

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

М 613

P10-87-500

**В.Ф.Минашкин, В.П.Николаев, А.М.Пивень,
А.В.Смирнов**

**ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЛИНЕЙНЫМ УСКОРИТЕЛЕМ ЛУЭК-20**

1987

Первая очередь коллективного ускорителя тяжелых ионов /КУТИ-20/ состоит из трех основных частей: линейного индукционного ускорителя СИЛУНД-20; адиабатического генератора заряженных тороидов - АДГЕЗАТОР-20; линейного индукционного ускорителя электронных колец - ЛУЭК-20. В работе описываются две подсистемы, входящие в систему автоматизированного управления ЛУЭК-20: подсистема синхронизации и подсистема управления током накала генераторов водорода /ГВ/ тиратронов ТГИ1-2500/50. Эти подсистемы имеют ряд отличий от подсистем АСУ КУТИ-20/1,6/, выполняющих аналогичные функции.

Система синхронизации КУТИ-20 предназначена для формирования серии командных импульсов, обеспечивающих работу систем ускорителя в заданной временной последовательности. Основные требования к системе синхронизации такого типа ускорителя и реализации части системы управления СИЛУНДА-20 и АДГЕЗАТОРА-20 приведены в работе/1,2/. Структура подсистем синхронизации ЛУЭК-20 аналогична структуре подсистемы, представленной в работе/1/. В качестве управляющего элемента в подсистеме используется микро-ЭВМ КМ-001 с контроллером магистрали крейта КК006/3/. В отличие от/1/, в качестве одного из элементов задержки и формирования командных импульсов применен блок БМВ-8/4/. В блоке 8 каналов программно-управляемой задержки импульсов с использованием принципа сканирования памяти К155РУ2. Минимальный шаг регулирования - 50 нс, диапазон регулировки - 2^{16} шагов. В подсистеме синхронизации ЛУЭК-20 используется 4 блока БМВ-8. Выходные импульсы синхронизованы с нулем синусоиды питающей сети и с общим для всей системы синхронизации КУТИ-20 задающим генератором. Управление работой каналов синхронизации осуществляется с помощью алфавитно-цифрового дисплея.

Для более эффективного использования микро-ЭВМ на нее кроме управления каналами синхронизации ЛУЭК-20 возложены функции управления величиной токов канала ГВ тиратронов, входящих в состав модуляторов ускоряющего напряжения. Это вызвано тем, что в подсистеме питания накала ГВ тиратронов ЛУЭК-20 вместо традиционного построения управляющего канала током накала ГВ /рис.1/, а именно - цифро-аналоговый преобразователь /ЦАП/ - усилитель-согласователь /УС/ - усилитель мощности /УМ/, применен общий для всех каналов ЦАП, через коммутатор подключаемый

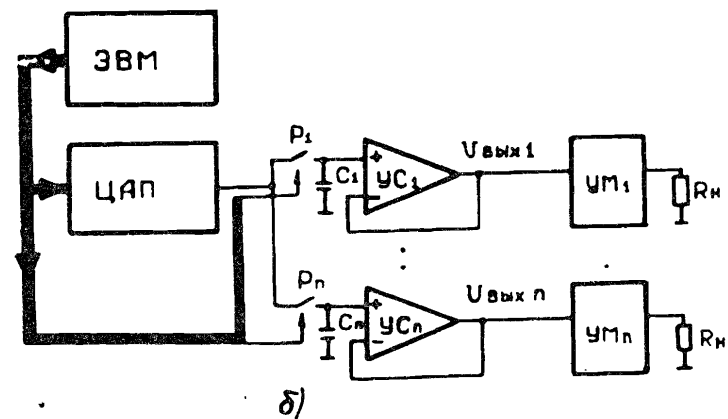
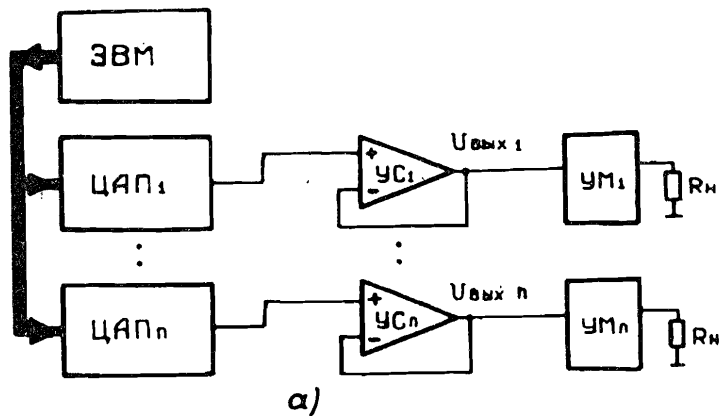


Рис.4. Структурная схема многоканальной системы управления: а/ каждому каналу соответствует свой ЦАП; б/ с использованием аналоговой памяти и общего для всех каналов ЦАП.

к ячейкам аналоговой памяти отдельных каналов /рис.16/5/. Ячейка аналоговой памяти реализована на конденсаторе C , на котором запоминается уровень управляющего напряжения. Напряжение с конденсатора усиливается по мощности с помощью УС до уровня, достаточного для управления УМ. Начальную установку выходного напряжения УМ, его изменение и регенерацию содержимого ячейки аналоговой памяти осуществляет микро-ЭВМ. В результате применения такого построения управляющего канала и за счет более полного использования возможностей микро-ЭВМ обеспечивается существенное сокращение аппаратуры, т.е. замена ЦАП /который, как правило, состоит из преобразователя аналог-код,

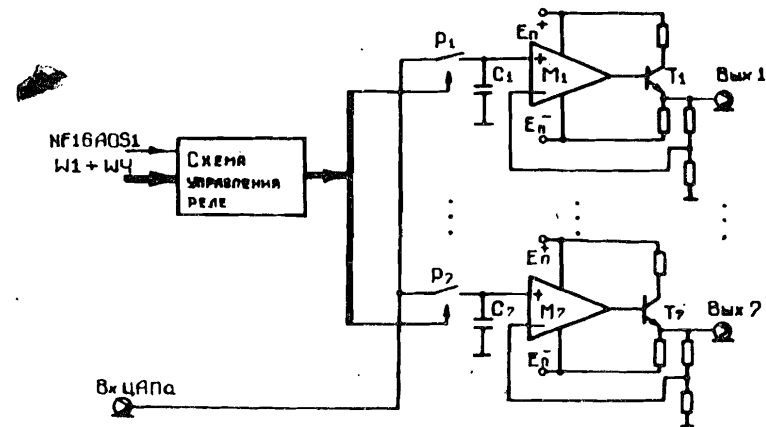


Рис.2. Структурная схема блока усилителя-согласователя.

регистра для запоминания кода, согласующего операционного усилителя, источников питания и источников опорного напряжения/на коммутатор и запоминающий конденсатор.

Управляющая часть подсистемы питания накала ГВ тиратронов ЛУЭК-20 состоит из блоков двух типов - блоки "УС" и "Ген L". Блок "УС" выполнен в стандарте КАМАК однократной ширины /рис.2/. Схема управления коммутатором на реле $P_1 \div P_7$ типа РЭС 55А/ в зависимости от записанного по шинам $W_1 \div W_4$ кода номера канала подключает выход общего для всей подсистемы ЦАП к соответствующей ячейке аналоговой памяти на конденсаторе C . Выбор типа конденсатора для запоминающих ячеек имеет большое значение. Изменение напряжения на конденсаторе в режиме хранения происходит в основном вследствие саморазряда конденсатора и разряда через примыкающие к нему элементы. При переходе от режима запоминания в режим хранения в погрешность хранения может существенный вклад внести наличие так называемой дипольной поляризации диэлектрика конденсатора, постоянная времени которой может меняться от микросекунд до секунд^{17/}. Но так как постоянная времени ГВ составляет минуты, то требования к величине постоянной времени дипольной поляризации диэлектрика снижаются и поэтому стало возможным использование конденсатора типа КМ-6-1,0 МкФ. Для уменьшения тока разряда конденсатора C на входе УС используется операционный усилитель /ОУ/ с большим входным сопротивлением /К1400УД8/. Усиление по мощности сигнала с ОУ осуществляется транзистором КТ801А / $E_{II}^+ = +24$ В, $E_{II}^- = -6$ В/.

Выходное напряжение УС $0 \div 16$ В, число каналов в одном блоке - 7. Для компенсации изменения напряжения производится пе-

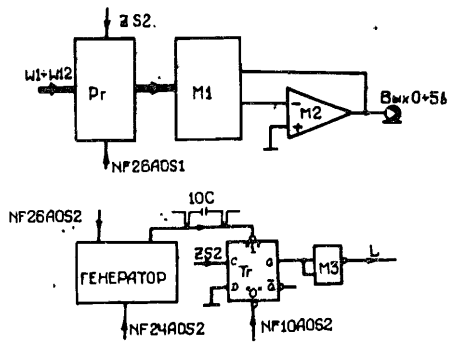


Рис.3. Структурная схема блока "Ген L".

риодическая регенерация аналоговой памяти. Для этого конденсаторы $C1 \div C7$ через коммутатор поочередно подключаются к ЦАП, выходное напряжение которого предварительно установлено в соответствии с выбранным каналом. Частота и длительность циклов регенерации определяются исходя из необходимой стабильности выходного напряжения УС для используемых элементов схемы блока "УС". Экспериментально определено, что для обеспечения необходимой стабильности выходного напряжения $\leq 0,1\%$ частота циклов регенерации должна быть $\geq 0,1$ Гц с длительностью цикла 30-40 мс. Задание частоты регенерации осуществляется с помощью блока "Ген L", в котором также размещен и ЦАП /рис.3/. Выполнен блок в стандарте КАМАК однократной ширины. С частотой 0,1 Гц на шины DATAWAY генератор выдает сигнал L. По этому сигналу осуществляется прерывание текущей программы и переход на подпрограмму регенерации /см.рис.5/.

Измерительная часть в подсистеме питания токов накала ГВ тиратронов изменению не подвергалась, и ее организация показана на рис.4а^{17/}. Однако предполагается вместо используемого в измерительной части аналого-цифрового преобразователя /АЦП/ применить имеющийся в подсистеме ЦАП и дополнить блок "Ген L" схемой /рис.4б/. Измерение тока накала ГВ тиратронов будет происходить следующим образом. Напряжение с шунта с помощью ОУ усиливается и поступает

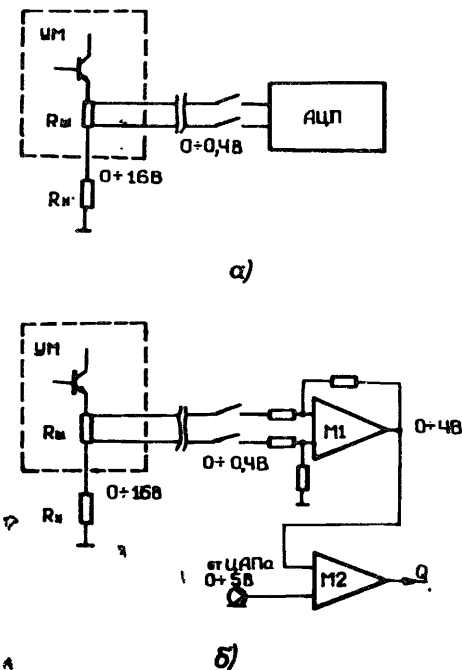


Рис.4. Организация измерительной части подсистемы управления.

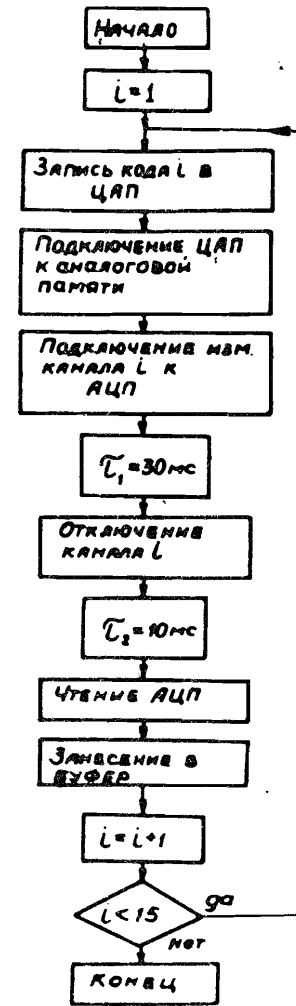


Рис.5. Алгоритм подпрограммы регенерации аналоговой памяти.

на один из входов компаратора. На другой вход поступает напряжение с выхода ЦАП, изменяющееся по величине, и через сигнал Q фиксируется момент равенства этих напряжений. Код ЦАП в этом случае будет пропорционален току накала ГВ.

Как уже приводилось выше, в качестве управляющего элемента этих подсистем используется микро-ЭВМ КМ001. Управление каналами цифро-аналогового преобразователя осуществляется посредством директив, аналогичных директивам управления временными каналами^{1/}. Номера с 1 по 36 занимают временные каналы, номера с 37 по 50 - каналы управления токами накала ГВ тиратронов. Дополнительно введены директивы:

- планового подъема тока накала ГВ тиратронов со скоростью 15 мА/с;
- отображения величин токов накала ГВ на экране дисплея.

Программное обеспечение, записанное в ППЗУ микро-ЭВМ, выполняет следующие функции:

- диалог оператора с системой;
- управление аппаратурной частью системы;
- диагностика ошибок и неисправностей подсистемы синхронизации;
- связь с ЭВМ СМ-3 системы автоматизированного управления ЛУЭК-20;
- регенерация по сигналу прерываний от таймера аналоговой памяти и измерение величин токов накала ГВ тиратронов ЛУЭК-20.

В заключение авторы выражают благодарность Г.А.Филиной за разработку печатной платы блока "УС", Т.Ф.Корнеевой за помощь в оформлении документации, В.И.Клементьеву и Н.И.Туголкуву за выполнение механосборочных работ, Н.И.Замятину за консультации по настройке блоков БМВ-8, В.Д.Инкину за полезные обсуждения и постоянную поддержку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инкин В.Д. и др. Сообщение ОИЯИ 10-82-106, Дубна, 1982.
2. Дубовик Л.В. и др. Сообщение ОИЯИ P10-85-247, Дубна, 1985.
3. Сидоров В.Т. и др. Сообщение ОИЯИ P10-12481, Дубна, 1979.
4. Замятин Н.И. Препринт 13-84-128, Дубна, 1984.
5. Васильев Г.П., Каменской А.С., Юдовский Б.З. А.с. 962859, /СССР/. - Опубликовано в ОИ, 1982, № 36, с.202.
6. Минашкин В.Ф. Сообщение ОИЯИ, 9-83-896, Дубна, 1983.
7. Шило В.Л. Линейные интегральные схемы. М.: Сов.радио, 1979, с.329.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

| | | |
|----------------|---|------------|
| Д3,4-82-704 | Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982. | 5 р.00 к. |
| Д7-83-644 | Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983. | 6 р.55 к. |
| Д2,13-83-689 | Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983. | 2 р.00 к. |
| Д13-84-63 | Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983. | 4 р.50 к. |
| Д2-84-366 | Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984. | 4 р.30 к. |
| Д1,2-84-599 | Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984. | 5 р.50 к. |
| Д10,11-84-818 | Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983. | 3 р.50 к. |
| Д17-84-850 | Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/ | 7 р.75 к. |
| Д11-85-791 | Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985. | 4 р.00 к. |
| Д13-85-793 | Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985. | 4 р.80 к. |
| Д4-85-851 | Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985. | 3 р.75 к. |
| Д3,4,17-86-747 | Труды V Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1986. | 4 р.50 к. |
| | Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. /2 тома/ | 13 р.50 к. |
| Д1,2-86-668 | Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. /2 тома/ | 7 р.35 к. |

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 июля 1987 года.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

| Индекс | Тематика |
|--------|--|
| 1. | Экспериментальная физика высоких энергий |
| 2. | Теоретическая физика высоких энергий |
| 3. | Экспериментальная нейтронная физика |
| 4. | Теоретическая физика низких энергий |
| 5. | Математика |
| 6. | Ядерная спектроскопия и радиохимия |
| 7. | Физика тяжелых ионов |
| 8. | Криогеника |
| 9. | Ускорители |
| 10. | Автоматизация обработки экспериментальных данных |
| 11. | Вычислительная математика и техника |
| 12. | Химия |
| 13. | Техника физического эксперимента |
| 14. | Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами |
| 15. | Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях |
| 16. | Дозиметрия и физика защиты |
| 17. | Теория конденсированного состояния |
| 18. | Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники |
| 19. | Биофизика |

Минашкин В.Ф. и др.
Особенности автоматизированной системы управления
линейным ускорителем ЛУЭК-20

P10-87-500

Система реализована в стандарте КАМАК на основе контроллера с микро-ЭВМ. Состоит из двух подсистем: подсистемы синхронизации и подсистемы управления током накала генераторов водорода тиратронов ТГИ1-2500/50 модуляторов ускоряющего напряжения. Одним из элементов задержки является 8-канальный блок БМВ-8. Минимальный шаг регулирования - 50 нс, диапазон регулировки - 2^{16} шагов. В подсистеме питания накала генераторов водорода тиратронов многоканальное управление организовано с использованием ячеек аналоговой памяти. Программное обеспечение микро-ЭВМ выполняет функции: связи оператора с системой посредством дисплея; управления аппаратурной частью системы, диагностики ошибок и неисправностей, связи с ЭВМ СМ-3 системы автоматизированного управления ЛУЭК-20, регенерации по сигналу прерываний от таймера аналоговой памяти и измерения величин токов накала генераторов водорода.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Minashkin V.F. et al.
Special Features of LUEK-20 Linear Accelerator
Automated Control System

P10-87-500

The system is made in the CAMAC standard on the base of micro-computer. It is composed of two subsystems: synchronization subsystem and command subsystem of hydrogen generator heat current of TGI1-2500/50 tyatron of the accelerating voltage modulators. A minimal regulating step - 50 ns, regulation range - 2^{16} steps. A micro-computer controls a primary choice of the exit voltage, its changing and regeneration of analogous memory cells. The micro-computer software connects the operator with the system by the display, and commands the apparatus of the system, determines the errors and faults, links with SM-3 automated LUEK-20 system, regenerates by the interruption signal of the analogous memory timer and measures the current values of hydrogen generator channels.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1987