

539
P.60
МИФИ

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

К

Н. Г. Големинов, Е. А. Крамер-Агеев



**МИКРОПРОЦЕССОРЫ
В ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ И РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ
ПРИБОРАХ**

МОСКВА 1987

539
Г-60
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Н.Г. Големинов, Е.А. Крамер-Агеев

МИКРОПРОЦЕССОРЫ
В ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ И РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ
ПРИБОРАХ

Утверждено
редсоветом института
в качестве учебного пособия

Москва 1987

БИБЛИОТЕКА
ММИ

60.

339.1.074/075 + 681.325.5-181.48/07

УДК 681.325:621.3

Големинов Н.Г., Крамер-Агеев Е.А. Микропроцессоры в дозиметрических и радиометрических приборах.: Учебное пособие. - М.: МИФИ, 1987. - 36 с.

Рассматриваются вопросы применения микропроцессоров в дозиметрической и радиометрической аппаратуре. Предполагается знакомство студентов с начальными сведениями о микропроцессорах. Описывается структура и программы для разработанной системы, решающей целевые задачи.

Пособие рассчитано на студентов и слушателей факультета повышения квалификации, изучающих курс "Дозиметрические и радиометрические приборы". Для широкого круга специалистов в области радиационной физики.

Рецензенты: А.П. Храмцов, В.А. Кочанов

1-450.

© Московский инженерно-физический институт, 1987 г.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в результате апробации различных применений микропроцессорных систем сложилось устойчивое мнение о том, что их разработчиком должен выступать специалист в той области знаний, для которой она проектируется. Только в этом случае возможно построение эффективной системы.

В нашей стране одна из первых книг по применению распределенного микропроцессорного набора K580 (I 80 80) появилась в 1979 г. [1]. С тех пор его внедрение в практику научных исследований и в разработки осуществлялось достаточно широко. Предпочтение этому семейству отдается по ряду причин, среди которых на первом месте полнота комплекта, состоящего в настоящее время из 15 больших интегральных схем (БИС), и мощная система команд. Быстродействие процессора составляет от $300 \cdot 10^3$ до $500 \cdot 10^3$ операций в секунду, что является удовлетворительным для решения практически любой физической задачи за исключением, быть может, уникальных задач экспериментальной ядерной физики.

Микропроцессорные системы одной и той же конфигурации можно использовать и в научных исследованиях, и в производстве, и в качестве монитора в медицине. Отличия будут только на уровне датчиков физических величин, в одном случае — это блоки детектирования, в другом — концевые выключатели, измерители, в третьем — преобразователи и усилители биопотенциалов. Однако может оказаться, что такая система для ряда приложений обладает слишком высокой стоимостью. Отказ от применения вычислительно-измерительной системы по стоимостным соображениям не оправдан, если это связано с ущербом для результатов работы. Поэтому часто возникает необходимость в проектировании минимально необходимой (в смысле аппаратурных затрат) системы, которая полностью решает данную задачу либо ряд задач, объединенных одной общей идеей.

Такая ситуация имеет место в проектировании радиометрической, спектрометрической и дозиметрической аппаратуры. Объединенные общей идеей эти приборы могут быть реализованы с помощью микропроцессорной системы, которая представляет собой мощный инструмент, увеличивающий информационную ценность результатов.

В данном пособии излагается структура дозиметрических и радиометрических приборов, описывается микропроцессорная система, разработанная для реализации различных приборов целевого назначения, разбираются базовые программы операционных систем.

ГЛАВА I. АППАРАТУРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ДОЗИМЕТРИИ И РАДИОМЕТРИИ

§ 1. Структура дозиметрических и радиометрических приборов

Дозиметры и радиометры – приборы для определения характеристик поля излучения и параметров источников, создающих эти поля. Структурные схемы этих приборов обязательно содержат датчики ионизирующих излучений, которые преобразуют информацию о поле излучения, переносимую дискретным потоком частиц, квантов, в электрические сигналы – аналоговые или импульсные. Это преобразование обязательно должно быть линейным по определяемому параметру: с увеличением дозы должен возрастать ток детектора, с возрастанием плотности потока квантов – число регистрируемых в единицу времени импульсов.

Структурные схемы дозиметрического и радиометрического приборов разнятся не только детекторами излучений, но и формами представления информации в них. Обычно выход дозиметрического прибора подключается к индикатору аналоговых величин – стрелочному прибору, изредка данные представляются в цифровом виде. Это связано с целевым назначением дозиметрических приборов – обеспечением безопасных условий работы, что диктует требования высокой надежности прибора и легкой адаптации оператора к индикаторам. Часто дозиметры снабжаются звуковой сигнализацией, табло и транспарантами, словесно описывающими сложившуюся ситуацию.

Радиометрические приборы в большинстве своем не несут столь важных функций и являются приборами для лабораторной практики. От них не требуется мгновенной реакции на внешнюю ситуацию, поэтому требования к представлению информации в этих приборах снижены. В простейших образцах на выходе стоит пересчетный прибор, регистрирующий число импульсов в заранее заданном интервале времени.

Общение оператора с прибором осуществляется посредством технического пульта, с которого можно управлять его работой,

выбирая оптимальный режим для условий данного момента времени. Функции технического пульта выполняют, например, переключатель диапазонов, индикатор, тумблер задания режимов (вкл., выкл., доза, мощность дозы — примеры режимов работы прибора). В последнее время в связи с общим проникновением цифровых методов обработки сигналов усложнились и видоизменились технические панели приборов. Появилась возможность разделения во времени функции накопления информации и ее обработки с целью представления на табло, прогнозирования процесса измерения, когда результат последующего измерения предсказывается на основании имеющихся данных о процессе.

Вершиной усовершенствований в настоящее время является включение вычислительных средств в структуру приборов. Это позволяет проектировать многофункциональные приборы с большими возможностями как в режиме измерений, обработки, так и в режиме представления информации. Введение ЭВМ в структуру прибора, как правило, не затрагивает сложившихся способов детектирования характеристик поля излучения. В основном это меняет лишь принципы обработки электрических сигналов с детекторов излучений.

В процессе обработки можно корректировать показания датчиков с учетом известной функции чувствительности. Для того, чтобы устранить энергетическую зависимость чувствительности, в приборах без вычислительных средств применяются следующие технические приемы: постановка фильтров, выбор уровня дискриминации, специальная градуировка шкал. В приборах с ЭВМ используется коррекция по заложенной в памяти машины таблице поправочных коэффициентов, выбор нужных коэффициентов осуществляется с учетом спектра излучения.

Основным средством представления информации в вычислительной системе служит дисплей, на экране которого происходит отображение алфавитной, цифровой и графической информации. Оперативность, высокая скорость, достаточная емкость (порядка одной страницы текста) удовлетворяют широкому классу задач. Подобный способ общения необходим там, где обрабатываются большие потоки информации, где нужно следить за взаимосвязью многих параметров. Отсутствие технического пульта прибора при его реализации на базе ЭВМ допускается, если программными средствами можно управлять работой преобразователей физических величин. В этом случае единственным средством общения оператора с системой будут алфавитно-цифровой дисплей и клавиатура. Подобная система является наибо-

лее гибкой и в то же время наиболее сложной по исполнению. Поэтому часто идут на компромисс. Технический пульт полностью не устраняется, его функции распределяются по блокам системы, что не исключает иного способа изменения режимов работы преобразователей. Такая ситуация характерна для систем модульной электроники "КАМАК", "ВЕКТОР", в которых определенным образом сочетаются эти возможности.

В недорогих микропроцессорных системах функции технического пульта, ввиду отсутствия иных средств общения с магистралью системы, расширяются. С его помощью можно заносить программы в память, контролировать правильное прохождение сигналов по магистрали системы, отлаживать программу, представлять результаты измерений на табло, управлять ходом выполнения программы.

§ 2. Использование микропроцессоров в составе измерительных приборов

В настоящее время укоренились две точки зрения на способы применения микропроцессоров: 1) в измерительный прибор необходимо встраивать ЭВМ со средствами общения, языками высокого уровня, аппаратурно реализованную на базе микропроцессорного комплекта; 2) измерительный прибор должен содержать контроллер, т.е. управляющее устройство с микропроцессором и жесткой неуниверсальной структурой. Считать эти подходы к проблеме использования вычислительных средств единственными нельзя, так как возможны и иные, учитывающие специфику задачи.

Например, микропроцессоры могут применяться в схемах первичных преобразователей, аналого-цифровых преобразователей, выполняя функции аппаратурного средства [2]. Целесообразность этого усматривают в тех случаях, когда первичные преобразователи дороги, а их свойства недостаточно хорошо воспроизводятся от образца к образцу. Это пример использования микропроцессора, когда его вычислительные возможности, высокая скорость работы практически не используются, т.е. он не является центральным узлом системы, своеобразным диспетчером, управляющим как сбором, так и обработкой информации. Такой случай останется за пределами нашего внимания, хотя он по своему интересен.

Особенность задач радиационной физики – наличие хорошей детектирующей аппаратуры – позволяет практически не затраги-

вать вопросы получения информации о характеристиках поля излучения, которые достаточно хорошо освещены в литературе [3]. Общие вопросы применения вычислительных средств в задачах радиационной физики изложены в работах тех же авторов [4].

Использование микропроцессорных вычислительно-измерительных комплексов, их аппаратурная реализация, принципы программирования, структура описаны в большом числе монографий, из которых следует выделить [1, 2, 4, 5].

Таким образом, наличие литературы по этому предмету, полнота изложения вопросов применения, проектирования и связанных с ними позволяют грамотно использовать микропроцессорные системы в лабораторной практике при решении дозиметрических и радиометрических задач.

К сожалению, в настоящее время вычислительные средства промышленного производства дороги, и не всегда финансирование задачи позволяет применять их в исследованиях. Это ущемляет, так как порой теряются данные, использование которых увеличило бы ценность результатов. В таких случаях есть смысл обратиться к созданию дешевой микропроцессорной системы универсального назначения, способной решать ряд задач.

Структура такой системы, разработанной в лаборатории дозиметрических и радиометрических приборов, достаточно проста и не требует специальных знаний и навыков для повторения. Однако в данном пособии ее аппаратурная реализация не рассматривается. Здесь излагаются только принципиальные вопросы ее программирования, изучается структурная схема, и приводится разбор программ, наиболее часто используемых в операционных системах приборов.

§ 3. Основные сведения о структуре и конфигурации вычислительно-измерительной системы

Вычислительно-измерительная система может выполнять разнообразные измерения, важно лишь правильно ее запрограммировать. Однако в отличие от программирования вычислительной задачи для ЭВМ в данном случае необходимо представлять себе структуру системы и ее конфигурацию, т.е. внутреннюю взаимосвязи между блоками. Это нужно для правильного употребления операторов ввода/вывода (*IN/OUT*), оптимального сочетания программных и аппаратурных решений, выбора режима взаимодействия между контроллерами системы и микропроцессором.

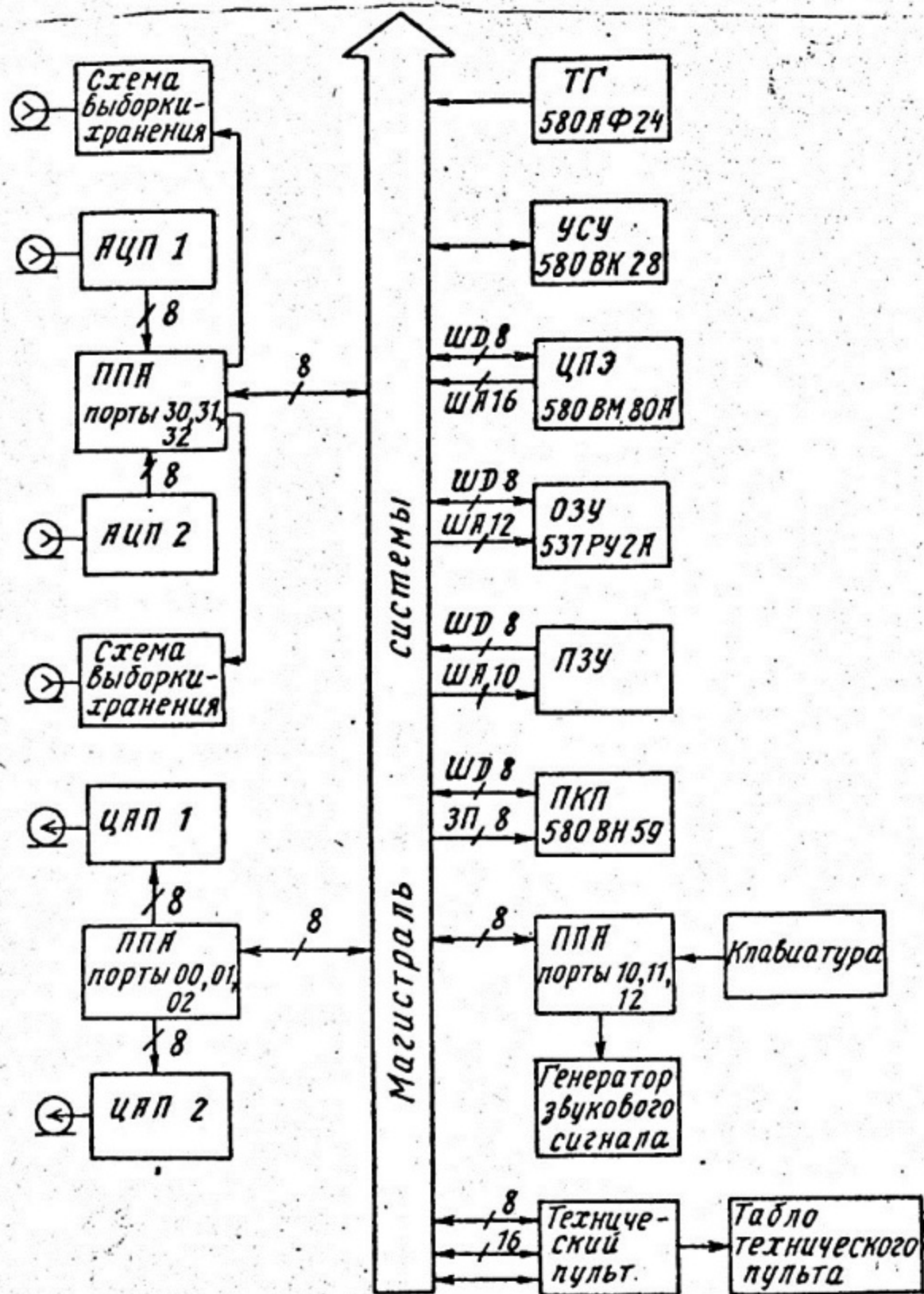


Рис. 1. Структурная схема микропроцессорной системы

Структурная схема представлена на рис. 1. Она включает следующие блоки:

- центрального процессора (ШЭ);
- устройства системного управления (УСУ);
- программируемого таймера (ПТ);
- программируемого контроллера прерываний (ПКП);
- постоянного запоминающего устройства (ПЗУ);
- оперативного запоминающего устройства (ОЗУ);
- дешифратора адреса;
- технического пульта с шестнадцатеричной клавиатурой (тех.пульт);
- двух импульсных АЦП;
- блока звукового сигнала;
- двух цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП).

Эти блоки связаны между собой магистралью, по которой передаются сигналы управления, данных и адресов, которые интерпретируются внутри каждого блока системы; связь блоков с магистралью системы указана на схеме. Конфигурация задается физическими адресами различных устройств, ОЗУ, ПЗУ, контроллеров, программируемых адаптеров. Физические адреса указаны на магистрали системы в виде номеров портов ввода/вывода.

Важным является знание области размещения ОЗУ и ПЗУ. Так как физическая память процессора заполнена ОЗУ и ПЗУ лишь частично (4 килобайта и 1 килобайт, соответственно), то выбрано следующее распределение адресного пространства: ОЗУ дешифруется пятнадцатым разрядом адресной шины, а ПЗУ расположено в пространстве адресов 0000-03FF. Поэтому ячейки памяти могут быть выбраны командами, содержащими любой шестнадцатеричный код в интервале 0000-03FF-ПЗУ и 8000-8FFF-ОЗУ. Шестнадцатеричный код полностью совпадает с десятичным для цифр от нуля до девяти, а 10, 11, 12, 13, 14, 15 индексируются буквами А, В, С, D, E, F. Число 10 в шестнадцатеричном представлении равно 16 в десятичном. Этот код удобнее восьмеричного, который в настоящее время применяется в АССЕМБЛЕРных программах для машин СМ-4, Электроника-60, ДВК.

Обилие сигналов на магистрали системы для программиста неинформативно, ему нужны лишь физические адреса блоков и знание того, как адресоваться к внешним устройствам. В данной системе все внешние устройства, интерфейсы, контроллеры, адаптеры, подключены в естественном виде, и общение с ними должно происходить командами *IN/OUT*.

Например, если мы хотим работать с ППА, который обслуживает аналого-цифровые преобразователи, то должны написать следующую последовательность команд [5].

MVI A, B6	Команды инициализации
OUT 33	ППА, каналы А, В-ввод
MVI A, 05	в режиме 1, канал С
OUT 33	управляющий
MVI A, 09	
OUT 33	
}	
<hr/>	
IN 32	Ввод состояния канала С
}	
IN 30	Ввод данных из канала А в
}	аккумулятор
IN 31	Ввод данных из канала В
}	

Для графического представления данных на экране осциллографа необходима структура программы с операторами.

MVI A, 80	Инициализация ППА
OUT 03	на вывод по трем каналам
}	
<hr/>	
MVI A, 01	Вывод единицы в канал
OUT 00	А (ось X)
}	
<hr/>	
MVI A, FF	Вывод числа 255 в канал
OUT 01	В (ось Y)
}	

Более подробно с операторами языка "АССЕМБЛЕР" для микропроцессора КР580ИК80А можно ознакомиться в работе [5]. Приемы программирования реальных задач для такой системы изложены в главе III данного пособия, а тексты программ приведены в приложении.

Вообще говоря, программирование системы достаточно просто осуществить, имея заготовки программы, может быть далекие от требуемой. Практика показывает, что работу с этой системой осваивают в течение двух-трех занятий, а использование уже отлаженных программ и подпрограмм позволит без значительных затрат времени научиться приемам алгоритмического синтеза приборов для целей дозиметрии и радиометрии.

Несколько подробнее хотелось бы остановиться на описании технического пульта системы. Он выполнен таким образом, чтобы пользователь мог свободно общаться с магистралью системы, заносить программы в память системы, отлаживать их, редактировать в процессе отладки. Для этой цели принято шестнадцатеричное представление данных на табло пульта. Всего для этой цели требуется шесть семиэлементных сегментов, два из которых представляют информацию шины данных, а четыре — шины адреса.

Основу пульта составляют сдвиговые регистры; данные с магистрали могут быть записаны в них по информационным входам и считаны на табло. Для занесения программ в память предусмотрены два режима: прямой доступ к памяти и использование программы начальной загрузки [5].

В режиме прямого доступа задается адрес байта и его содержимое. Кнопкой ЗПЗУ данные записываются в память системы. Использование программы начальной загрузки дает возможность последовательного ввода программы с начальной ячейки памяти до конечной, которые задаются в виде "шапки" программы. Например, написанная программа занимает место в ОЗУ с 8100 по 8250 ячейку, "шапка" для ввода программы выглядит следующим образом: 8100 00 8250 00, нули после адресов являются признаками ввода. Если вместо 00 указать признак 01, то произойдет передача управления по этому адресу. Отладка программы осуществляется в шаговом режиме выполнения операторов, на табло контролируется соответствие текста программы содержимому ОЗУ. Циклы выполняются в режиме останова по адресу. Убедившись в правильном выполнении тела цикла при первом проходе, на табло набирают адрес следующего оператора за циклом и включают тумблер задания останова по адресу. После выполнения нужного числа циклов микропроцессор переходит в режим ожидания, как только он достигнет заданного адреса. Изменение неверных команд лучше всего производить в прямом доступе к памяти. Несмотря на некоторую трудоем-

кость работы такой технической пульт позволяет выполнять почти все функции системной программы МОНИТОР. Расширения системного программного обеспечения, на наш взгляд, не требуется, так как преследуются чисто учебные цели, а разумные препятствия только увеличивают глубину проникновения учащегося в изучаемый предмет.

ГЛАВА II. АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДОЗИМЕТРОВ И РАДИОМЕТРОВ

§ 1. Радиометры

Радиометры – наиболее представительная группа приборов для измерения ионизирующих излучений. Существует много типов и разновидностей, отличающихся друг от друга измерительными и эксплуатационными параметрами [3]. Для приборов этого класса характерны лишь две операции:

- 1) измерение числа частиц или квантов, испускаемых в пространство или пересекающих единицу площади;
- 2) нормировка измеряемой величины к единице времени.

Поэтому структурные схемы радиометров в аппаратурной реализации, представленные на рис. 2, отражают выполнение таких операций. Наиболее простые из них не содержат устройств отбора сложнее интегрального дискриминатора, а более современные схемы, использующие пропорциональные детекторы, могут снабжаться всевозможными дополнительными блоками, проводящими селекцию сигналов с датчика.

Обычно выделяют шесть задач, которые решаются с помощью радиометрической аппаратуры различной сложности:

- а) контроль и управление реакторами;
- б) технологический контроль на предприятиях;
- в) обеспечение радиационной безопасности;
- г) разведка полезных ископаемых;
- д) ядерная медицина и радиобиология;
- е) научные исследования.

Такое разделение уместно в связи с разными требованиями к приборам, применяемым в этих сферах человеческой деятельности. В первой группе задач к приборам не предъявляется

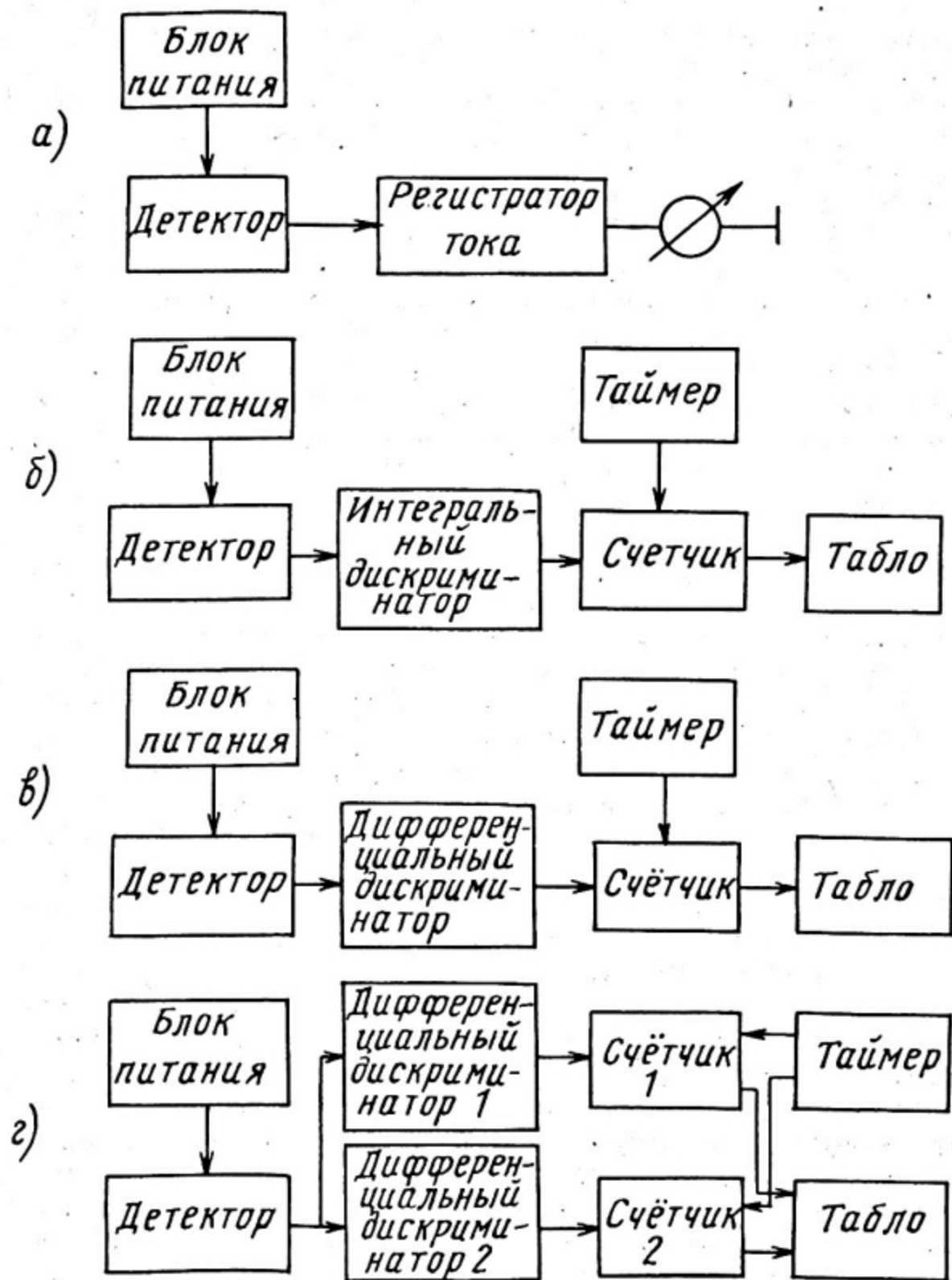


Рис. 2. Структурные схемы простейших радиометров:
 а) с непропорциональным детектором, б) с интегральным дискриминатором, в) с дифференциальным дискриминатором, г) с двумя дифференциальными дискриминаторами

высоких требований по чувствительности — важны надежность и стабильность работы.

В геофизической практике определяющими являются габариты, чувствительность, достоверность показаний, их легкая интерпретация. Это порождает широкий набор специализированных приборов.

Проблема унификаций блоков радиометров решается на уровне детекторов, а при использовании систем модульной электроники унифицированными оказываются все узлы прибора.

Существенным моментом в схемотехнике радиометрической аппаратуры явилось внедрение микропроцессорной техники. В руках разработчиков программные средства повысили долю однотипных изделий в приборах различного назначения. Центром тяжести, ядром любого прибора в новом исполнении является микропроцессор, а основная сложность синтеза прибора — выбор правильной конфигурации вычислительно-измерительной системы и создание операционной системы прибора.

Сравним работу по созданию радиометра в двух вариантах исполнения, целевое назначение которого — идентификация двух нуклидов в смеси. Структурная схема такого радиометра представлена на рис. 2, г. Метод идентификации основан на различии энергетического спектра испускаемых нуклидами излучений.

Аппаратурная реализация в первом варианте содержит, кроме детектора и блоков питания, два дифференциальных дискриминатора, настроенных на различные энергетические диапазоны и центрированных энергиями γ -линий, два счетчика, таймер, два табло для считывания результатов. Интерпретация результатов измерения требует расчета по формулам, позволяющим определять активность нуклидов.

Во втором варианте подобный радиометр оснащается датчиком, подключенным к вычислительно-измерительной системе, содержащей амплитудно-цифровой преобразователь, связанный с магистралью системы программируемым параллельным адаптером. Импульс с амплитудой A кодируется, и числовой эквивалент считывается системой. Программа анализирует, какому энергетическому интервалу соответствует зарегистрированная частица; если она принадлежит какому-либо нуклиду, то в выделенной ячейке памяти происходит увеличение содержимого на единицу. По завершении измерений системный таймер посылает запрос на прерывание, и включается программа обработки информации. В ней можно учесть эффективность регистрации квантов разной энергии, влияние мешающих факторов, например, ком-

птоновских квантов от более жесткой линии. Результат обработки выводится в удобном виде для анализа и принятия решения.

Так выглядит последовательность выполнения программ радиометра. На первый взгляд заметно усложнение и аппаратуры, и алгоритма работы. Однако это компенсируется гибкостью системы. Без вмешательства оператора можно перенастроить систему на определение двух любых нуклидов и, кроме радиометрической, проводить накопление спектрометрической информации и т.п. Гибкость и адаптируемость — два основных свойства приборов, реализуемых на микропроцессорах. Естественно, что новый уровень требует новых знаний, затрат и на первом этапе кажется сложнее испытанных способов.

Такую же вычислительно-измерительную систему можно использовать в схеме любого радиометра, изменив лишь последовательность и смысл команд операционной системы.

Структуру подпрограммы, реализующей радиометр, можно изобразить в виде схемы, принятой для графического представления необходимых связей и переходов (рис. 3). Тексты программ, а также примеры операционных систем приборов приведены в приложении с краткими пояснениями к каждой программе.

§ 2. Дозиметры

Наиболее важной задачей, решаемой дозиметрической аппаратурой, является контроль безопасных условий работы на предприятиях атомной промышленности. Он осуществляется широким набором индивидуальных средств дозиметрии, а в необходимых случаях — стационарными установками. Простота средств индивидуальной дозиметрии определяет высокую надежность и достоверность показаний значений дозы. Методы индивидуальной дозиметрии, средства измерения доз в основном базируются на фотографическом и ионизационном действиях ионизирующего излучения. В настоящее время широко используется и термолюминесцентный метод индивидуальной дозиметрии. Ясно, что в области измерения индивидуальных доз усложнение приборов не оправдано, по крайней мере в настоящее время.

Для контроля величины и мощности дозы в определенных точках производственных помещений и лабораторий используется стационарная аппаратура. В качестве датчика применяется обычно ионизационная камера, а выходными, исполнительными устройствами служат сигнальные транспаранты, звуковые, све-

товые индикаторы. Подобная стационарная система позволяет контролировать допустимые уровни дозы, ее мощности, которые могут быть различными для разных точек рабочего помещения.

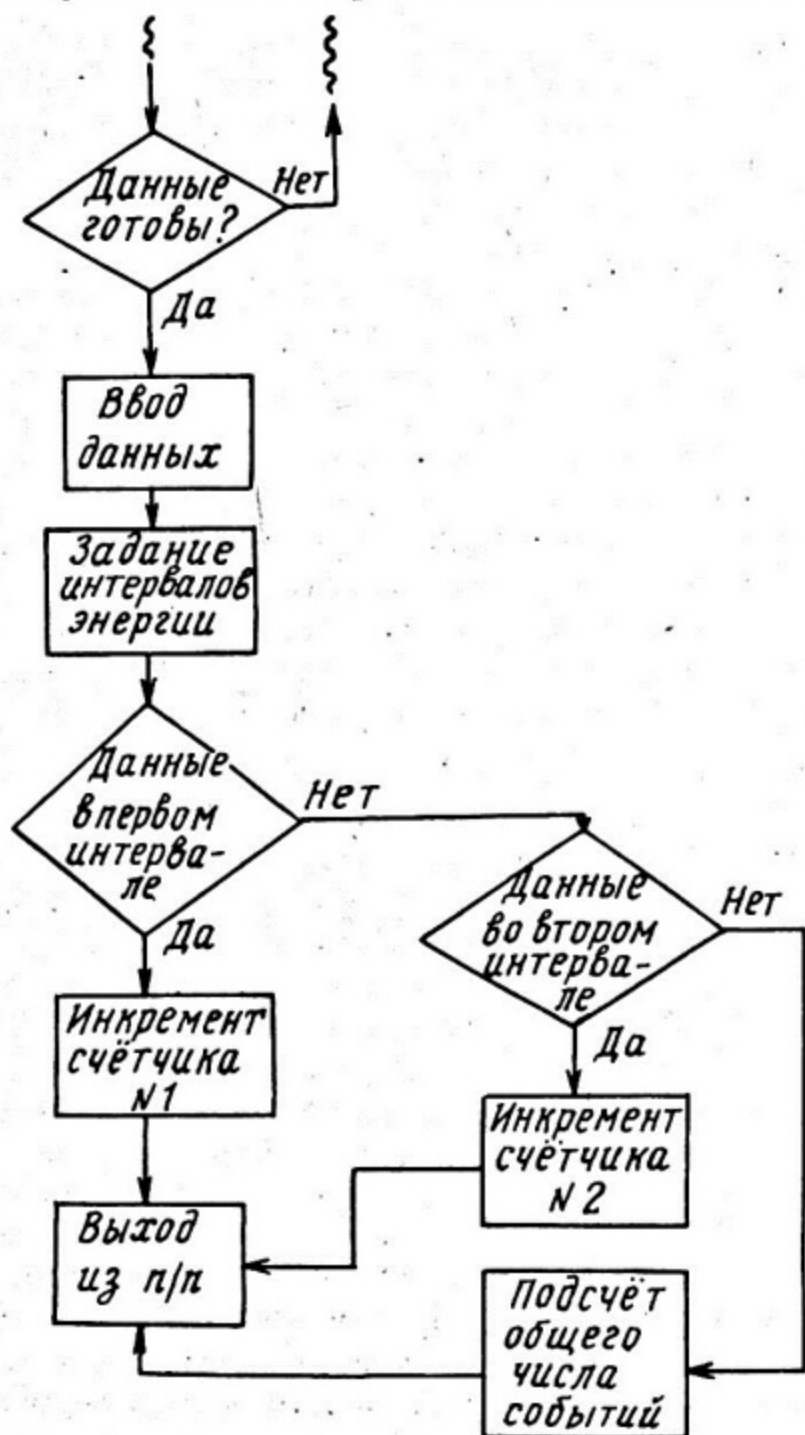


Рис. 3. Структура подпрограммы радиометра для идентификации двух нуклидов

Число датчиков в системе стационарного слежения может достигать значительной величины, а приборы контроля размещаются в нескольких стойках [3].

Эту задачу наиболее просто и эффективно следует решать с помощью микропроцессорной системы. Она имеет возможность считывать информацию с 256 датчиков сигнала, запоминающее устройство системы вполне заменяет самописцы, которые фиксируют данные измерений. По желанию оператора система в состоянии диагностировать все датчики ионизирующих излучений без утраты накопленной информации. Оценим необходимые аппаратные затраты для обслуживания десяти датчиков. Выделим для каждого датчика 256 ячеек ОЗУ, которые будут хранить данные измерений. Для десяти датчиков, следовательно, требуется 2560 ячеек памяти, которые составляют лишь половину ОЗУ системы, описанной в главе I. Если данные считываются один раз в минуту, то заполнение зоны ОЗУ будет достигнуто за 4,2 ч. По истечении этого времени результаты измерений можно оценить визуально на графическом дисплее, вывести на двухкоординатный самописец для документального подтверждения радиационной обстановки в лаборатории.

В данном варианте микропроцессорная система существенно снижает аппаратные и стоимостные затраты по сравнению с обычным способом решения этой задачи. Если сравнить расходы на создание системы слежения за допустимыми уровнями на базе управляющей ЭВМ и модулей "ВЕКТОР" или "КАМАК" и микропроцессорной, то выигрыш в последнем случае достигает очень значительной величины ~ 100000 руб., что позволяет считать подобное решение также экономически эффективным по сравнению с аналогичным вариантом системы. Компоновка такой системы изображена на рис. 4.

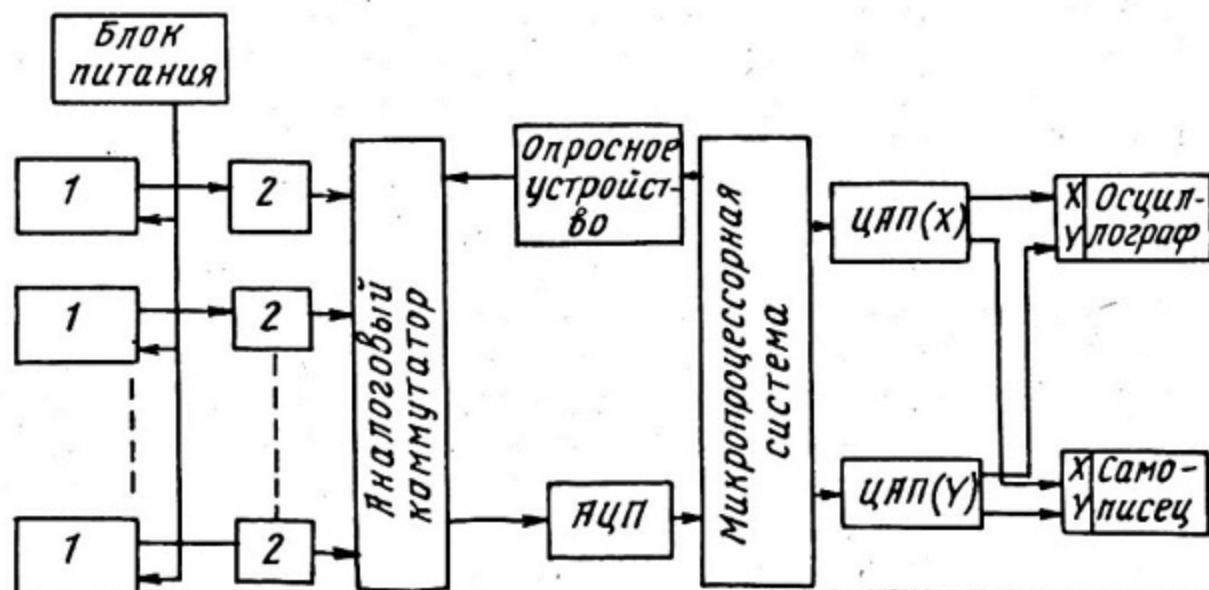


Рис. 4. Структурная схема системы слежения за допустимыми уровнями: 1 - датчик, 2 - предварительный усилитель

Пример программы слежения за допустимыми уровнями для одного датчика приведен в приложении. В качестве выходного устройства используется осциллограф, на котором графически представляется информация о значении мощности дозы в зависимости от времени. Превышение уровня отмечается звуковым сигналом, а разница между текущим значением и заданным пределом при его превышении откладывается от нуля. На экран нанесены координатные оси, которые рисуются электронным лучом за промежуток времени 10 мс, который необходим для выполнения этой части программы. На оси координат накладывается содержимое зоны ОЗУ, которая выделяется для хранения данных измерения. Таким образом, в усеченном варианте структурная схема рис. 4 реализована этой программой.

§ 3. Радиометры-спектрометры

Радиометрическая информация представляет собой лишь одно число, а радиометр — одноканальный прибор, обеспечивающий получение этого числа.

Следовательно, при использовании пропорциональных детекторов теряется значительная информация об излучении. Посредством систем отбора сигналы разделяются на полезные, несущие сведения о характеристиках поля излучения и мешающие. Часто в разряд мешающих относят сигналы от частиц, энергия которых неполностью поглотилась в чувствительном объеме детектора. Например, в радиометре γ -излучения дифференциальный дискриминатор можно настроить на сигналы пика полного поглощения, а соответствующие сигналы комптоновской части спектра устранять из рассмотрения. Это приводит к потере значительного количества данных, которые могут быть использованы при интерпретации результатов измерений.

Поэтому очень актуальны приборы, в которых наряду с радиометрической информацией сохраняется и спектрометрическая. Накопление ее идет без дополнительных затрат аппаратуры только в микропроцессорных системах. Такой класс приборов наиболее полно отвечает названию радиометр-спектрометр. Если подпрограмму радиометра для идентификации нуклидов, представленную на рис. 3, дополнить подпрограммой амплитудного анализа, предварительно выделив для этого необходимые зоны памяти, то получим структурную схему радиометра-спектрометра. Фактически в аппаратурной реализации этого радиометра (см. рис. 2,г) следует добавить амплитудный анализатор, а в про-

граммной — требуется лишь подпрограмма длиной в 11 команд (см. приложение). Сопоставляя стоимость амплитудного анализатора ($\sim 10 \div 15$ тыс. руб.) и затраты на написание 11 команд, видим, насколько эффективно применение подобных систем для регистрации ионизирующих излучений.

Радиометр-спектрометр α -излучения, разработанный в лаборатории "Дозиметрических и радиометрических приборов", по своим возможностям превосходит многие типы стандартной радиометрической аппаратуры на несколько порядков. Его чувствительность выше $1,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/см². Это значение соответствует испусканию одной α -частицы с площади в 6 см² в течение 3 ч. Применение вычислительно-измерительной системы позволило эффективно подавить шумы и наводки, которые являются неустранимым недостатком радиометров с малым фоном.

Была реализована система одновременной обработки сигнала с датчика α -частиц двумя аналого-цифровыми преобразователями, настроенными на временные параметры импульсов α -частиц. Это позволило дискриминировать шумы, которые по спектральным составляющим отличаются от импульсов α -частиц.

Выделение импульса помехи происходило следующим образом. Предполагалось, что помеха одновременно влияет на все блоки системы. Ее действие на однотипные блоки различно, и, следовательно, реакция каждого АЦП (а их два) будет индивидуальна. Это различие в отклике тем значительнее, чем больше каналов влияния помехи на результат преобразования. В то же время кодировка импульса α -частицы происходила в строгом соответствии с гипотезой тождественности преобразования сигнала, поступающего по входам АЦП при отсутствии помех. В радиометре применен графический способ представления результатов. На экране осциллографа каждая регистрация импульса или помехи изображается точкой, абсцисса и ордината которой — кодовые эквиваленты сигнала, полученные разными АЦП.

Таким образом, точки, геометрическое место которых суть диагональ экрана, представляют собой события не отличимые от импульсов α -частиц, а точки вне этой прямой — импульсы шумов и помех. Такое представление уместно в радиометрах для измерения ультраслабых потоков частиц, когда всего лишь за время работы регистрируется $5 \div 10$ событий, точки их изображающие хорошо видны, а визуальное считывание не мешает исследованию.

Радиометр дополнен также спектрометрическим блоком в программной реализации, который позволяет устанавливать энергетические диапазоны для регистрации α -частиц. Это осуществляется снятием спектра образцовых источников.

Текст программы в кодах микропроцессора КР580ИК80 приведен в приложении. При желании его можно декодировать, переведя в команды АССЕМБЛЕРА, если воспользоваться таблицей кодов микропроцессора.

ГЛАВА III. ПРОГРАММЫ НА ЯЗЫКЕ "АССЕМБЛЕР" МИКРОПРОЦЕССОРА КР580ИК80А

Операционные системы приборов создаются так, чтобы обеспечить пользователю максимум удобств при минимуме аппаратных затрат. Это достигается введением в операционную систему большого числа сервисных программ, которые реализуют ту или иную функцию. Основная программа операционной системы может быть не слишком длинной и выполнять лишь необходимые операции, в то время как вспомогательные программы займут основную часть операционной системы. В данной главе наряду с основными программами приборов приводятся заготовки сервисных программ и подпрограмм. Их тексты составляют приложение, где даны также краткие комментарии, вскрывающие функции операторов языка. Здесь же приводятся лишь принципы построения этих программ.

§ 1. Обнуление зоны ОЗУ

Использование некоторого массива данных предполагает наличие достаточного места в ОЗУ для его размещения. Выделение зоны для массива данных производится заданием начала и конца массива, указанием соответствующих адресов в парах регистров, например, *HL* и *DE*. Это удобно, так как в системе команд микропроцессора имеется команда *MVIM, 00*, которая непосредственно засылает операнд в ячейку памяти, адресуемую содержимым регистра *HL*. Поэтому основу программы составляет повторение этой команды нужное число раз, что достигается циклическим увеличением содержимого регистра *HL* на единицу. Контроль окончания осуществляется сравнением

старших и младших байтов регистра *HL* и *DE*. Вначале производится сравнение старших байтов, что существенно экономит время, так как сравнения младших байтов не производится. Этот способ экономит на каждом шаге цикла примерно 21 такт, пока не достигается совпадения старших байтов. После этого программа выполняется до момента равенства младших байтов. В связи с тем, что равенство нулю результата достигается раньше, чем очищается последняя ячейка, требуется ее очистить отдельной командой.

Программа приведена в виде подпрограммы. Об этом свидетельствует команда *RET*, выполнение которой осуществит возврат в основную программу. Ее размещение в области ячеек памяти от 8000 до 8015 не является определяющим. При использовании иной локализации нужно соответственно исправить команду *JNZ 8006*, которая управляет циклом обнуления. Программа очищает 512 ячеек ОЗУ, начиная с адреса 8300 до 84FF.

§ 2. Инкремент многобайтового числа (счетчик событий)

Подсчет числа событий обычно осуществляется путем добавления единицы к содержимому ячейки памяти. Если для счетчика числа событий выделить одну ячейку памяти, то максимально возможное значение будет 255 ($2^8 - 1$). Для многих задач такой емкости счетчика недостаточно. Если для этой цели выделить две ячейки памяти, то общее число событий достигнет 65535 ($2^{16} - 1$), если три, то ($2^{24} - 1$) - 16777215.

Удобно сделать так, чтобы число байтов счетчика задавалось в основной программе, не фиксируясь в подпрограмме. В этом случае появляется возможность одну подпрограмму адресовать в различных местах основной, задавая счетчики различной емкости. Например, счетчик числа импульсов от детектора излучения - три байта, счетчик числа обращений оператора - один байт, счетчик совпадений - два байта. Фрагменты основной программы будут следующими:

```

MVI B, 03
LXI H 8200
CALL 8020
{
MVI B, 01
LXI H 8203
CALL 8020
{

```

```

MVIB,    02
LXIH     8204
CALL     8020
    {

```

Выполнение этих фрагментов приведет к увеличению на единицу содержимого соответствующих счетчиков. Естественно, что при первом обращении ячейки 8200 ÷ 8205 должны быть обнулены.

Структура подпрограммы предельно проста. При добавлении единицы к младшему байту нулевой результат будет получен, если произойдет регистрация 256 событий. В противном случае командой *RNZ* осуществляется возврат в основную программу. При нулевом результате адресуется следующий байт счетчика, и осуществляется добавление единицы уже к его содержимому. Поэтому всякий последующий байт счетчика регистрирует число переполнений предыдущего. Переполнение счетчика не фиксируется; предполагается, что разработчик правильно выбирает число ячеек памяти и будет иметь резерв, чтобы не допустить переполнения счетчика.

§ 3. Пересылка данных

Буферизация информации в ряде случаев используется для разделения во времени процессов измерения и обработки. Например, при амплитудном анализе представлению данных в виде гистограммы мешает процесс их накопления; заполнение каналов постоянно изменяется, мерцание мешает оценке ситуации. Поэтому используют буферную зону ОЗУ, в которой спектр амплитуд импульсов накапливается, а по команде оператора или таймера системы за короткое время передается в область нового расположения, например, в зону ОЗУ графического дисплея. Фрагмент основной программы:

```

    {
LXIH,    8600
LXID,    8400
MVIB,    FF

```

В соответствии с фрагментом содержимое 256 ячеек памяти по адресу 8400 – 84FF будет перебазировано в область памяти 8600 – 86FF, причем предварительной очистки ячейки 8600–

– 86 FF не требуют. Максимальное число байтов при разовом выполнении программы равно 256, оно определяется счетчиком – содержимым регистра В. Если требуется осуществить пересылку большего массива, то обратиться к подпрограмме необходимо нужное число раз.

Тело программы составляют два оператора: загрузка аккумулятора содержимым ячейки, косвенно адресуемой содержимым регистра DE, и пересылка в ячейку, адресуемую содержимым регистра HL.

§ 4. Амплитудный анализ

Исследование распределений импульсов по амплитудам – одна из наиболее распространенных задач в ядерной физике. В настоящее время используются линейные детекторы ядерных излучений; амплитуда сигналов от таких детекторов пропорциональна потерянной энергии в чувствительном объеме. При полном поглощении энергии частицы возможен анализ энергетических распределений. В противном случае необходимо учитывать вероятностный характер взаимодействия излучения с веществом путем введения соответствующих поправок. Однако в любом случае информация о распределении амплитуд импульсов предпочтительна любой другой, так как по ней можно получать дозиметрические и радиометрические характеристики поля излучения.

Электронный тракт, обеспечивающий амплитудный анализ, достаточно сложное, высокостабильное устройство с применением современной элементной базы. В нем импульс с детектора усиливается, его амплитуда запоминается и преобразуется в цифровой код, который определяет номер канала анализатора. Накопление информации о спектре происходит добавлением единицы к содержимому канала анализатора. Естественно, что область памяти, отведенная под анализатор, должна быть предварительно очищена.

Программная реализация анализатора импульсов с емкостью канала ($2^{16} - 1$) весьма проста. Код амплитуды импульса вводится в аккумулятор микропроцессора из канала ППА, куда он записывается в случае готовности данных. Микропроцессор циклически проверяет наличие данных в канале ППА, и при их отсутствии происходит возврат в основную программу. В противном случае в регистре HL старший байт определяет область памяти, выделенной под спектр, а младший – адрес канала. Таким образом, число каналов анализатора равно 256. Добавление еди-

ницы к ячейке памяти осуществляется командой *INRM* по адресу, задаваемому содержимым регистра *HL*. Пусть, например, после преобразования код амплитуды равен $8F$, а заполнение ячейки по адресу $838F$ равно FF ; в этом случае уже было зарегистрировано 255 импульсов с такой амплитудой, поэтому следующий импульс приведет к обнулению этой ячейки памяти и к утрате всей информации. Чтобы этого не случилось, нужно запомнить факт переполнения ячейки с этим адресом. Наиболее просто выделить еще одну зону памяти в 256 ячеек, также адресуемую регистром *HL*, изменив только содержимое старшего байта на единицу. Инкрементировав эту ячейку, мы запомним факт переполнения младших восьми разрядов канала анализатора.

Следовательно, под анализатор выделяются две зоны памяти $8300 - 83FF$ и $8400 - 84FF$, в которых хранятся младшие и старшие байты содержимого каналов, соответственно. Емкость ЗУ анализатора 512 байтов.

§ 5. Преобразование двоичного числа в двоично-десятичное

Данные, результаты измерений в микропроцессорной системе могут храниться в двоичном, двоично-десятичном и любом другом виде. Однако предпочтение отдается двоичному представлению чисел, потому что это более чем вдвое увеличивает емкость ячейки памяти. Для сравнения рассмотрим двоичное и двоично-десятичное представления. Один байт в двоичном представлении может хранить число 255, а в двоично-десятичном число 99, которые соответственно имеют следующие представления:

$$255 = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1;$$

$$99 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0.$$

Еще больше заметно это различие в двухбайтовом представлении, соответственно 65535 и 9999. Проблема хранения и представления данных легко снимается подпрограммой преобразования двоичного 16-ти разрядного числа в двоично-десятичное.

Рассмотрим вначале общее представление двоичного числа

$$a_{15} \cdot 2^{15} + a_{14} \cdot 2^{14} + a_{13} \cdot 2^{13} + \dots + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0,$$

которое имеет некоторое значение *A*. Коэффициенты в этом представлении равны 0 и 1 в зависимости от *A*. Можно и удобно преобразовать это к виду

$$24 \quad (\dots((a_{15} \cdot 2 + a_{14}) \cdot 2 + a_{13}) \cdot 2 + \dots + a_1) \cdot 2 + a_0.$$

Пусть 16-ти разрядное двоичное число занесено в регистр *HL* и микропроцессором циклически выполняются следующие команды:

{
DADH
ADCA
DAA
}

Первая команда анализирует старший байт числа на i -ом шаге цикла, вдвигая его в признак переноса регистра признаков. Вторая команда увеличивает в два раза содержимое аккумулятора, добавляя к получившемуся результату значение старшего бита из признака переноса. Таким образом, при i -ом проходе вычисляется сумма $(a_{i+1} \cdot 2 + a_i)$ а это составляет базовое выражение в последней формуле. Команда *DAA* преобразует двоичный результат в двоично-десятичную форму. Например, если в результате выполнения первых двух команд получилось *OF* (15), то после *DAA* в аккумуляторе будет 15. Это приведет к переполнению аккумулятора, как только будет получено число больше 99. Для того, чтобы не терялась информация при всяком переполнении, к содержимому регистра *HL* добавляется единица. Таким способом в *HL* после 16 циклов формируется в двоичном представлении разность между числом и младшими разрядами в десятичном представлении. Повторный проход позволяет выделить еще два десятичных разряда, а в регистре *HL* в этом случае будет число переполнений при выполнении программы, которое не больше 6 (максимальное значение) и не требует десятичной коррекции.

Полученные десятичные разряды запоминаются в стеке командой *PUSH PSW*, а по завершении преобразования восстанавливаются в аккумуляторе и выводятся в порт ППА, к разрядам которого подключены технические средства, индицирующие десятичное представление преобразованного числа.

§ 6. Графическое представление информации

Наибольшей оперативностью в оценке результатов обладает способ графического анализа. Он часто используется в различных приборах. Всем известный анализатор импульсов в своем составе имеет дисплей, который помогает исследователю в правильном выборе режимов измерения. В данной микропроцессор-

ной системе в качестве дисплея используется осциллограф, луч которого под управлением микропроцессора вычерчивает на экране нужную форму линии. Информация, которую необходимо вывести на экран, записана в памяти системы, микропроцессор считывает ее и выводит в порты ППА, к двум каналам которого подключены цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Тот ЦАП, выход которого подключен к входу развертки осциллографа, создает линейно возрастающее напряжение. Всякое перемещение луча по оси X приводит к появлению на входе ЦАПа, выход которого управляет вертикальным отклонением луча, числа, записанного в ячейке памяти, соответствующей текущему положению луча по оси X. Таким образом, достигается взаимнооднозначное соответствие между картиной на экране осциллографа и информацией, записанной в ЗУ системы.

Программа выполняется в рамках одного цикла. Задаются начало и конец зоны, выводимой на экран дисплея; в цикле увеличивается адрес ячейки памяти, записанный в регистре ВС; младший байт адреса выводится в порт ОО, и цифро-аналоговым преобразователем вырабатывается соответствующее напряжение, управляющее положением луча по оси X. В этом же цикле командой *LDAXB* в аккумулятор заносится содержимое ячейки по этому адресу. Оно выводится в порт О1 для формирования отклонения луча по вертикали. Последующие операторы контролируют достижение конца зоны ОЗУ и регенерируют цикл.

§ 7. Синтез текстовой информации

Может оказаться необходимым высветить какое-либо текстовое сообщение на экране осциллографа. Например, указание на неисправность какого-нибудь блока системы, на превышение безопасных условий работы в контролируемых точках. Использовать для этой цели уже имеющийся код ДКОИ-7 неудобно, так как это требует введения ПЗУ знакогенератора. Гораздо проще закодировать русский алфавит в ином стандарте (не 5 x 7 точек, как ДКОИ-7, а 8 x 5), что позволяет экономить два байта на каждой букве. Буквы на экране получаются из точек. Электронным лучом, перемещающимся по экрану, управляет микропроцессор, который анализирует байт с записанной строкой буквы; встречая нуль, микропроцессор не переводит луч на новое место. Только единица вызывает изменение положения луча. Этот способ дает удовлетворительный результат, несмот-

ря на некоторые недостатки, связанные с различной контрастностью точек, мерцанием длинного текстового сообщения. Программа, комментарий к ней, кодировка букв русского алфавита приведены в приложении.

§ 8. Радиометр-спектрометр, амплитудный анализатор, система слежения

Эти программы приводятся в кодах микропроцессора без сопровождения АССЕМБЛЕРным текстом и комментариями. Они удобны для получения навыка декодирования программ. В них широко используются подпрограммы графического представления информации, амплитудного анализа. В качестве дисплея во всех случаях используется осциллограф.

Радиометр-спектрометр и система слежения подробно описаны в § 2 и 3 П главы данного пособия. Выполнение программ находится под контролем клавиатуры; управляющие символы, необходимые для изменения режимов и задания начальных условий, указаны в приложении вместе с текстами программ.

Амплитудный анализатор (его программа) совпадает с программой радиометра-спектрометра в основной части. Отличие заключается только в устранении блока программы, ответственного за радиометрическую информацию.

Разбор этих программ, их декодирование поможет получить навыки написания операционных систем радиометров и дозиметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горн Л.С., Хазанов Б.И., Хазанов Д.Б. Микропроцессоры в приборах для радиационных измерений. — М.: Атомиздат, 1979.
2. Немчинов В.М. Применение микропроцессоров в измерительной аппаратуре для физического эксперимента. — М.: МИФИ, 1982.
3. Матвеев В.В., Хазанов Б.И. Приборы для измерения ионизирующих излучений. — М.: Атомиздат, 1967.
4. Горн Л.С., Хазанов Б.И. Программно управляемые приборы и комплексы для измерения ионизирующего излучения. — М.: Энергоатомиздат, 1985.
5. Алексеенко А.Г., Галицын А.А., Иванников А.Д. Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на микропроцессорах. — М.: Радио и связь, 1984.

Приложение

; ПОДПРОГРАММА ОБНУЛЕНИЯ ЗОНЫ ОЗУ

8000	21 00 83	LXI H 8300	ЗАДАНИЕ НАЧАЛА И КОНЦА ЗОНЫ
8003	11 FF 84	LXI D 84FF	ОБНУЛЕНИЯ.
8006	36 00	M: MVI M 00	ЗАСЫЛКА НУЛЯ В ЯЧЕЙКУ
8006	23	INX H	ДОБАВЛЕНИЕ ЕДИНИЦЫ К НАЧАЛЬНОМУ
			АДРЕСУ
8009	7C	MOV A H	СРАВНЕНИЕ СТАРШИХ БАЙТОВ НАЧАЛЬ-
800A	92	SUB D	НОГО И КОНЕЧНОГО АДРЕСОВ
800B	C2 06 80	JNZ 8006	
800E	7B	MOV A E	СРАВНЕНИЕ МЛАДШИХ БАЙТОВ
800F	95	SUB L	НАЧАЛЬНОГО И КОНЕЧНОГО
8010	C2 06 80	JNZ 8006	АДРЕСОВ
8013	36 00	MVI M 00	ОБНУЛЕНИЕ ПОСЛЕДНЕЙ ЯЧЕЙКИ
8015	C9	RET	ВОЗВРАТ В ОСНОВНУЮ ПРОГРАММУ

ПОДПРОГРАММА ИНКРЕМЕНТА МНОГОБАЙТОВОГО ЧИСЛА

; АДРЕС МЛАДШЕГО БАЙТА В РЕГИСТРЕ HL

; ЧИСЛО БАЙТОВ ЧИСЛА В РЕГИСТРЕ B

8020	34	N: INR M	ДОБАВЛЕНИЕ ЕДИНИЦЫ К МЛАДШЕМУ
			БАЙТУ
8021	C0	RNZ	ВОЗВРАТ ПРИ НЕНУЛЕВОМ РЕЗУЛЬТАТЕ
8022	05	DCR B	УМЕНЬШЕНИЕ НА ЕДИНИЦУ СЧЕТЧИКА
8023	C6	RZ	ВОЗВРАТ В ОСНОВНУЮ ПРОГРАММУ
8024	2C	INR L	ЗАДАНИЕ АДРЕСА СЛЕДУЮЩЕГО БАЙТА
8025	C3 20 80	JMP 8020	ПОВТОР

; ПОДПРОГРАММА ПЕРЕСЫЛКИ ДАННЫХ

; НАЧАЛО ПЕРЕСЫЛАЕМОЙ ОБЛАСТИ В DE

; НАЧАЛО ОБЛАСТИ НОВОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ В HL

8030	1A	S: LDAX D	ЗАГРУЗКА АККУМУЛЯТОРА СОДЕРЖИМЫМ
			ЯЧЕЙКИ ПО АДРЕСУ DE
8031	77	MOV M A	ПЕРЕСЫЛКА ДАННЫХ В ЯЧЕЙКУ, АДРЕ-
			СУЕМУЮ РЕГИСТРОМ HL
8032	23	INX H	УВЕЛИЧЕНИЕ НА ЕДИНИЦУ СОДЕРЖИ-
8033	13	INX D	МОГО РЕГИСТРОВ HL И DE
8034	05	DCR B	ДЕКРЕМЕНТ СЧЕТЧИКА ЧИСЛА БАЙТОВ
8035	C2 30 80	JNZ 8030	ПОВТОР ПЕРЕСЫЛКИ ДАННЫХ
8038	C9	RET	ВОЗВРАТ В ОСНОВНУЮ ПРОГРАММУ

; ПОДПРОГРАММА АМПЛИТУДНОГО АНАЛИЗА

8100	0B 32	IN 32	ПРОВЕРКА ГОТОВНОСТИ ДАННЫХ
8102	E6 01	ANI 01	
8104	C8	RZ	
8105	26 83	MVI H 83	ЗАДАНИЕ СТАРШЕГО БАЙТА ОБЛАСТИ ПЯМЯТИ, ВЫДЕЛЕННОЙ ПОД СПЕКТР
8107	0B 31	IN 31	ВВОД ДАННЫХ
8109	6F	MOV L A	ФОРМИРОВАНИЕ МЛАДШЕГО БАЙТА АДРЕСА
810A	34	INR M	ИНКРЕМЕНТ СОДЕРЖИМОГО ЯЧЕЙКИ
810B	C0	RNZ	ПРИ ОТСУТСТВИИ ПЕРЕПОЛНЕНИЯ ВОЗВРАТ В ОСНОВНУЮ ПРОГРАММУ
810C	24	INR H	ДОБАВЛЕНИЕ ЕДИНИЦЫ К СТАРШЕМУ БАЙТУ
810D	34	INR M	ИНКРЕМЕНТ СОДЕРЖИМОГО ЯЧЕЙКИ
810E	C9	RET	ВОЗВРАТ В ОСНОВНУЮ ПРОГРАММУ

; ПОДПРОГРАММА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВОИЧНОГО ЧИСЛА
В ДВОИЧНО-ДЕСЯТИЧНОЕ

8100	0E 02	MVI C 02	ЗАГРУЗКА СЧЕТЧИКА
8102	2A RES	LHLD RES	RES-АДРЕС МЛАДШЕГО БАЙТА ПРЕОБРАЗУЕМОГО ЧИСЛА
8105	06 10	MVI B 10	ЗАДАНИЕ ЧИСЛА РАЗРЯДОВ
8107	AF	XRA A	СБРОС ПРИЗНАКА ПЕРЕНОСА
8108	29	DAD H	СДВИГ СТАРШЕГО БИТА В ПРИЗНАК ПЕРЕНОСА
8109	8F	ADC A	СЛОЖЕНИЕ С УЧЕТОМ ПЕРЕНОСА
810A	27	DAA	ДЕСЯТИЧНАЯ КОРРЕКЦИЯ
810B	D2 0F 81	JNC 810F	ПРИ ОТСУТСТВИИ ПЕРЕПОЛНЕНИЯ ПРОДОЛЖЕНИЕ ЦИКЛА
810E	23	INX H	ИНКРЕМЕНТ HL
810F	05	DCR B	УМЕНЬШЕНИЕ СЧЕТЧИКА ЦИКЛА
8110	C2 08 81	JNZ 8108	ПОВТОР ЦИКЛА
8113	F5	PUSH PSW	ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ РАЗРЯДЫ В СТЕК
8114	00	DCR C	ПРОВЕРКА СЧЕТЧИКА ЧИСЛА ЦИКЛОВ
8115	C2 05 81	JNZ 8105	ПОВТОР ЦИКЛА
8118	70	MOV A L	ПЕРЕСЫЛКА СТАРШЕГО РАЗРЯДА
8119	D3 02	OUT 02	ВЫВОД ЕГО В ПОРТ 02
811B	F1	POP PSW	ВОССТАНОВЛЕНИЕ В АККУМУЛЯТОРЕ
811C	D3 01	OUT 01	ДЛЯ ВЫВОДА В ПОРТЫ 01 И 00
811E	F1	POP PSW	СРЕДНИХ И МЛАДШИХ РАЗРЯДОВ
811F	D3 00	OUT 00	
8121	C9	RET	ВОЗВРАТ В ОСНОВНУЮ ПРОГРАММУ

; ПРОГРАММА СИНТЕЗА ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

; НАЧАЛО ТЕКСТА В ЯЧЕЙКЕ 8201

; КОД ПРОБЕЛА 1F

8100	3E 80	MVI A 80	НАСТРОЙКА КАНАЛОВ ППА НА
8102	D3 03	OUT 03	ВЫВОД ДАННЫХ
8104	01 0A 00	LXI B 000A	ОБНУЛЕНИЕ СЧЕТЧИКА ТОЧЕК (РЕГИСТР В), ЗАДАНИЕ КООРДИНАТ ПО ОСИ X.

8107	21	AF	00	LXI H 00AF	ОБНУЛЕНИЕ СЧЕТЧИКА СТРОК (РЕГИСТР H), ЗАДАНИЕ ПОЛО- ЖЕНИЯ ТЕКСТА ПО ОСИ Y
810A	11	00	82	LXI D 8200	НАЧАЛО ТЕКСТА В ОЗУ-1
810D	13			K: INX D	ПОДГОТОВКА АДРЕСА ТЕКСТА
810E	1A			LDAX D	ЗАГРУЗКА БАЙТА
810F	FE	1F		CPI 1F	ПРОВЕРКА НА ПРОБЕЛ
8111	C2	18	81	JNZ 8118	ПРИ ОТСУТСТВИИ ПРОБЕЛА НАЧАТЬ АНАЛИЗ БАЙТА
8114	C3	3E	81	JMP 813E	ЕСЛИ ПРОБЕЛ, ТО ВЫЧИСЛИТЬ КООРДИНАТУ НОВОЙ БУКВЫ
8117	F1			POP PSW	ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗ СТЕКА СЛОВА СОСТОЯНИЯ ПРОГРАММЫ
8118	17			RAL	СДВИГ ВЛЕВО АККУМУЛЯТОРА
8119	F5			PUSH PSW	В СТЕК СЛОВО СОСТОЯНИЯ ПРОГРАММЫ
811A	D2	23	81	JNC 8123	ЕСЛИ НЕТ ПЕРЕНОСА, ТОЧКУ НА ЭКРАНЕ ОСТАВИТЬ В ПРЕЖНЕМ ПОЛОЖЕНИИ
811D	79			MOV A C	ИЗМЕНЕНИЕ КООРДИНАТ ТОЧКИ
811E	D3	00		OUT 00	НА ЭКРАНЕ ПО ОСЯМ X, Y
8120	7D			MOV A L	
8121	D3	01		OUT 01	
8123	04			S1: INR B	ДОБАВЛЕНИЕ ЕДИНИЦЫ К СЧЕТЧИКУ
8124	0C			INR C	ТОЧЕК И ИЗМЕНЕНИЕ КООРДИНАТЫ ПО ОСИ X
8125	78			MOV A B	ПРОВЕРКА ДОСТИЖЕНИЯ КОНЦА
8126	FE	08		CPI 08	СТРОКИ В ПРЕДЕЛАХ БУКВЫ
8128	C2	17	81	JNZ 8117	ПРОДОЛЖЕНИЕ АНАЛИЗА БАЙТА
812B	06	00		MVI B 00	ВОССТАНОВЛЕНИЕ СЧЕТЧИКА ТОЧЕК
812D	79			MOV A C	ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСХОДНОГО
812E	D6	08		SUI 08	ЗНАЧЕНИЯ КООРДИНАТЫ ПО X
8130	4F			MOV C A	
8131	24			INR H	ПЕРЕХОД НА СЛЕДУЮЩУЮ СТРОКУ
8132	7D			MOV A L	ПОЛОЖЕНИЕ СЛЕДУЮЩЕЙ СТРОКИ
8133	C6	03		ADI 03	
8135	6F			MOV L A	
8136	33			INX SP	СМЕЩЕНИЕ УКАЗАТЕЛЯ СТЕКА НА
8137	33			INX SP	ДВЕ ПОЗИЦИИ ВНИЗ
8138	7C			MOV A H	ПРОВЕРКА ОКОНЧАНИЯ БУКВЫ
8139	FE	05		CPI 05	
813B	C2	0D	81	JNZ 810F	ПОВТОР ПРИ ОТСУТСТВИИ КОНЦА
813E	21	AF	00K2:	LXI H 00AF	ВОССТАНОВЛЕНИЕ КООРДИНАТ И ЗАДАНИЕ КООРДИНАТ НОВОЙ БУКВЫ
8141	79			MOV A C	
8142	C6	0B		ADI 0B	
8144	4F			MOV C A	
8145	7B			MOV A E	ПРОВЕРКА ДОСТИЖЕНИЯ КОНЦА ТЕКСТА
8146	FE	N		CPI N	N-ЧИСЛО БАЙТОВ В ТЕКСТЕ
8148	C2	0D	81	JNZ 810D	
814B	C3	04	81	JMP 8104	ПОВТОР ПРОГРАММЫ

; алфавит

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	П
8I	FC	FE	80	FF	FF	9I	FF	8I	8I	8I	8I	8I	3C	8I
8I	8I	8I	80	24	80	9I	0I	AI	84	8I	8I	8I	8I	8I
FE	FC	FE	80	24	F8	3C	FC	89	F8	8I	9I	FF	8I	8I
8I	80	8I	8I	24	80	9I	0I	85	84	4I	A5	8I	8I	8I
BF	FF	FE	FF	IC	FF	9I	FF	8I	8I	3F	8I	8I	8I	FF

Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
80	3F	I8	FF	I8	8I	FF	0I	FF	FF	FC	FI	3C	FC	8E	6I
80	80	I8	0I	I8	42	84	0I	99	A4	8I	85	2I	0I	9I	I9
FC	80	I8	FF	7E	I8	84	FF	99	A4	FC	FI	3C	3F	FI	3F
8I	80	I8	8I	99	42	84	8I	8I	84	80	8I	20	0I	9I	8I
FC	3F	FF	8I	7E	8I	84	8I	8I	84	80	8I	E0	FC	8E	3F

; отображение зоны ОЗУ на экране осциллографа

; начало зоны в регистре BC

; конец зоны в регистре DE

8I06	79	BEG : MOV A,C	адрес ячейки зоны в аккумулятор
8I07	D3 00	OUT 00	координата ячейки по оси X
8I09	0A	LD AXB	содержимое ячейки в аккумулятор
8I0A	D3 0I	OUT 0I	представление на экране содержимого ячейки
8I0C	03	INX B	адрес следующей ячейки
8I0	7B	MOV A,E	проверка достижения
8I0E	9I	SU B C	границы зоны
8I0F	C2 068I	JNZ 8I 06	

; радиометр-спектрометр

8I00	3E	80	D3	03	3E	B6	D3	33	3E	09	D3	33	3E	05	D3	33
8I10	DB	I2	E6	0I	CA	2I	8I	DB	II	FE	IE	CA	6D	8I	32	FC
8I20	80	3A	FC	80	FE	E0	CA	32	8I	0I	00	83	II	FF	83	C3
8I30	38	8I	0I	00	84	II	FF	84	79	D3	00	0A	D3	0I	03	CD
8I40	4A	8I	7B	9I	C2	38	8I	C3	IO	8I	DB	32	E6	09	C8	D5
8I50	I6	83	DB	30	5F	FE	40	DA	69	8I	3E	FO	BB	DA	69	8I
8I60	DB	3I	I2	E5	26	84	6F	34	EI	DB	3I	DI	C9	2I	00	83
8I70	II	FF	84	36	00	23	7C	92	C2	73	8I	7B	95	C2	73	8I
8I80	36	00	C3	00	8I											

амплитудный анализатор , код сброса информации - IE, отображения
7+I5 разрядов-E0, 0+7 разрядов-произвольный

8I00	3E	80	D3	03	3E	B6	D3	73	3E	09	D3	33	3E	05	D3	33
8I10	DB	I2	E6	0I	CA	2I	8I	DB	II	FE	IE	CA	5E	8I	32	FC
8I20	80	3A	FC	80	FE	E0	CA	32	8I	0I	00	83	II	FF	83	C3
8I30	38	8I	0I	00	84	II	FF	84	79	D3	00	0A	D3	0I	03	CD
8I40	4A	8I	7B	9I	C2	38	8I	C3	IO	8I	DB	32	E6	0I	C8	CO
8I50	26	83	DB	30	6F	34	C2	5C	8I	24	23	34	00	C9	2I	00
8I60	83	II	FF	84	36	00	23	7C	92	C2	64	8I	7B	95	C2	64
8I70	8I	36	00	C3	00	8I										

; Система слежения за допустимыми уровнями

80Г0	00	2I	00	83	3E	80	D3	03	3E	B6	D3	33	3E	05	D3	33
8I00	3E	09	D3	33	AF	4F	D3	00	06	0F	AF	D3	0I	79	D3	00
8I10	3C	4F	90	C2	0A	8I	78	FE	FF	CA	26	8I	3E	08	D3	0I
8I20	07	80	47	C3	0A	8I	AF	4F	D3	0I	06	IF	AF	D3	00	79
8I30	D3	0I	3C	4F	90	C2	2C	8I	78	FE	FF	CA	49	8I	3E	08
8I40	D3	00	07	07	80	47	C3	2C	8I	0I	00	83	II	FF	83	79
8I50	D3	00	0A	D3	0I	03	CD	6I	8I	7B	9I	C2	4F	8I	C3	04
8I60	8I	DB	32	E6	0I	C8	DB	3I	FE	A0	DA	7E	8I	DE	A0	77
8I70	23	3E	80	D3	I3	3E	02	D3	I2	3E	00	D3	I2	00	77	23
8I80	3E	FF	BD	CO	2I	00	83	C9								

КОДИ КОМАНД МИКРОПРОЦЕССОРА КР580ИК80А

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NOP	LXISTAX	INX	INR	DCR	MVI	RLC	-	DADLDAX	DCX	INP	DCP	MVI	RC!		
		B * B	B	B	B	B * #			B	B	B	C	C	C * #		
1	-	LXISTAX	INX	INR	DCR	MVI	RAL	-	DADLDAX	DCX	INP	DCP	MVI	RAR!		
		D * B	D	D	D	D * #			D	D	D	E	E	E * #		
2	-	LXISHLD	INX	INR	DCR	MVI	DAA	-	DADLHLD	DCX	INP	DCP	MVI	CMA!		
		H * B	H	H	H	H * #			H	H	H	L	L	L * #		
3	-	LXI	STA	INX	INR	DCR	MVI	STC	-	DAD	LDA	DCX	INP	DCP	MVI	CMC!
		SP * #	SP	H	H	H * #			SP	H	SP	A	A	A * #		
4	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV
		B * B	B * C	B * D	B * E	B * H	B * L	B * M	B * A	C * B	C * C	C * D	C * E	C * H	C * L	C * M
5	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV
		D * B	D * C	D * D	D * E	D * H	D * L	D * M	D * A	E * B	E * C	E * D	E * E	E * H	E * L	E * M
6	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV
		H * B	H * C	H * D	H * E	H * H	H * L	H * M	H * A	L * B	L * C	L * D	L * E	L * H	L * L	L * M
7	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	HLT	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV	MOV
		M * B	M * C	M * D	M * E	M * H	M * L		M * A	A * B	A * C	A * D	A * E	A * H	A * L	A * M
8	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADC	ADC	ADC	ADC	ADC	ADC	ADC	ADC
		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M
9	SUB	SUB	SUB	SUB	SUB	SUB	SUB	SUB	SBB	SBB	SBB	SBB	SBB	SBB	SBB	SBB
		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M
A	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	XRA	XRA	XRA	XRA	XRA	XRA	XRA	XRA
		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M
B	ORA	ORA	ORA	ORA	ORA	ORA	ORA	ORA	CMF	CMF	CMF	CMF	CMF	CMF	CMF	CMF
		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M
C	RNZ	POP	JNZ	JMP	CNZPUSH	ADI	RST	RZ	RET	JZ	-	CC	CALL	ACI	RST	
		B	*	*	*	B	#	0	*	*	*	*	*	*	#	1
D	RNC	POP	JNC	OUT	CNCPUSH	SUI	RST	RC	-	JC	IN	CC	-	SBI	RST	
		D	*	N	*	D	#	2	*	N	*	*	*	*	#	2
E	RPO	POP	JPC	THL	CP	PUSH	ANI	RST	RRP	CHL	JPC	CHG	CPE	-	XRI	RST
		H	*	*	*	H	#	4	*	*	*	*	*	*	#	5
F	RP	POP	JP	DI	CP	PUSH	ORI	RST	RM	SPHL	JM	EI	CH	-	CPI	RST
		PSW	*	*	*	PSW	#	6	*	*	*	*	*	*	#	7

B-КОДЕС ПУРТА ВВОДА/ВЫВОДА
 S-ДВУХБАЙТОВЫЙ ОПЕРАНД
 *-АДРЕС
 #-ОДНОБАЙТОВЫЙ ОПЕРАНД

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение.....	3
ГЛАВА I. АППАРАТУРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ДОЗИМЕТРИИ И РАДИОМЕТРИИ.....	4
§ 1. Структура дозиметрических и радиометрических приборов.....	4
§ 2. Использование микропроцессоров в составе измерительных приборов.....	6
§ 3. Основные сведения о структуре и конфигурации вычислительно-измерительной системы.....	7
ГЛАВА II. АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДОЗИМЕТРОВ И РАДИОМЕТРОВ.....	12
§ 1. Радиометры.....	12
§ 2. Дозиметры	15
§ 3. Радиометры-спектрометры.....	18
ГЛАВА III. ПРОГРАММЫ НА ЯЗЫКЕ "АССЕМБЛЕР" МИКРОПРОЦЕССОРА КР580ИК80А.....	20
§ 1. Обнуление зоны ОЗУ.....	20
§ 2. Инкремент многобайтового числа (счетчик событий).....	21
§ 3. Пересылка данных.....	22
§ 4. Амплитудный анализ.....	23
§ 5. Преобразование двоичного числа в двоично-десятичное.....	24
§ 6. Графическое представление информации.....	25
§ 7. Синтез текстовой информации.....	26
§ 8. Радиометр-спектрометр, амплитудный анализатор, система слежения.....	27
Список литературы.....	27
Приложение.....	28

Николай Георгиевич Големинов,
Евгений Александрович Крамер-Агеев.

Микропроцессоры в дозиметрических и
радиометрических приборах

Редактор И.А.Коротченко
Техн. редактор Н.М.Воронцова
Корректор С.В.Леонова

Тем. план 1987 г, поз. 24

Л.- 59710	Подписано в печать 2/IV-87г.		
Формат 60x84 1/16	Объем 2,25 п.л.	Уч.-изд.л. 2	
Тираж 150 экз.	Цена 75 коп.	Изд. № 006-1	
	Заказ 3482		

Типография МИФИ, Каширское шоссе, 31