужно лишь установить их в определенной последовательности и проверить параметры полученного пучка.

Однако в реальной практике все обстоит гораздо сложнее и указанная схема не всегда может быть реализована. Это в первую очередь связано с тем, что такие элементы, как резонатор, эмиттер электронов и магнетрон, имеют ограниченный срок службы и их приходится периодически заменять. В этих случаях может меняться и частота резонатора, и тогда под нее необходимо подстроить частоту генератора. В микротроне используются резонаторы двух режимов ускорения, которые отличаются условиями инжекции электронов в резонатор. Характер настройки ускорителя для обоих режимов ускорения одинаков. Опытный оператор решает эту задачу достаточно быстро, т.к. он знает параметры резонатора и соответствующие им частоты генератора.

Кроме того, нельзя исключить и возможность ошибок оператора при включении микротрона. В этих случаях опытный оператор быстро находит причину и устраняет ее. Предположим, например, что пучок электронов не попадает на тормозную мишень. Причин, по которым это может произойти, несколько. Здесь важно знать наиболее вероятные и последовательность, в которой нужно искать ошибку. Это может быть из-за потери пучка в вакуумной камере, неточной установки канала вывода, неверной установки токов в поворотном или корректирующем магнитах, квадрупольных линзах. Для того, чтобы минимизировать время поиска причины потери пучка на мишени, оператор сначала должен проверить показания соответствующих приборов, токи катода и анода, ток магнита микротрона и поворотного магнита, токи квадрупольных линз и корректирующей обмотки и только убедившись в том, что все они установлены правильно, начать двигать канал вывода. Таковы должны быть действия опытного оператора, позволяющие минимумом усилий добиться результата.

Еще более сложной является задача настройки микротрона на режим, который реализуется впервые.

Таким образом алгоритмируя деятельность оператора, в его

действиях можно выделить следующие этапы:

- поиск нужной информации в журнале эксперимента, в который заносится информация о каждом сеансе работы установки с указанием режима работы и показаниях измерительных приборов, времени работы, а также время замены тех или иных узлов;

- последовательность выполнения жестко регламентированных операций по подготовке узлов микротрона к запуску, включению оборудования, получению пучка электронов и выводу его на мишень;

- настройка узлов микротрона на рабочие режимы, включая подбор параметров и проверку получаемых результатов;

- поиск и устранение причин отказов в работе оборудования.

Исходными данными для выполнения этих работ является информация о параметрах системы, полученная в ходе предыдущих экспериментов, и параметры пучков как на заключительном этапе, так и на предшествующих стадиях процесса ускорения.

Следующие шаги оператора связаны с контролем за работой установки и ее выключением.

Контроль за работой ускорителя в ходе проведения эксперимента в основном осуществляется экспериментатором. Задача оператора - периодически проверять показания основных приборов и в случаях выявления неисправностей или "потери" пучка найти и устранить причины, препятствующие нормальной работе установки.

После завершения эксперимента оператор выключает микротрон в порядке, обратном включению.

После этого, спустя 15-20 минут, оператор осматривает оборудование, проверяет отсутствие течей, разрушений и деформаций узлов микротрона. Все замеченные недостатки в работе, неисправности и т.п. заносятся в журнал эксплуатации для принятия необходимых мер по их устранению.

Рассмотренная выше последовательность действий оператора представляет собой описание модели установки, в которой возможны три режима работы оператора:

- повторение одного из предыдущих экспериментов, когда все нужные значения параметров берутся из журнала эксплуатации;

- повторения одного из предыдущих экспериментов, после замены одного или нескольких элементов, когда требуется настройка системы;

- настройка ускорителя на новый эксперимент или режим работы, который не был ранее реализован.

3. Назначение и функции Автоматизированного Рабочего Места (АРМ) микротрона МТ-25

Основное назначение АРМ МТ-25 - обеспечение работы оператора микротрона на уровне высококвалифицированного специалиста. Для этого в основу разработки были положены следующие принципы:

1. Управляет работой АРМ и его связями с внешним миром микро-ЭВМ, которая, в принципе может также использоваться и для решения других задач.

2. Возможности, которые АРМ предоставляет оператору, определяются характеристиками микро-ЭВМ, уровнем автоматизации процессов управления микротрона, интерфейсами между ними и могут расширяться по мере их совершенствования.

3. АРМ должен обеспечивать три режима работы оператора:

- под управлением программного помощника;
- при использовании программного помощника в качестве консультанта;
- без программного помощника.

4. Основу прикладного программного обеспечения составляют интеллектуальные программные помощники, обеспечивающие выполнение указанных выше функций на высоком профессиональном уровне.

5. Общение оператора с АРМ должно в основном производиться с помощью "меню" и системы распределенных окон.

6. Пользователь с помощью системного программного обеспечения должен иметь возможность комплектовать нужное ему программное обеспечение АРМ.

7. В соответствии с режимами работ и назначением АРМ его пользователи делятся на следующие три группы: разработчик, редактор и оператор. Каждый тип пользователя имеет свои атрибуты доступа к системе, не позволяющие ему выйти за заданные пределы действий.

Структура прикладного программного обеспечения АРМ оператора микротрона, позволяющего реализовать указанные принципы, показана на рис. 4.

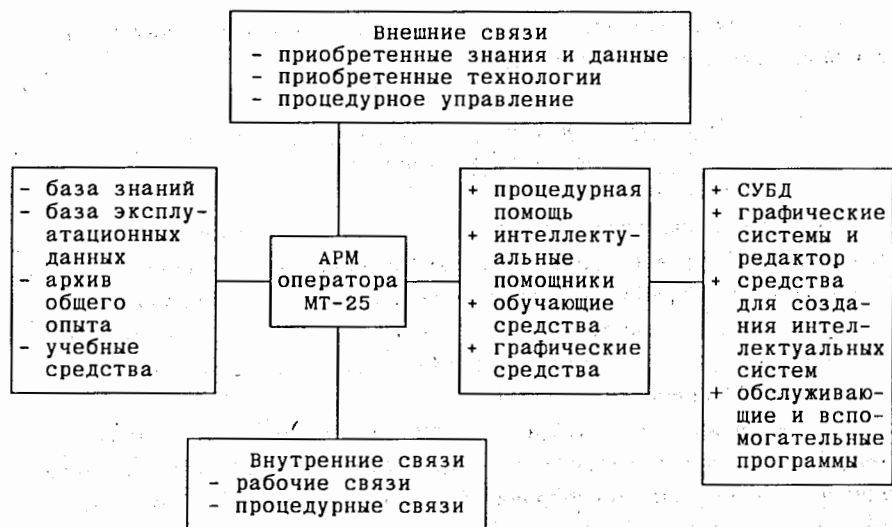


Рис. 4

Программное обеспечение АРМ оператора состоит из следующих основных элементов:

- интеллектуальный компьютерный помощник (ИКП-АРМ МТ-25);
- обучающей и проверяющей системы оператора микротрона (ОПСОМ);
- интеллектуального компьютерного помощника оператора микротрона (ИКПОМ);
- диагностической экспертной системы (ДЭСМ);
- базы эксплуатационных данных, включая программу планирования профилактических работ (БЭДМ);
- обслуживающих и вспомогательных программ общего назначения, связей и процедурной помощи.

ИКП-АРМ (АРМ МТ-25 Computer Aided Assistant) обеспечивает взаимодействие пользователя с системой. Сначала он проверяет пароль и атрибуты доступа, затем с помощью главного графа уровня оператора, экран которого показан на рис. 5 (получен, например, на основе использования системы NETSYS^{3/}), позволяет пользователю задать режим работы и генерирует последовательность действий

(план), которые нужно выполнить для достижения поставленной цели, и обеспечивает их выполнение, организуя в случае необходимости вызов потребовавшихся элементов системы, например, ДЭСМ.

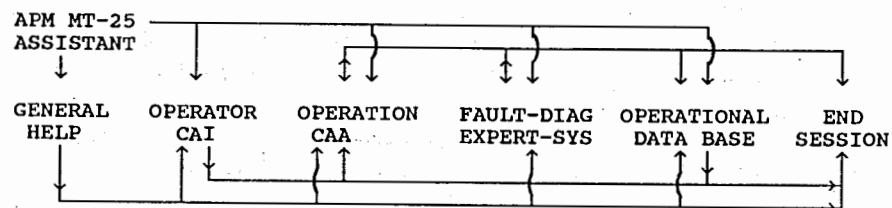


Рис. 5

ОПСОМ (Computer Aided Instruction) предназначена для обучения оператора работе с микротроном (подготовка, запуск, настройка на заданный режим работы, поиск и устранение неисправностей, эксплуатация, выключение и проведение профилактических работ). См. рис. 6 и 7. Поскольку в качестве операторов в основном работают люди с образованием не ниже среднетехнического, в системе имеется специальный раздел, предназначенный для ознакомления с принципом работы микротрона, его конструкцией, назначением основных элементов. Подсистема проверки предназначена для оценки знаний оператора о микротроне и возможности его доступа к самостоятельной работе.

ИКПОМ (Computer Aided Assistant) предназначен для оказания помощи оператору при работе с микротроном: нахождения требуемой информации в базе эксплуатационных данных, вызова при необходимости диагностической системы; получения консультаций или последовательности действий, необходимых для выполнения текущих работ на всех или отдельных этапах процесса подготовки, запуска, настройки, эксплуатации и выключения микротрона.

ДЭСМ (Fault-Diagnostic expert system) диалога с пользователем выясняет состояние установки на момент появления каких-либо неполадок и подсказывает ему наиболее вероятные причины неисправностей и пути их устранения.

Вопрос 1. - Выберите правильный ответ.

Сверхвысокочастотная система микротрона состоит из:

- 1 - синхронизатор, модулятор, магнетронный генератор, трансформатор типа волн, фазовращатель, кварцевое стекло, ферритовый вентиль и резонатор;
- 2 - электромагнит с вакуумной системой откачки, поворотный магнит, синхронизатор, модулятор, кварцевое стекло, ферритовый вентиль;
- 3 - электромагнит с вакуумной системой откачки, синхронизатор, модулятор и ферритовый вентиль.

Рис. 6. Типичный вопрос системы ОПСОМ, предназначенный для подготовки оператора микротрона, относится к общим знаниям структуры микротрона.

Вопрос 2. - Выберите правильный ответ в зависимости от поставленного условия.

В процессе получения вакуума в камере микротрона и волноводном тракте (около 10^{-3} Тор) после включения тумблера "ФВН" на пульте управления и приборов контроля вакуума оператор должен:

- 1 - включить преобразователь ВПЛ-50 на пульте управления;
- 2 - включить кнопкой прогрев ламп модулятора и генератора;
- 3 - открыть вентиль "1", заливать азотную ловушку и открыть вентиль "3";
- 4 - включить блоки питания двух магнитозарядных насосов (НМДО-01 и НМДО-025) в зале ускорителя.

Рис. 7. Типичные вопросы системы ОПСОМ относятся к определенным этапам процесса запуска микротрона.

БЭДМ (Operational database) предназначена для хранения значений параметров установки для каждого сеанса работы, включая энергию ускоренных электронов, тип излучения, номер орбиты и время

экспозиции. В ее состав также входит программа планирования профилактических работ и необходимая для ее работы информация о времени замены элементов установки и сроках их службы.

Указанные элементы АРМ обеспечивают ему выполнение следующих функций:

- обучающе-тестирующая;
- распорядительная, когда оператор только выполняет подсказываемые ему системой действия;
- помогающая, когда оператор использует АРМ в качестве консультанта при появлении сложных ситуаций;
- диагностическая;
- информационная.

4. Примерный сценарий действий оператора микротрона с помощью АРМ

Предположим для конкретности, что оператору, прошедшему курс обучения и получившему допуск к работе, требуется запустить микротрон и настроить его на заданный режим работы под управлением АРМ.

Сначала он вводит в ЭВМ пароль и атрибуты доступа. В ответ на экране появляется граф действий (рис. 5). Задача оператора - указать название нужного узла. В нашем случае это - Operation САА.

После этого система запрашивает требования эксперимента (энергию ускоряемых электронов, тип излучения, время экспозиции) и, получив ответ, обращается к базе эксплуатационных данных за поиском нужной информации.

Если таковая имеется, то на экране в порядке, рассмотренном во-втором параграфе, последовательно шаг за шагом выдаются команды оператору с указанием действий, которые он должен совершить на данном этапе. В случае необходимости оператор может запросить у системы необходимые пояснения, которые выдаются на экран в виде текстов, графа выполняемых операций, рисунков, снабженных необходимыми для их понимания комментариями. Оператор имеет возможность просматривать эти экраны в прямом и обратном направлениях. При появлении каких-либо неисправностей система вызывает диагностическую экспертную систему, которая помогает

оператору локализовать, найти и устранить причину неисправности.

Переход к следующему этапу производится только после проверки системой действий оператора на текущем этапе.

После разработки интерфейса между узлами микротрона и микрокомпьютера АРМ контроль работы оператора планируется производить автоматически. В настоящее время система запрашивает результат у оператора, действия которого таким образом как бы имитирует отсутствующий интерфейс.

Рассмотренный пример демонстрирует принципиальную схему работы оператора в относительно простом случае, когда практически нет альтернативных вариантов пути.

В том же случае, когда эксперимент проводится впервые и система не находит в базе экспериментальных данных требующейся информации, она производит экспертные оценки искомых величин на основе имеющихся экспериментальных данных, которые затем используются оператором в качестве начальных значений параметров при настройке соответствующих узлов установки.

Использование АРМ в качестве консультанта позволяет оператору самому выбирать последовательность операций, частично отключать систему контроля и, вообще говоря, выходить за рамки регламентируемых системой действий. Это необходимо для проведения методических и поисковых исследований, проведения профилактических работ, когда нужно получить информацию об одном или нескольких элементах установки. К проведению такого рода работ система допускает либо "операторов" высокой квалификации, либо эксплуатационный персонал при наличии специального атрибута доступа.

5. Общая структура экспертных систем, на базе которых разрабатываются компьютерные помощники

Интеллектуальные компьютерные помощники разрабатываются в основном на базе пустой экспертной системы с правилами IF-THEN-ELSE и графической подсистемы.

Общая структура экспертных систем, на базе которых разрабатывается прикладное программное объяснение АРМ оператора микротрона, показана на рис. 8.

Экспертная система - это компьютерная программа, использующая экспертные знания для обеспечения высокоэффективного решения задач в узкой предметной области. Такие программы, как правило, представляют знания в символическом виде, исследуют и объясняют логику своих рассуждений и предназначены для тех предметных областей, в которых людям для достижения мастерства необходимо годы специального обучения и практики /4/.

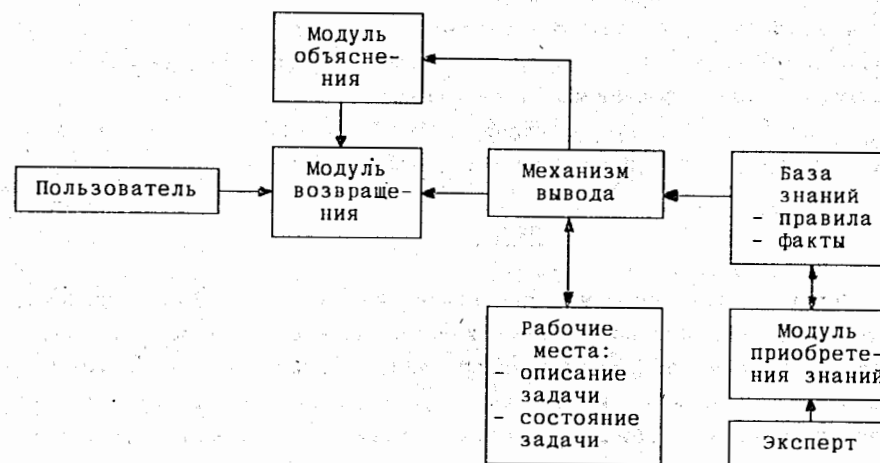


Рис. 8

База знаний состоит из правил типа IF-THEN-ELSE с или без коэффициентов уверенности или вероятности.

Механизм вывода (inference engine) та часть экспертной системы, в которой содержатся общие знания о схеме управления процессом решения задач.

Модуль объяснения (explanation facility) объясняет, каким образом были получены решения, и обосновывает действия, предпринятые для их получения. Благодаря этому, во время эксплуатации экспертной системы пользователь может познакомиться с правилами, связанными с вопросами системы, какие правила были выполнены.

Модуль приобретения знаний позволяет разработчику экспертной системы изменять, включать или исключать правила из базы знаний, а также менять их порядок.

Следует отметить, что, когда необходимо в процессе выполнения некоторых правил, экспертная система вызывает связанные вычислительные программы, СУБД или графические системы, а затем использует полученные ими результаты.

Модуль возвращения предназначен для обеспечения интерфейса экспертной системы с пользователем.

Разработка экспертной системы состоит из пяти сильно взаимодействующих и перекрывающихся этапов: идентификации, концептуализации, формализации, реализации и тестирования.

В настоящее время прикладное программное обеспечение АРМ оператора микротрона находится в основном на этапе тестирования.

Заключение

Компьютерный помощник, проектируемый на основе рассмотренной концепции АРМ микротрона МТ-25, характеризуется в первую очередь работой с символическими процессами, эвристическим поиском, простотой обновления, изменения и расширения. Его использование позволит получить обычно вероятно правильные ответы, и система является полезным вспомогательным или консультативным средством пользователей АРМ микротрона МТ-25.

Использование компьютерного помощника, который интегрирует или объединяет системы, основанные на знаниях, СУБД, графический редактор и другие вспомогательные средства, позволяет создать дружелюбный интерфейс с пользователем. АРМ микротрона МТ-25 сокращает время подготовки персонала, облегчает работу и значительно уменьшает вероятность ошибок оператора в процессе эксплуатации.

Литература

1. Капица С.П., Мелехин В.Н. Микроотрон. М., Наука, 1969.
2. Белов А.Г. и др. ОИЯИ, Р9-82-301, Дубна, 1982.
3. F.Fernandez Nodarse. NETSYS, an AI system building Tool, Сообщение ОИЯИ, Е10-90-474.
4. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам. Пер. с англ. М., Мир, 1989, ISBN 5-03-001119-6.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 июля 1991 года.

Иванов В.Г. и др.
Автоматизированное рабочее место оператора микротрона
МТ-25. Концепция и основные функции

P10-91-302

Целью работы является создание автоматизированного рабочего места АРМ МТ-25, предназначенного для помощи оператору микротрона в процессе подготовки, запуска, настройки, поиска и устранения неисправностей, эксплуатации, выключения и проведения профилактических работ. В состав АРМ МТ-25 входят: интеллектуальные компьютерные помощники, обучающая и проверяющая система, диагностическая экспертная система, база эксплуатационных данных, программа планирования профилактических работ и обслуживающие и вспомогательные программы общего назначения, связей и процедурной помощи. Общение оператора с АРМ в основном производится с помощью меню и системы распределенных окон. Использование компьютерного помощника, который интегрирует или объединяет системы, основанные на знаниях, СУБД, графический редактор и другие вспомогательные средства, позволяет создать дружелюбный интерфейс с оператором. Для функционирования АРМ МТ-25 требуется микрокомпьютер, совместимый с IBM PC XT/AT с не менее чем 640 Кбайт RAM, графическим дисплеем среднего разрешения, диском типа "Винчестер" и операционной системой DOS 3.3.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна-1991

Ivanov V.G. et al.
Automated Workstation for MT-25 Microtron Operator.
Conception and Principal Functions

P10-91-302

The goal of this paper is to create a АRM МТ-25 Automated workstation in order to help microtron operator in the preparation, start, technical fault search and adjust, use, turn off and maintenance processes. This automated workstation includes intelligent computer-aided assistants, computer-aided instruction, fault-diagnostic expert system, operational database, program for technical service planning and general purpose, interface and procedure utilities and help programs. Operator interface is mainly provided with the use of interactive menus and distributed windows. The use of the computer-aided assistant that integrates or unifies knowledge-based systems, database systems, graphic editor and other utilities and help programs permits creating a user-friendly interface. The АRM МТ-25 requirements are personal computer, compatible with IBM PC XT/AT with at least 640 Kb RAM, medium resolution graphic display, hard disk and DOS 3.3 operating system.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1991