



**АВТОМАТИЗАЦИЯ
НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Министерство высшего и среднего специального образования
Латвийской ССР

Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет имени Петра Стучки

Научно-исследовательский институт физики твердого тела

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сборник научных трудов
(междуведомственный)

Латвийский государственный университет им. П. Стучки.

Рига 1982

Автоматизация научных исследований: Сборник научных трудов (межведомственный). - Рига: ЛГУ им. П.Стучки, 1982. - 144 с.

Рассмотрены возникающие при автоматизации научных экспериментов проблемы использования мини-ЭВМ и цифровых приборов. Исследованы вопросы организации программ управления установками, режим коллективного пользования мини-ЭВМ, диалоговая обработка спектров, программированное обучение пользователей мини-ЭВМ, расширение транслятора БЭЙСИК для мини-ЭВМ М-6000. Сообщается о новых цифровых приборах для счета фотонов, измерения амплитуды быстрых процессов в управляемых источниках напряжения.

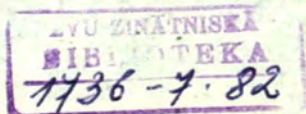
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ю.Кузьмин (отв.ред.), Д.Миллерс, В.Полмане,
Я.Страумен, И.Тале, Э.Тарденак, Я.Янсонс

Печатается по решению редакционно-издательского
совета ЛГУ им. П.Стучки

20403-119у 41.82.1704060000
S12(II)-82

С Латвийский
государственный
университет
им.П.Стучки,1982



АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА С П Е К Т Р
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛС.В.Гвоздев, И.А.Гужа, Н.А.Круглова, В.Л.Савельев
НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Работы по созданию автоматизированных систем научных исследований (АСНИ) в ЛГУ им. П.Стучки ведутся с 1965 года. Этим работам предшествовал этап изучения необходимых затрат на создание АСНИ и целесообразности автоматизации экспериментальных исследований в области физики твердого тела в плане как повышения общей производительности труда при проведении традиционных экспериментов, так и возможности реализации новых методов исследования, принципиально невозможных в режимах ручного управления. В работах [1-3] отмечалось, что АСНИ с применением ЭВМ позволяют реализовать метод фракционного термовысвечивания (ФТВ), вручную практически неосуществимого из-за сложного закона терморегулирования, согласно которому погрешности не должны превышать $\pm 0,1$ К. В то же время использование АСНИ в спектрально-кинетических люминесцентных экспериментах приводит к увеличению информативности эксперимента за счет увеличенной точности измерений, большей воспроизводимости эксперимента, уменьшения времени цикла измерения из-за возросшего быстродействия, а также за счет возможности варьирования методики эксперимента.

На основе проведенного анализа были созданы три АСНИ [2]. Опыт эксплуатации систем показали их высокую эффективность. Однако недостатки в архитектуре базовой ЭВМ ДНЕСР-1 этих АСНИ не позволили эффективно реализовать режим диалога экспериментатора с системой во время подготовки и проведения эксперимента. Особенно ощущалось отсутствие диалога в моменты аварийных ситуаций или предшествующие им.

Значительным недостатком данных АСНИ является также невозможность одновременной работы нескольких систем, хотя мощности ЭВМ достаточно для такого режима [4,5]. В дальнейшем была создана АСНИ [6] для проведения спектрально-кинетических исследований на основе мини-ЭВМ М-6000 и языка БЭЙСИК, дополненного необходимыми программными компонентами для работы с измерительной и управляющей аппаратурой [7]. В данной системе диалог использовался интенсивно. Недостатком системы явилось то, что она оказалась довольно медленной в работе из-за особенностей исполнения программ в интерпретирующей системе БЭЙСИК. Кроме того, практически не были использованы архитектурные возможности ЭВМ М-6000 с целью более оптимального распределения ресурсов ЭВМ.

При создании АСНИ СПЕКТР авторы исходили из требования активного использования системы прерываний ЭВМ М-6000, а также возможностей дисковой операционной системы реального времени DOS PB M-6000 [8] для сведения к минимуму непроизводительных затрат времени процессора с целью управления несколькими экспериментами одновременно.

Диалог в автоматизированных системах научного эксперимента является необходимым элементом, так как позволяет активно использовать профессиональные знания исследователя, его интуицию для контроля за качеством получаемой информации, для анализа целесообразности продолжения эксперимента или необходимости изменения методики для уточнения полученных данных. Сюда же входит анализ аварийных и предаварийных ситуаций для решения вопроса о возможности замены элементов системы и продолжения эксперимента. Это особенно важно в экспериментах, длящихся часами, как, например, ФТВ.

При создании программного обеспечения диалога в системе СПЕКТР авторы исходили из опыта работы с реальными АСНИ, функционирующими в НИИФТТ. Основные требования к диалогу, заложенные в системе СПЕКТР, следующие:

1. Инициатива в диалоге должна принадлежать экспериментатору, который может принять решение на основе информации, получаемой от системы в процессе ее функционирования.

Активная реакция системы предусматривается в случаях, связанных с невозможностью продолжать эксперимент.

2. Оператор АСНИ должен иметь оперативный доступ как к техническим, так и к программным компонентам системы. Это достигается сведением параметров, характеризующих состояние различных составных частей АСНИ, в единое поле, доступное экспериментатору.

3. Диалог должен быть устойчивым к ошибкам ввода оператора. Решение указанной задачи достигается тщательным контролем вводимой информации как на допустимость директив, данных и т.д., так и на возможность выполнения введенной директивы в данном состоянии АСНИ.

4. Широко использовать принцип умолчания. При употреблении большинства директив используются последние введенные значения параметров.

5. Должна быть возможность управлять системой, используя минимум директив, но при необходимости можно использовать полный набор директив. Справку о директивах, исполняемых в данном состоянии АСНИ, система выдает по требованию оператора в любой момент времени.

6. Форма представления информации на экране дисплея должна быть естественной и удобной для восприятия. Выводимая информация должна иметь соответствующий комментарий, а экран дисплея использоваться в фиксированном формате.

7. Информация, вводимая в ЭВМ, должна быть короткой, естественно представленной. В любой фазе ввода оператор должен иметь возможность отказаться от ввода или введенных данных.

Управление системой СПЕКТР осуществляется с помощью директив с дисплея, расположенного у экспериментальной установки. Набор директив позволяет производить:

- выбор требуемого алгоритма эксперимента;

- замену любого значения из поля параметров системы, содержащего информацию о текущем состоянии системы, наборе технических средств, способах подключения приборов к ЭВМ и т.д.;

- операции с архивом измеренной информации, расположенным на диске, включая запись кривой в архив в сопровождении комментария, вывод кривой из архива на экран графического дисплея и осциллографа (на печать, на перфоленту), а также получение каталога всех или части кривых, хранящихся в архиве;

- обработку экспериментальных кривых или кривых из архива.

Обработка измеренной информации вызвана необходимостью оценки результатов эксперимента с целью уточнения методики исследования. Во время проведения эксперимента в АСНИ производится лишь усреднение результатов измерения, приведение данных к реальным шкалам и накопление различной статистической информации. Переход от эксперимента к обработке осуществляется введением соответствующей директивы. В АСНИ заложены возможности, позволяющие производить различные арифметические действия над кривыми (сложение, вычитание, деление, логарифмирование и т.д.), вывод кривых на осциллограф для их сравнения, приведение кривых к одному масштабу. При этом возможно получение результатов обработки в графической форме и в цифровой. Более сложная обработка, включающая моделирование процессов и сравнение их с экспериментальными данными, производится в рамках специализированных систем обработки, например, [9].

Каждая кривая, записанная в архив, представляет дисковый файл с записями переменной длины [10], в котором информация представлена в символьной форме. Это позволяет получить доступ к ней из задач, не связанных с системой СПЕКТР, например, из системы обработки или из редактора символьной информации. Имя файла формируется автоматически, при этом первые два символа имени идентифицируют пользователя АСНИ и задаются при инициализации системы СПЕКТР.

Основными требованиями к автоматизированным системам научного эксперимента являются: тщательный контроль системой за исправностью ее составных элементов и способность программного обеспечения к расширению ее возможностей: изме-

нение заложенных в системе алгоритмов, добавление новых, адаптацию к другому набору приборов.

В системе СПЕКТР во время эксперимента ведется контроль за состоянием приборов, участвующих в эксперименте. Контроль включает в себя анализ на время срабатывания того или иного прибора, а также на достоверность получаемой от прибора информации. При обнаружении системой неисправности эксперимент приостанавливается, выдается диагностическое сообщение. В этой ситуации возможна автономная проверка прибора, замена его на однотипный или аналогичный по возможности. При необходимости производится корректировка в поле параметров системы, после чего эксперимент может быть продолжен. В случае невозможности продолжить эксперимент оператор может занести в архив ту часть информации, которая была получена до появления сбоя.

Для более эффективного поиска и локализации неисправности были созданы электронные имитаторы основных приборов, используемых в эксперименте. Наличие имитаторов позволяет частично или полностью исключать реальные приборы из контуров управления или измерения. Это позволяет производить дополнительную диагностику системы, отладку программного обеспечения эксперимента, проводить моделирование, исследование временных характеристик и т.д.

В частности, программное обеспечение системы СПЕКТР было отлажено с помощью имитаторов реальных приборов, что значительно сократило время создания программ.

В рамках своей специализации система СПЕКТР способна к развитию. Например, есть возможность подключать не только новые приборы, но также включать другие алгоритмы экспериментов. При этом необходимо включить в состав программного обеспечения соответствующие программы и скорректировать значения некоторых параметров в поле состояния системы. В системе заложен механизм вызова включенных в нее дополнительных программ. Расширение набора директив оператора не представляет сложностей, так как выполнение их производится в режиме интерпретации. Следовательно, при добавле-

нии директивы следует расширить таблицу директив и подключить программу, производящую ее выполнение.

При разработке и создании системы СПЕКТР учитывалось, что к ЭВМ будут подключены также система КИНЕТКА*, автоматизированная система измерения спектров ЭПР, система измерения ИК-спектров. В настоящее время возможно одновременное функционирование систем СПЕКТР и КИНЕТКА.

Для обеспечения одновременной работы нескольких пользователей в режиме реального времени все программы управления АСНИ СПЕКТР работают с использованием системы прерываний. При этом приоритеты задач управления приборами выше, чем, например, задач обработки экспериментальной информации, записи данных на диск и т.д. Для согласования с работой других систем программы могут динамически менять свой приоритет. Во всех случаях ввод/вывод происходит с использованием системного буфера DOS PB, что позволяет свести задержки в реакциях на внешнее прерывание к минимуму.

Как показал опыт функционирования системы СПЕКТР, наибольшие временные потери приходится на время замены программ в ОЗУ (своппинг). Устранить эти потери полностью возможно лишь путем размещения программ работы с устройствами в оперативной памяти ЭВМ. В противном случае скорость работы приборов замедляется и для некоторых может уменьшаться в 2 раза. Например, для цифрового вольтметра типа "SOLARTRON" время одного измерения при работе в составе системы составляет 80 мс против 40 мс по техническим характеристикам прибора.

Система СПЕКТР реализована на мини-ЭВМ М-6000, имеющей 24К слов оперативного запоминающего устройства. В качестве устройства диалога используется алфавитно-цифровой дисплей СИД-1000. Вывод измеренных значений во время эксперимента производится на экран осциллографа в графической

* Аболиньш Я.Я., Банга А.Я., Бауманис Э.А., Кузьмина Л.М. Организация эксперимента КИНЕТКА в DOS PB М-6000. См. наст. сб., с. 13-19.

форме и на экран СИД-1000 в символьном виде. Экспериментальная установка находится в удалении от ЭВМ на расстоянии 40 метров.

Экспериментальная часть системы СПЕКТР реализована на базе установки для изучения оптических свойств твердых тел при их облучении в УФ- и ВУФ-областях спектра (3-11 эВ). Канал возбуждения содержит вакуумный монохроматор ВМ-2 и дейтериевую лампу ДДС-400 с окном из MgF_2 . Развертка спектра осуществляется с помощью шагового двигателя ШД-4, управляемого М-6000. Канал регистрации определяется типом проводимого эксперимента (рис.). В настоящее время в системе СПЕКТР реализованы алгоритмы следующих экспериментов:

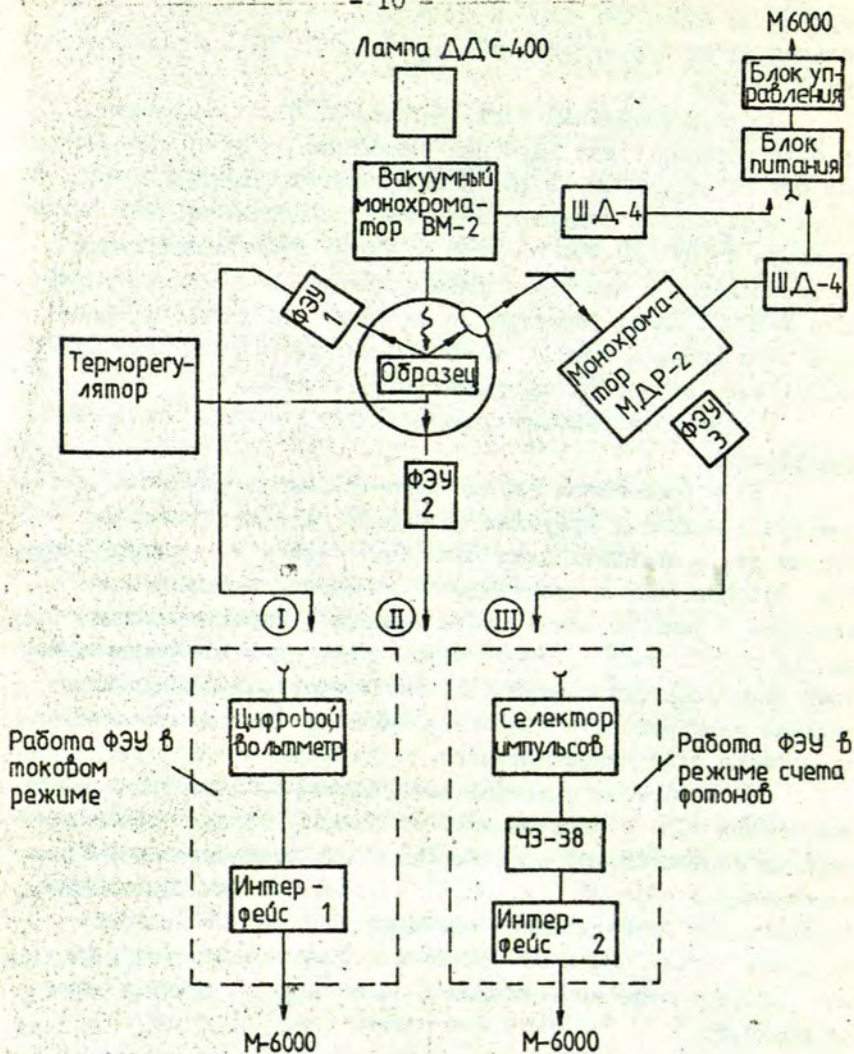
1. Алгоритм "Люминесценция". Этот алгоритм имеет две модификации:

а) в простейшем случае осуществляется развертка спектра в заданных пределах (возможно задание границ развертки как в единицах длин волн (нм), так и в единицах энергии фотонов (эВ) и производится измерение интенсивности свечения в фиксированных точках спектра, определяемых заданным шагом. Этот алгоритм используется для измерения спектров люминесценции образцов $I(h\nu)$ и спектрального распределения интенсивности излучения лампы $I_A(h\nu)$ по свечению люминофора салицилата натрия;

б) измерение спектров возбуждения люминесценции (СВЛ), поглощения (СП) и отражения (СО). Каждому из этих видов измерения соответствует своя конфигурация расположения ФЭУ относительно образца (см.рис.). Во всех случаях производится измерение интенсивности свечения образца (СВЛ) или салицилата натрия (СП и СО) $I(h\nu)$ и нормировка на спектральное распределение интенсивности лампы ($I_A(h\nu)$) в каждой точке спектра:

$$I_{\text{нн}}(h\nu) = I(h\nu)/I_A(h\nu)$$

2. Алгоритм "Кинетика" позволяет производить измерения интенсивности свечения образца через заданные промежутки времени (частота измерений $I \geq \Gamma$). Используется при из-



Р и с. Структурная схема экспериментальной установки.

I - канал регистрации кинетики, спектров отражения и возбуждения люминесценции; II - канал регистрации спектров поглощения; III - канал регистрации спектров люминесценции;

мерении кинетики разгорания или затухания люминесценции (фосфоресценции).

3. Алгоритм "ТСЛ" позволяет измерять кривые термостимулированной люминесценции в режиме линейного нагрева образца. Регулировка температуры осуществляется независимо с помощью терморегулятора [II], работающего в автономном режиме.

Во всех случаях возможно измерение интенсивности свечения объекта как в токовом режиме ФЭУ, так и в режиме счета фотонов.

Осуществленная в системе СПЕКТР система ввода директив позволяет оперативно изменять алгоритм проводимого эксперимента и осуществлять переход к обоим типам измерителя ("SOLARTRON" или ЧЗ-38). Кроме того, возможен переход на другую экспериментальную установку подобного типа. Процедура перехода заключается в изменении в поле параметров соответствующих констант градуировки монохроматора.

Описанная система СПЕКТР была применена при исследовании оптических свойств натриевосиликатных стекол.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кузьмин Ю.Я. Проблема автоматизации "мини-эксперимента". - Учен.зап.Латв.ун-та, 1971, т.144, с.3-32.

2. Кузьмин Ю.Я. Целесообразность автоматизации твердотельного эксперимента. - Учен.зап.Латв.ун-та, 1972, т.160, с.3-10.

3. Тале И.А. Системный анализ и оценка целесообразности автоматизации спектрально-кинетических люминесцентных методов исследования твердого тела. - Учен.зап.Латв.ун-та, 1972, т.160, с.11-25.

4. Бернуп А. О возможности использования УВМ "ДНЕПР-1" для одновременного управления двумя экспериментами. - Учен.зап.Латв.ун-та, 1971, т.144, с.150-170.

5. Бернуп-Бернхоф А.А. Программирование эксперимента в двухпроцессорной научно-исследовательской системе. - Учен.зап.Латв.ун-та, 1975, т.225, с.12-20.

6. Гужа И.А., Круглова Н.А., Скуя Л.Н. Система автоматизации измерения спектров люминесценции. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1981, с.109-123.

7. Кузьмина Л.М., Кузьмин Ю.Я. Расширение BASIC M-6000. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1978, с.46-58.

8. Дисковая операционная система реального времени. Программное обеспечение M-6000 АСВТ-М. Руководство по пользованию, ч.1. 2-я ред. В.м., б.г. 249 с.

9. Грикис И.М., Яунберг А.А. Диалоговая система КАК-TVC для обработки измерительной информации. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1981, с.30-39.

10. АСВТ-М. Программное обеспечение M-6000. Система управления файлами для дисковой операционной системы реального времени. Краткое описание и руководство по пользованию. З.110.000 ОП. В.м., б.г.

11. Зариньш М.Я. Автоматическое регулирование температуры в современном физическом эксперименте. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1981, с.124-129.

Статья поступила 5 марта 1982 года.

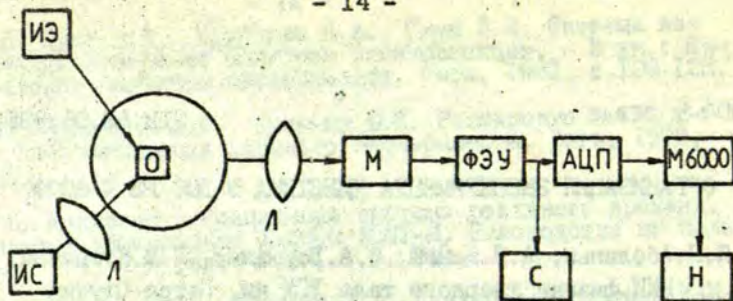
ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА КИНЕТИКА В ДОС РВ М-6000

Я.Я.Аболиньш, А.Я.Банга, Э.А.Бауманис, Л.М.Кузьмина
НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Облучение щелочно-галогидных кристаллов (ЩГК) ионизирующей радиацией приводит к появлению в них целого набора радиационных дефектов, из которых одни являются первичными продуктами радиолиза, а другие возникают вследствие взаимодействия первичных радиационных дефектов. При высоких температурах разрушение радиационных дефектов происходит настолько быстро, что изучение явления накопления и последующего разрушения этих дефектов становится возможным лишь при больших плотностях и коротких временах облучения. Такие условия облучения могут быть созданы с помощью соответствующих ускорителей электронов.

Система КИНЕТИКА на базе уникальной установки для возбуждения образцов мощными импульсами электронов и быстродействующего аналого-цифрового преобразователя (100 000 измерений в секунду), сопряженного с ЭВМ М-6000, осуществляет измерения с накоплением в ЭВМ кинетик в широком временном интервале (от микросекунд до десятков секунд) и температурном диапазоне 77-900 К.

Общая схема эксперимента: образец помещается в криостат для оптических исследований и облучается при разных температурах мощным кратковременным пучком быстрых электронов. Источником электронов служит автоэмиссионный катод, помещенный в вакуум и питаемый от генератора импульсных напряжений, собранного по схеме Аркадьева - Маркса. После однократного облучения измеряется светопропускание исследуемого образца в широком интервале времен (от 10 мкс до 10 с). Для регистра-



Р и с. Принципиальная схема измерительной установки.

ции измерений светопропускания исследуемого образца под воздействием импульсного облучения используется фотоэлектронный умножитель ФЭУ-97, АЦП и мини-ЭВМ М-6000.

Принципиальная схема измерительной установки показана на рис. Канал измерения светопропускания состоит из источника света ИС, фокусирующей линзы Л, криостата с образцом О, монохроматора М (МДР-2), фотоэлектронного умножителя ФЭУ с выходом на АЦП и М-6000. Кроме того, использовался источник электронов ИЭ, запоминающий осциллограф С (С1-47) и графопостроитель Н (Н-306).

Программное обеспечение системы КИНЕТИКА написано на языках ФОТРАН-4 и МНМОКОД дисковой операционной системы реального времени (ДОС РВ) и состоит из набора программ по управлению экспериментом и обработке данных. В систему управления экспериментом входят программы:

1. KINET - заказывает ресурсы ЭВМ, осуществляет диалог с пользователем и управление всеми остальными программами, обрабатывает принятую информацию с последующим ее высвечиванием на СИГД.
2. BUFS - выделяет память под буфер графического дисплея СИГД.
3. SIGDV, GENER - обеспечивает подготовку буфера с графической информацией и его регенерацию на экран графического дисплея СИГД.

4. DVR26 - драйвер АЦП.

5. ZAPP, CREP - создает и оформляет архив на дисках для запоминания результатов эксперимента.

Взаимодействие пользователя с системой КИНЕТИКА осуществляется в режиме диалога посредством ввода директив с терминала, удаленного от ЭВМ и находящегося рядом с экспериментальной установкой. При управлении экспериментом пользователю доступны четыре директивы: /ОПРОС/, /ЗАПИСЬ/, /ОСТАНОВ/, /СПРАВКА/. При вводе неверной директивы или директивы /СПРАВКА/ на экран дисплея выводится описание всех доступных пользователю директив. Обмен данными между вышеперечисленными программами происходит через диск под контролем программы KINET.

Директиву /ОПРОС/ обрабатывает программа KINET. В функции этой программы входит:

- проверка готовности АЦП и наличие запроса от ЭВМ,
- анализ принятой информации на присутствие ошибок разного рода (напр., по паритету и др.),
- вывод сообщений об ошибках пользователю на терминал,
- высвечивание экспериментальных данных на СИГД.

Операцию приема информации с АЦП осуществляет специальный драйвер, написанный согласно инструкции составления драйверов DOS PB для устройств ввода-вывода [I] и включенный в систему DOS PB при ее генерации. Быстродействующий АЦП подключен к ЭВМ через канал прямого доступа и, так как измерения проводятся в интервале времени от микросекунд до секунд, не допускает задержек в его обслуживании. В связи с тем, что ЭВМ одновременно с системой КИНЕТИКА обслуживает и другие системы (СПЕКТР, ЭПР) *, в момент опроса АЦП происходит динамическая смена приоритета программы KINET на самый высокий. Принятый массив высвечивается на экране СИГД для визуального контроля пользователем. Регенерация графического массива осуществляется программой GENER параллельно с работой системы.

По директиве /ЗАПИСЬ/ пользователь может запомнить измеренную кинетику в архиве на диске. Объем дискового файла задается самим пользователем (программа CREP запрашивает, сколько кинетик предполагается измерить). Значения одной кинетики длиной 378 точек занимают 67 записей, каждая объемом в 32 слова. Информация в файле представлена в символьном виде. Структура файла следующая:

00000	Объем файла в записях	Число занятых записей	Длина кинетики в записях	Фамилия хо- зяина файла
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------------	----------------------------

Комментарий ко всему файлу

Комментарий ко всему файлу

Комментарий, сопровождающий запись каждой кинетики

Размерности параметров (через запятую)

Параметры через запятую

X1, Y1, X2, Y2, X6, Y6

..... Xn, Yn

* Гвоздев С.В., Гуха И.А., Круглова Н.А., Савельев В.Л. Автоматизированная система для проведения комплексного исследования оптических свойств твердотельных диэлектриков. См. наст. сб., с. 3-12.

Первые три записи относятся ко всему файлу и записываются при его создании. Записи 4,5,6 сопровождают запись каждой кинетики. Два первых параметра записываются программой автоматически: N - длина кинетики и L - число пар X,Y в одной записи. Остальные параметры, сопровождающие измерение кинетики (например, температура или длина волны) и комментариев, вводятся пользователем. Размерности указываются в следующем порядке: размерность X, размерность Y и размерности, соответствующие параметрам, вводимым пользователем. Коды размерностей определяются таблицей

- 1 - безразмерные
- 2 - время
- 3 - длина волны
- 4 - температура
- 5 - элек. потенциалы
- 6 - микроны
- 7 - нанометры

и могут дополняться. Знак минус при вышеперечисленных цифрах означает логарифмический масштаб, например, пятая и шестая записи могут выглядеть так:

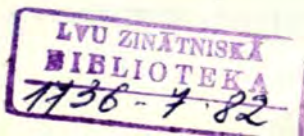
-2,1,4
369,6,200,

это означает, что в файле записаны значения кинетики, измеренные в 369 точках по 6 точек в каждой записи, T = 200, X - время в логарифмическом масштабе, Y - в относительных единицах и дополнительный параметр - температура.

Директива /ОСТАНОВ/ завершает эксперимент. Программа KINET отказывается от всех выделенных ей ресурсов ЭВМ.

Экспериментальные данные, накопленные в архиве в течение одного или нескольких дней, обрабатываются программой PROC. Программа предоставляет пользователю следующие возможности:

1. Просмотр всего архивного файла на экране дисплея.



2. Получение грубой оценки спектра, состоящего из серии кинетик, посредством вывода на печать картины линий уровней. Весь диапазон изменения значений кинетик (0-250) разбивается на 10 интервалов, каждому ставится в соответствие цифры 0,1,2,3,...,9. Просматриваются измерения кинетик с шагом 6 и в зависимости от того, в какой интервал попадают значения, на печать выводится соответствующая цифра. Звездочка (*) выводится, если значения измерений выходят за последний интервал.

3. Просмотр одной кинетики из архива на экране дисплея.

4. Поиск и чтение кинетики из архива.

5. Печать значений кинетики.

6. Вычисление функции D от значений кинетик при постоянных λ, T .

$$D(\tau) = \lg(240) - \lg(I(\tau))$$

7. Вычисление логарифма от D при постоянных λ, T

$$\lg(D(\tau)) = \lg(\lg(240) - \lg(I(\tau)))$$

8. Формирование разреза по всем кинетикам, записанным в архиве:

а) как функции D от длины волны λ при заданных T, τ ,

б) как функции D от температуры T при заданных τ, λ .

9. Вывод результатов, полученных в пунктах 3,5,6,7 на экран графического дисплея и устройство вывода графиков.

Взаимодействие пользователя с программой PROCB происходит в режиме диалога. Каждому вышеперечисленному модулю соответствует директива, вводимая пользователем и интерпретируемая программой диалога.

Создание автоматизированной системы КИНСТИКА позволило получать информацию о структурных изменениях твердых тел после воздействия радиации в широком временном интервале от 10 мкс до 10 с с высоким разрешением по времени в температурном диапазоне 77-900 К. Осциллографические методы при этом дают неудовлетворительную точность и не применимы для необратимых процессов. Использование мини-ЭВМ М-6000 сократило время проведения эксперимента и предоставило удобное

средство накопления экспериментальной информации на дисках для последующей обработки.

Автоматизированная обработка кинетик сократила время, затрачиваемое на ее анализ, примерно в 6-8 раз, существенно упростила трудоемкие операции, например, получение разреза по всем кинетикам в заданной точке, повысила точность обработки и позволила получить результаты в хорошо документированном виде.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Программное обеспечение М-6000 АСВТ-М. Дисковая операционная система реального времени. Краткое описание и руководство по пользованию, ч. I. В.м., б.г. 249 с.

Статья поступила 3 декабря 1981 года.

АЛГОРИТМ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Ю.Я.Кузьмин

НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Эффективность использования систем автоматизации научных исследований теснейшим образом связана с обучением пользователей работе с подобными системами. Это касается как установок, так и прикладных программ управления установками и обработки экспериментальной информации. Обычно задача обучения решается авторами систем либо в личном контакте с пользователями, либо посредством документирования систем. Однако зачастую оба этих варианта мало пригодны, ибо личный контакт не всегда возможен, а с печатной документацией возникают проблемы ее подготовки, размножения и последующих исправлений.

В настоящей работе предлагается использовать сами научно-исследовательские системы для обучения пользователей как прикладным программам, так и общесистемным средствам. Для этого необходима пользователю обучающая информация должна готовиться в виде специальных символьных файлов, распространяемых на машинных носителях и воспринимаемых универсальными обучающими программными средствами. Ниже рассмотрены два взаимосвязанных вопроса: способ формирования учебного материала и функционирование универсальной обучающей программы.

В качестве исходной идеи для разработки учебного материала выбрана структура учебника, обычно включающая титульный лист, содержание, разделы с объяснениями, вопросами и задачами. Чтобы отобразить эту структуру в форме символьных файлов, приняты следующие соглашения:

а) первая строка файла отводится под счетчик числа использования файла, который автоматически инкрементируется при каждом обращении;

б) начало строки, помеченной символом ::, указывает обучающей программе на то, что эта строка содержит инструкцию для интерпретации последующей в файле информации.

Опишем наиболее общие инструкции, с помощью которых задается структура файла, называемого в данном случае "курсом". Начнем с инструкции, определяющей содержание курса:

:: СОДЕРЖАНИЕ

/номер/ /название раздела/

.....

/номер/ /название раздела/.

Здесь первая строка является указателем нижеследующего содержания курса, состоящего из строк, в начале которых стоит номер строки файла, открывающий названный в содержании раздел. Этот номер является пятизначным целым числом, причем 00000 рассматривается как пустой указатель и позволяет образовывать строки продолжения названия.

Находясь в кадре содержания, обучающийся может ввести номер раздела, и ЭВМ найдет этот раздел автоматически. Основное требование к разделу состоит в том, что он обязан начинаться с инструкции, например,

:: ТЕКСТ

/текст раздела/.

В данном случае инструкция ::ТЕКСТ указывает, что ниже следует текстовая информация, например, описание метода обработки данных.

Раздел может завершаться уходом на имеющуюся ранее информацию, оформленную в виде курса

:: Ф /имя курса/.

Такая инструкция похожа на переход на подпрограмму, широко используемый в современном программировании. Инструкция :: Ф позволяет образовывать составные курсы. При исполнении инструкции запоминается имя текущего курса, так что к нему можно будет вернуться по инструкции

:: ВОЗВРАТ,

если она встретится в курсе, вызванном инструкцией :: Ф.

Раздел курса может содержать не только пассивный текст, но и вопросы к пользователю. Такой текст должен быть помечен инструкцией

:: ?

/текст вопроса/.

В этом случае ЭВМ после выдачи текста вопроса принимает ответ пользователя для того, чтобы в дальнейшем принять решение о прохождении курса. Ответ пользователя может быть кратким: "ДА", "НЕТ", "НЕ ЗНАЮ" либо полным. Для краткого ответа не требуется дополнительных инструкций, а для полного ответа нужно задать инструкцию

:: ЭТАЛОН

/эталонный ответ/.

Здесь ответ пользователя сравнивается с эталонным и вырабатывается признак совпадения. Допускается последовательная запись нескольких эталонов, тогда признак вырабатывается при совпадении хотя бы с одним эталоном.

Результат ответа пользователя оценивается инструкцией

:: РЕШАТЕЛЬ N1, N2, R

Здесь N1, N2 - номера строк курса, R - режим решения:

R 0 - уход на N1 при общем числе ошибок в ответах R,

R =-1 - уход на N1 при совпадении ответа с эталоном,

R =-2 - уход на N1 при ответе "ДА",

R =-3 - уход на N1 при ответе "НЕТ",

R =-4 - уход на N1 случайный (выбирается ЭВМ).

При R =-1, -2, -3 ответ "?" (т.е. "не знаю") вызывает переход к N2. N1=0 или N2=0 означает следующую строку курса после текущей.

Как видим, инструкция :: РЕШАТЕЛЬ позволяет создавать разветвленные курсы и зачеты, однако во всех случаях автор курса "ведет" обучаемого и последний лишен возможности сам задавать вопросы или давать оригинальные решения задач курсов. Частичное решение этой важной проблемы достигается инструкцией

::3/имя файла заметок/.

Если пользователь, находясь в курсе, запросит режим заметок, то он сможет занести любую заметку (вопрос, несогласие с курсом, оригинальное решение задачи курса и т.п.) в указанный в инструкции файл. Автор курса, просматривая файл заметок, получит информацию от пользователей и примет ее к сведению. Информация о ходе изучения курса накапливается в двух формах: 1) коллективная (организуется инструкцией :: H00000), 2) индивидуальная (организуется инструкцией ::+E1,E2,E3).

В первом случае каждый проход строки курса, содержащей ::N, инкрементрирует счетчик в этой инструкции (вначале он равен 00000). Это может быть использовано для накопления статистики трудных мест в курсе, числа использования разделов и т.п.

Во втором случае каждый проход строки курса ::+ приводит к изменению счетчиков ошибки E1 по правилу

$$E1 = E2 + E2,$$

причем, (E2, E3) < 2 имеют смысл номеров счетчиков (от 2 до 40), в противном случае (E2, E3) - числа.

Переходы от одних разделов курса к другим возможны с помощью инструкции

:: ИДИ N .

Здесь N - номер строки другого раздела.

Конечно, не все операции выполняются с помощью инструкций с текстами, например, выполнение сложных расчетов в курсе обучения вряд ли целесообразно с помощью инструкций в текстовых файлах. Для этой цели предусмотрена инструкция загрузки и запуска любой программы, написанной традиционными средствами (МНЕМОКОД, ФОРТРАН, АЛГОЛ),

:: П /имя программы/.

После исполнения программы происходит возврат к следующей после :: П строке курса.

Теперь перейдем к описанию функционирования обучающей программы. Процесс работы пользователя обеспечивается двумя интерпретаторами и соответствующими наборами исполнительных программ. Один из интерпретаторов работает с символьными файлами и, встретив строку с инструкцией (начинается сим-

волом ::), вызывает программный блок, исполняющий инструкцию.

Другой интерпретатор вызывается всякий раз при выдаче текста курса на дисплей. При этом дальнейшее продвижение обучаемого по курсу зависит от той директивы, которую он ввел с пульта.

Основные директивы следующие (система анализирует два первых символа директивы):

- / /, т.е. пробел - запрос следующей страницы курса;
- /-/ - запрос предыдущей страницы курса;
- /!/ - запрос краткой справки по директивам;
- /./, т.е. точка - вывод из курса;
- /ЗАПИСКА/ - запрос режима ввода записок по курсу;
- /СОДЕРЖАНИЕ/ - запрос содержания курса (из разделов курса);
- /номер/ж - запрос раздела курса с указанным номером;
- /=/ - запрос режима калькулятора для простых вычислений (сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, логарифмирование, экспоненцирование);
- /НАЧАЛО/ - запрос начала курса.

При ответах на вопросы ЭВМ допустимы следующие варианты:

- /ДА/ - утвердительный ответ;
- /НЕТ/ - отрицательный ответ;
- /?/ - ответ не известен;
- /ж...ж/ - полный ответ, где ж - слова ответа;
- /РЕЗУЛЬТАТ/ - запрос результата обучения, по которому выдается матрица ошибок.

Чтобы обеспечить работу обучающей системы в многопультном режиме, необходимо загрузить копии универсальных обучающих программ по числу терминалов пользователей. Число копий курсов создается из расчета - одна копия на семь одновременно работающих пользователей. Следует отметить, что эти данные относятся к варианту реализации системы на ЭВМ М-6000 (СМ-1), имеющей дисковую операционную систему реального времени.

* Здесь /номер/ - это целое число от 1 до 20.

Опыт использования обучающей системы подтверждает возможность и целесообразность применения диалоговых систем не только для автоматизации непосредственно научных исследований, но и для автоматизации процесса обучения пользователей работе с такими системами. Это особенно важно для вузов, где задача обучения является основной.

Статья поступила 2 декабря 1981 года.

ПРОГРАММНАЯ СТРУКТУРА И ВОЗМОЖНОСТИ МНОГОПУЛЬТОВОЙ СИСТЕМЫ

А.А.Батнер, Н.А.Круглова

Институт проблем управления АН СССР и Министерства
приборостроения и средств автоматизации СССР

НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Основными ЭВМ в звеньях сбора информации и управления при решении задач АСУТП или автоматизации научного эксперимента являются в настоящее время мини-ЭВМ [1,2]. В крупных вычислительных центрах задачи подготовки данных и программ, обработки экспериментальной информации решаются на средних и больших вычислительных машинах. Для этой цели созданы, в частности, кросс-ассемблеры: для основных отечественных мини-ЭВМ: "Электроника-60", СМ-3, СМ-4 [1,3]. Использование непосредственно миникомпьютеров для подготовки программ в однозначном режиме является крайне нежелательным, так как, во-первых, некоторые технологические процессы или эксперименты длятся часами, сутками, и в течение этого времени ЭВМ является недоступной, во-вторых, широкое применение диалоговых программ при редактировании, подготовке данных, обработке экспериментальной информации делает неэффективным использование периферии и процессора.

Дисковая операционная система реального времени (ДОС РВ) в принципе позволяет более эффективно распределить вычислительные мощности мини-ЭВМ. ДОС РВ является операционной системой для организации многозадачного режима в реальном времени [4]. Все задачи, заявленные в системе, имеют приоритеты и делятся на две группы: задачи реального времени и задачи заднего плана (фонные). Задачи реального времени, на-

ходящиеся в оперативной памяти (ОЗУ), могут быть заменены на другие задачи реального времени, если новые задачи имеют более высокий приоритет (так называемый свопинг). Фоновые задачи в данной версии ДОС РВ таким свойством не обладают.

Система мультитерминальной отладки (СМТО) реализует заложенные в ДОС РВ возможности по организации работы в режиме диалога с нескольких терминалов одновременно. СМТО базируется на системе мультитерминального доступа (СМД) и системе организации межпрограммных связей (СОМС).

СМД - набор программ и подпрограмм, позволяющий одновременно с нескольких терминалов вычислительной системы вызывать на исполнение программы пользователей, передавать в диалоговом режиме с терминалов данные программам, сохранять данные, необходимые программам для одновременной работы с несколькими терминалами.

СМД предназначена для использования в информационных системах и системах управления, где требования на выполнение определенной работы могут поступать с терминалов. В этом случае инициатива запроса от оператора и моменты появления запроса заранее не определены. Использование СМД снимает с разработчиков таких систем работу по диспетчеризации, по организации очередей запросов на выполнение одной и той же программы, ввода с терминалов и гарантирует обработку всех запросов, поступающих с терминалов. СМД может обслужить до 32 терминалов.

Привязка терминалов СМД к устройствам вычислительной системы и описание списка директив, а также диалоговых программ, исполняющих их, производится при генерации СМД. Работа эта осуществляется отдельной программой - генератором СМД. Генератор же позволяет при желании изменять описание СМД (т.е. набор директив, диалоговых программ и терминалов СМД). Определяющие конкретную СМД параметры хранятся на диске в файле описания. При этом в одной вычислительной системе можно хранить в виде отдельных файлов до 99 таких описаний. Загрузка в оперативную память и запуск СМД также осуществляются генератором.

Работа по созданию информационной системы или системы управления, работающей с СМД, состоит из следующих этапов:

- написание диалоговых программ, реализующих функции создаваемой системы;
- генерация СМД для данной системы.

К достоинствам СМД можно отнести возможность надстройки системы с целью расширения круга решаемых задач.

При создании программных систем приходится решать задачи по управлению комплексом программ. ДОС РВ предоставляет пользователю программные возможности для постановки в очередь на исполнение одной программы из другой, для завершения или приостанова работы данной или другой программы или же продолжения другой программы после приостанова. Однако при создании информационных систем или систем управления этих возможностей для межпрограммных связей часто оказывается недостаточно, так как существует ряд серьезных ограничений, а именно:

- от одной программы другой можно передать в виде данных не более пяти слов;

- ДОС РВ не предоставляет программисту простых средств для передачи данных от программы, запущенной с ожиданием окончания ее работы, запустившей программе;

- программа, которая ставится в очередь на исполнение, должна находиться в состоянии бездействия или приостанова (в зависимости от кода обращения);

- нельзя запустить программу с ожиданием ответа от нее в виде данных или факта окончания работы и при этом, чтобы запустившая программа работала одновременно с запущенной.

СОМС устраняет эти ограничения и выполняет следующие функции:

- организует очереди запросов на запуск программы, при этом запросы ставятся в очередь независимо от ее текущего состояния;

- позволяет запускать программу с ожиданием ответа от нее и передавать от программы к программе ответственность за выдачу такого ответа, следит, был ли такой ответ дан, при этом запустившая программа продолжает свою работу;

- предоставляет возможность выдавать из программы запрос на запуск этой же самой программы;

- позволяет при любом запросе передавать большие блоки данных, размеры блоков данных и длины очередей ограничиваются лишь объемом системного буфера;

- разрешает программе, выдавшей запрос, завершить свою работу, перейти в состояние приостанова или продолжить работу дальше.

Как уже отмечалось выше, СМТО базируется на системах СМД и СОМС. Точнее говоря, СМТО является некоторой конкретной реализацией СМД, ориентированной на задачи подготовки, трансляции, отладки и выполнения программ. Работа по выполнению директив СМТО происходит следующим образом: директива с терминала вводится с помощью программы ввода СМД (этих программ столько, сколько терминалов в СМД; СМТО может работать с восьмью терминалами). Директива распознается планировщиком СМД, который запускает диалоговую программу для начала обработки директивы. Если диалоговая программа не выполняет сама всю работу по директиве, то через подпрограмму связи с СОМС и планировщик СОМС вызывается программа, называемая исполнителем, которая продолжает обработку директивы.

Многие директивы выполняются диалоговой программой без вызова исполнителей. Исполнители СМТО или сами заканчивают работу по выполнению директивы, или вызывают обычным образом, пользуясь обращением к супервизору, нужный транслятор, перемещающий загрузчик или систему управления файлами (СУФ) [5].

СМТО состоит из диалоговой программы МТДР, ведущей диалог с пользователем, и набора исполнителей:

- МТТО1 для вызова перемещающего загрузчика,
- МТТО2 для вызова трансляторов и СУФ,
- МТТО3 для вызова генератора перекрестных ссылок в программах, написанных на языке МНЕМОКОД,
- МТТО4 для выполнения директив GO, OF1, OF8, ON, RUN, SS,

- МТТ05 для вызова пакетного редактора,
- МТТ06 для выдачи справки по набору директив СМТО,
- МТТ10 для вызова диалогового редактора.

Ввиду частого использования диалогового редактора исполнитель МТТ10 копируется в количестве терминалов, включенных в СМТО. Созданные исполнители имеют имена МТТ11, МТТ12, ..., МТТ17, где последний символ имени обозначает номер соответствующего терминала.

СМТО использует трансляторы с языков АЛГОЛ, ФОРТРАН, ФОРТРАН-4, МНЕМОКОД М-6000, МНЕМОКОД М-7000 и программное обеспечение СУФ. Более подробную информацию о возможностях СМТО и СМД можно получить из [6,7].

Опыт эксплуатации системы СМТО в ряде организаций показал ее высокую эффективность. При использовании СМТО увеличивается загрузка ЭВМ. Кроме того, СМТО обеспечивает пользователю удобство доступа к ЭВМ. Однако в СМТО отсутствует возможность работы на весьма популярном, особенно среди пользователей мини-ЭВМ, языке БЭЙСИК [8]. Ввиду того, что СМД является открытой системой, была разработана система БЭЙСИК ДОС РВ и включена в состав СМТО*.

Для вызова системы БЭЙСИК используется диалоговая программа МТТBS, обрабатывающая соответствующую директиву (//BASIC). Наличие отдельной диалоговой программы позволяет в случае необходимости сгенерировать СМД, ориентированную исключительно на работу с системой БЭЙСИК.

Диалоговая программа МТТBS проверяет на корректность запрос, создает копии исполнителей данной директивы МТТ2№ и МТТ3№, где № - номер терминала, с которого поступил запрос. Затем с помощью СОМС происходит передача управления исполнителю. По завершении работы с системой БЭЙСИК диалоговая программа производит уничтожение созданных копий.

* Гвоздев С.В. Многопультный БЭЙСИК ДОС РВ М-6000. См. наст. сб., с. 33-39.

Таким образом, в отличие от механизма копирования исполнителя МТТЮ, реализованного в СМО, в диалоговой программе МТТВС создание копии производится только в случае потребности в данном исполнителе. Динамическое копирование исполнителей позволяет более рационально использовать свободные описатели задач, что особенно важно, поскольку число их ограничено и задается только при генерации ДОС РВ.

Добавление системы БЭЙСИК в СМО производится генератором СМД. Процедура включения можно производить, не перегенерируя СМО. Перед этим необходимо перемещающим загрузчиком в режиме модификации ДОС РВ включить:

- диалоговую программу МТТВС,
- исполнители МТТ20 и МТТ30,
- вспомогательные программы МТТ5В, ТМСН.

Более подробно о системе БЭЙСИК ДОС РВ см. *.

Системы СМД, СОМС и СМО разработаны в Институте проблем управления АН СССР и Минприбора СССР. Система БЭЙСИК ДОС РВ создана в НИИ физики твердого тела ЛГУ им. П.Стучки.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Брусенцов Н.П. Миникомпьютеры. М., 1979. 272 с.
2. Куценко А.В., Полосьянец Б.А., Ступин Ю.В. Мини-ЭВМ в экспериментальной физике. М., 1976. 285 с.
3. Бредихин С.В., Талныкин Э.А. Кросс-ассемблер для вычислительных машин класса "Электроника-100". Новосибирск, 1976. 21 с. (Ин-т а и э СО АН СССР, препринт 43.)
4. Дискровая операционная система реального времени. Программное обеспечение М-6000 АСВТ-М. Руководство по пользованию. В.м., б.г., ч.1, 2-я ред. 249 с.

* Гвоздев С.В. Многопультный БЭЙСИК ДОС РВ М-6000. См. наст. сб., с. 33-39.

5. АСВТ-М. Программное обеспечение М-6000. Система управления файлами для дисковой операционной системы реального времени. Краткое описание и руководство по пользованию. З.116.000 ОП. Б.м., б.г. 157 с.

6. Программное обеспечение М-6000/М-7000 АСВТ-М и СМ ЭВМ. Система мультитерминального доступа СМД для ДЭС РВ-2. Краткое описание и руководство по пользованию. З.100.014 Т. Б.м., 1979. 39 с.

7. Программное обеспечение М-6000/М-7000 АСВТ-М и СМ ЭВМ. Система мультитерминальной отладки СМО для ДЭС РВ-М. Описание программы. З.100.015 Т. Северодонецк, 1978. 48 с.

8. Кетков В.Л. Программирование на БЭЙСИКе. М., 1978. 158 с.

Статья поступила 16 декабря 1981 год.

МНОГОПУЛЬТОВЫЙ БЭЙСИК ДОС РВ М-6000

С.В.Гвоздев

НИИ физики твердого тела ЛГУ им.Петра Стучки

Интерес к системе БЭЙСИК обуславливается прежде всего простотой обучения программированию на этом языке и эффективностью его использования в таких областях, как обучение программированию студентов, специализирующихся в области естественных наук, использование ЭВМ в программировании лабораторных работ, обработка экспериментальных данных, программирование несложных экспериментов, проверка вычислительных алгоритмов перед их реализацией на других языках [1].

В ЛГУ им. П.Ст.чки БЭЙСИК используется с 1974 года. Отсутствие некоторых возможностей интерпретатора БЭЙСИК М-6000 привело к необходимости проведения работ по его расширению. Первоначально вариант БЭЙСИКА, входивший в состав перфоленточного СПО АСВТ-М [2], был расширен за счет встроенного механизма внешних CALL-программ [3]. Сюда вошли:

- программы работы с графическим дисплеем СИГД;
- программы для рисования графиков на двухкоординатном самониссе;
- программы для работы с модулями устройств связи с объектом, входящих в номенклатуру М-6000;
- программы управления некоторыми нестандартными внешними устройствами (цифровые вольтметры, счетчики, управляемые шаговыми двигателями);
- программы ввода данных в БЭЙСИК-программу с внешних носителей и вывод данных;
- сервисные программы (разметка экрана дисплея, обращение к таймеру и т.д.).

На основе расширенного варианта БЭЙСИК в НИИФТТ были созданы системы обработки данных:

- для анализа и разложения сложных спектров на полосы, описываемые функциями Гаусса, Лоренца или Фойгта [4,5];

- для анализа кривых типа термостимулированной люминесценции диалоговая система Рига - Росток [6];

системы управления экспериментом:

- автоматизация измерения импульсной люминесценции методом счета фотонов [7];

- система автоматизации измерения спектров люминесценции [8];

- система автоматизации измерения спектров ЭПР [9];

- система автоматизации на базе спектрометра SPESORD-72IR [9].

Впоследствии БЭЙСИК был включен в магнитно-ленточную систему*. При этом были использованы магнитные ленты для хранения программ и данных. Разработанный БЭЙСИК дисковой операционной системы реального времени (DOS PB) учитывает все основные модификации, сделанные для ранних версий.

За основу была взята система БЭЙСИК DOS [10]. При адаптации системы была улучшена компоновка программы, что позволило увеличить объем памяти, выделяемый для размещения БЭЙСИК-программы, изменена организация ввода/вывода для повышения устойчивости к ошибкам оператора, добавлены новые и модифицированы старые системные операторы. Созданная система БЭЙСИК DOS PB пригодна для работы в многопрограммном режиме при наличии механизма копирования программ и закрепления их за терминалами пользователей. Организацию выполнения многих задач осуществляет DOS PB.

Конкретная версия многотерминального БЭЙСИКА разработана с использованием системы мультитерминального доступа

* Бальс А.Н. Расширение системных операторов БЭЙСИК М-6000. См. наст. сб., с. 40-44.

[II] и может работать также в составе системы мультитерминальной отладки (СМО) [12].

Сопряжение системы БЭЙСИК ДОС РВ с системой мультитерминального доступа (СМД) осуществляет специальная диалоговая программа, производящая обработку директивы вызова БЭЙСИКА со всех терминалов, включенных в СМД, и создание необходимого количества копий БЭЙСИКА. В настоящий момент в состав системы БЭЙСИК ДОС РВ входят следующие программные компоненты:

- МТТ20 - задача, осуществляющая ввод БЭЙСИК-программы, синтаксический контроль операторов, трансляцию программы и выполнение большинства системных операторов;

- МТТ30 - задача получает БЭЙСИК-программу, обработанную МТТ20, производит распределение памяти под описанные переменные, осуществляет синтаксический контроль БЭЙСИК-программы и производит ее интерпретацию; по окончании выполнения БЭЙСИК-программы осуществляется возврат в задачу МТТ20;

- МТТВБ - задача для связи системы БЭЙСИК и СМО (диалоговая программа); производит обработку директивы СМО вызова системы БЭЙСИК (//BASIC), размножает описатели задач МТТ20 и МТТ30, закрепляя созданные копии за терминалом, от которого поступил запрос на вызов БЭЙСИКА; уничтожает созданные копии после завершения работы пользователя в системе БЭЙСИК и сообщает об этом диспетчеру выполнения запросов СМО;

МТТСВ - задача осуществляет выполнение сервисных операторов HELP и ERROR;

- ТМАСН - вспомогательная задача.

Немного подробнее о функциях последней задачи. Задача МТТ20, работающая в диалоговом режиме, имеет повышенный приоритет. Кроме того, время работы задачи МТТ20 довольно мало, поэтому задержки в ДОС РВ на запрос от данной задачи практически незаметны. В то же время интерпретацию (выполнение) БЭЙСИК-программы осуществляет задача МТТ30, имеющая низший приоритет. Если запрос на исполнение БЭЙСИК-програм-

мы введен с нескольких терминалов, то появляется несколько задач одинакового приоритета, находящихся в одном и том же состоянии. Управление получает, согласно логике ДОС РВ, первая запросившая выполнение задача. Поскольку выполнение БЭЙСИК-программы является медленным, то задача, ставшая в очередь второй, может ждать исполнения довольно долго. Соответственно третья задача будет ждать окончания работы второй и т.д. В функции задачи ТМСН входит перераспределение списка задач, ожидающих своей очереди на исполнение и имеющих низший приоритет. Задача ТМСН ставится на исполнение по времени с заданным периодом, снимает с выполнения очередную задачу и передает управление стоящей за ней в очереди.

Таким образом, все задачи низшего приоритета, включая трансляторы и загрузчик, получают свой квант времени. Время, выделяемое задаче, определяется периодом выполнения задачи ТМСН.

Объем БЭЙСИК-программы зависит от величины раздела памяти для диск-резидентных задач. Задача МТТ20 требует 5,75 К слов памяти, например, при величине раздела для диск-резидентных задач 9,75 К слов можно запомнить около 400 БЭЙСИК-операторов. Задача МТТ30 занимает 4,5 К слов. Как видно, задача МТТ30 имеет резерв памяти, который используется для размещения описанных массивов и переменных.

Среди внесенных в БЭЙСИК изменений и дополнений необходимо отметить следующие.

I. Модифицированы системные операторы LIST, PLIST, SCRATCH, PTAPE, PUNCH. Кроме стандартного использования этих операторов, возможно использование их в виде:

LIST N1, N2;
PLIST N1, N2;
SCRATCH N1, N2;
PTAPE N1, N2;
PUNCH N1, N2;

где N1, N2 - номера строк БЭЙСИК-программы *.

* Бальс А.Н. Расширение системных операторов БЭЙСИК М-6000. См. наст. сб., с. 40-44.

2. Добавлены операторы, позволяющие хранить программы пользователя на диске:

GET /имя/ - оператор вызова с диска программы пользователя;

SAVE /имя/ - оператор записи файла с БЭЙСИК-программой на диск;

KILL /имя/ - оператор удаления с диска файла с программой пользователя.

Здесь /имя/ - имя файла, содержащего БЭЙСИК-программу пользователя, удовлетворяющее всем требованиям системы управления файлами DOS PB [13].

3. Добавлены сервисные системные операторы HELP , ○ ERROR N , PRUN.

HELP - оператор выдачи информации о наборе системных операторов БЭЙСИК;

ERROR N - оператор выдачи развернутой информации о последней или с номером N ошибке;

PRUN - оператор выполнения БЭЙСИК-программы с печатью результатов одновременно на системное печатающее устройство.

4. Введены вычисляемые операторы перехода:

Go TO M

GO SUB N,

IF (условие) THEN N1

где M, N, N1 - переменные, принимающие во время работы значения, соответствующие существующим в программе номерам операторов.

5. Для ускорения счета все возможные подпрограммы сделаны с использованием команд расширенной арифметики (на ЭВМ М-7000, СМ-1, СМ-2 возможно использование команд операций с плавающей запятой).

Существующая версия системы БЭЙСИК опробована на пяти терминалах. Система используется в учебном процессе в ДГУ им. Петра Стучки, а также для создания и отладки алгоритмов обработки экспериментальной информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кетков Ю.Л. Программирование на БЭЙСИКе. М., 1978. 158 с.
2. АСВТ-М. Программное обеспечение М-6000. Интерпретирующая система БЭЙСИК. Руководство по пользованию. З.134.000 ОП. Б.м., б.г. III с.
3. Кузьмин Ю.Я., Кузьмина Л.М. Расширение БЭЙСИК для задач АСУ. - В кн.: Управляющие вычислительные комплексы СМ-1 и СМ-2 СМ ЭВМ и применение их в автоматизированных системах управления. ЦНИИТЭИ приборостроения. М., 1978, с.32.
4. Кузьмина Л.М., Круглова Н.А., Растопчина В.А. Диалоговая программа для анализа ИК-спектров поглощения. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1978, с.13-28.
5. Кузьмина Л.М. Диалоговые системы обработки интегральных спектров. - В кн.: Управляющие вычислительные комплексы СМ-1 и СМ-2 СМ ЭВМ и применение их в автоматизированных системах управления. ЦНИИТЭИ приборостроения. М., 1978, с.71.
6. Глэфеке Х., Кузьмин Ю.Я., Назарова А.Н. Диалоговая система Рига - Росток для анализа кривых типа термостимулированной люминесценции. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1978, с.3-12.
7. Крауя У.Э., Упитис З.Т., Рикардс Р.Б. и др. Исследование процесса разрушения стеклопластика методом механолюминесценции. - В кн.: Механика композитных материалов. Рига, 1981, № 2, с.325-331.
8. Гука И.А., Круглова Н.А., Скуя Л.Н. Система автоматизации измерения спектров люминесценции. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1981, с. 109-123.
9. Пуранс Д.Я., Бегун Г.Г., Кузьмин Ю.Я., Аманис И.К. Автоматизация спектрометров РЭ-1301 и SPECTORD-721R. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1978, с.71-80.
10. Программное обеспечение М-6000/М-7000 АСВТ-М и СМ ЭВМ. Дисктовая операционная система. Краткое описание и руководство по пользованию. З.100.001 ОП. 2-я редакция. Б.м., 1978. 188 с.

11. Программное обеспечение М-6000/М-7000 АСВТ-М и СМ ЭВМ. Система мультитерминального доступа СМД для ДПС РВ-2. Краткое описание и руководство по пользованию. З.100.014 Т. Северодонецк, 1979. 39 с.

12. Программное обеспечение М-6000/М-7000 АСВТ-М и СМ ЭВМ. Система мультитерминальной отладки СМО для ДПСРВ-М. Описание программы. З.100.015 Т. Северодонецк, 1978. 48 с.

13. АСВТ-М. Программное обеспечение М-6000. Система управления файлами для дисковой операционной системы реального времени. Краткое описание и руководство по пользованию. З.116.000 ОП. В.м., б.г. 157 с.

Статья поступила 16 декабря 1981 года.

РАСПИРЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ОПЕРАТОРОВ БЭЙСИК М-6000

А.Н.Бальс

НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

В в е д е н и е

Благодаря своей доступности и достаточной универсальности, БЭЙСИК является широко используемым языком программирования. Однако в имеющемся варианте интерпретатора БЭЙСИК М-6000 отсутствует ряд системных и сервисных возможностей, которыми обладают наиболее современные модификации языка БЭЙСИК [1]. Основным неудобством является отсутствие возможности использовать в качестве внешних носителей магнитные ленты или диски.

Анализ современных модификаций языка БЭЙСИК позволил нам расширить имеющийся вариант интерпретатора системы БЭЙСИК М-6000. Реализована возможность использования магнитных лент в качестве внешних носителей при работе интерпретатора БЭЙСИК в магнитно-ленточной системе [2].

Модифицированные системные операторы БЭЙСИК

Модифицированы четыре системных оператора. Их формат в расширенном виде следующий:

1. LIST N1, N2 - вывод листинга БЭЙСИК-программы.
2. PLIST N1, N2, FN3 - вывод БЭЙСИК-программы из памяти машины на внешний носитель.
3. WSCRASH N1, N2 - стирание БЭЙСИК-программы из памяти машины.

4. RTAPE N1, N2, FN3 - ввод БЭЙСИК-программы в память машины с внешнего носителя.

В случае отсутствия параметров N1, N2, FN3 выполнение операторов будет происходить обычным образом [3].

Если указан параметр N1, но не указан параметр N2, действие системного оператора начинается со строки N1 (или с первого номера, большего N1, если строка с N1 отсутствует) и заканчивается на последней строке БЭЙСИК-программы.

Если после параметра N1 (через знак ",") стоит параметр N2, то завершение действия оператора произойдет на строке с N2 (при отсутствии строки с таким номером в БЭЙСИК-программе завершение действия оператора произойдет на строке, номер которой по величине предшествует значению параметра N2).

Пример:

SCRATCH 45, I30 - из программы исключаются все строки с номерами от 45 по I30 включительно.

Наличие параметра FN3 в операторе 2 и 4 указывает на то, что внешним носителем (при выполнении данного оператора) является магнитная лента. Отсутствие данного параметра означает, что внешним носителем является перфолента.

Параметр FN3 записывается в виде символа "F" с последующим числовым значением N3, где N3 - номер файла на магнитной ленте (с нуля и далее), куда записывается (оператор 2) или откуда считывается (оператор 4) БЭЙСИК-программа. Параметр заданный одним символом "F", будет означать работу с нулевым файлом.

Пример:

PLIST 60, 60, F2 - запись на магнитную ленту в файл 2.60-й строки БЭЙСИК-программы.

Структура изменений в БЭЙСИК

Для реализации вышеописанных изменений в работе системных операторов были широко использованы подпрограммы самой интерпретирующей системы БЭЙСИК.

GETCR - выборка одного символа.

INTCK - построение целого.

FNDPS - сравнение всех номеров рабочей БЭЙСИК-программы с заданным номером.

CLPRG - вычеркивание строки в рабочей БЭЙСИК-программе.

LETCK - определение: является ли символ буквой.

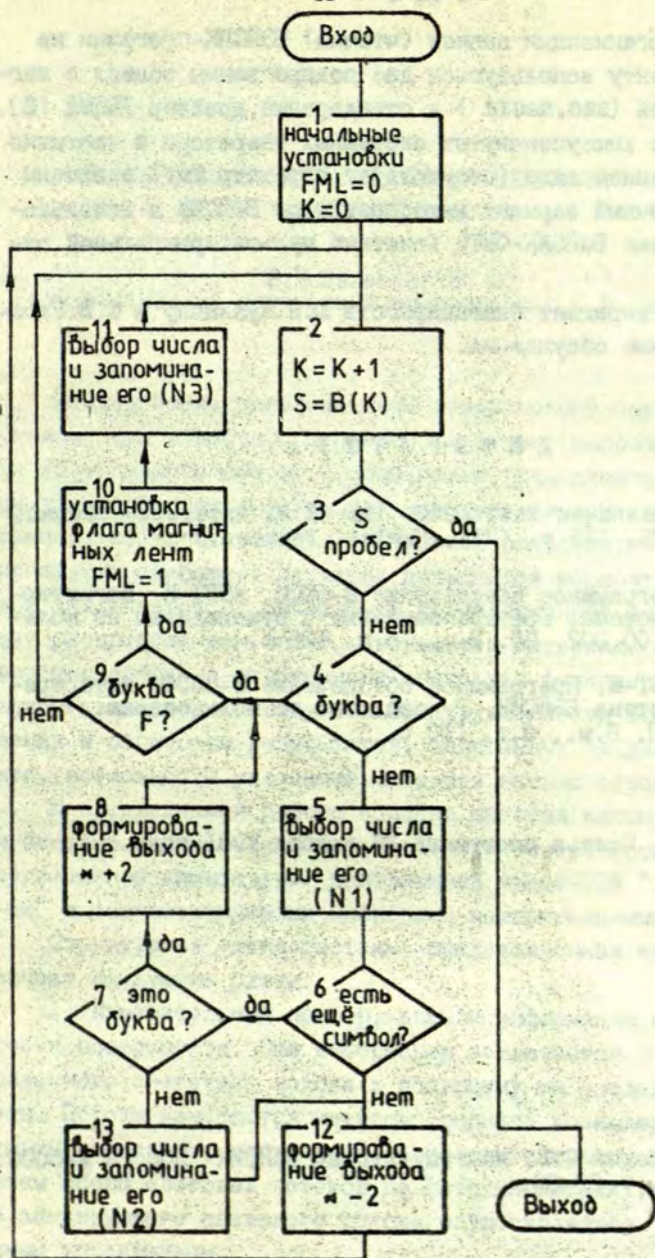
DIGCK - определение: является ли символ цифрой.

На основе этих подпрограмм была написана еще одна подпрограмма PRMTR, которая реализует следующие возможности:

- 1) анализ символов, стоящих после системной команды,
- 2) определение параметров N1, и N2,
- 3) оформление ухода на программы обмена с магнитной лентой,
- 4) определение параметра N3, соответствующего номеру файла на магнитной ленте,
- 5) оформление выхода из подпрограммы PRMTR в случае отсутствия параметров N1, N2 и FN3 (уход на выполнение оператора в стандартном варианте),
- 6) оформление выхода из подпрограммы PRMTR в случае наличия одного или более дополнительных параметров (N1, N2, FN3).

Структурная схема подпрограммы PRMTR представлена на рисунке.

При уходе на выполнение данного системного оператора в первую очередь происходит обращение к подпрограмме PRMTR. По ее завершению дальнейшее выполнение системного оператора идет либо обычным путем (в случае отсутствия дополнительных параметров), либо путем реализации вышеописанных дополнительных сервисных возможностей.



Р и с. Структурная схема подпрограммы PRMTR.

При организации записи (чтения) БЭЙСИК-программы на магнитную ленту используются две подпрограммы обмена с магнитной лентой (BEG.BEGIN) и стандартный драйвер УВПМД [2].

Четыре вышеупомянутых системных оператора в частично модифицированном виде (отсутствует параметр FN3) включены в перфоленточный вариант интерпретатора БЭЙСИК и используются в системе БЭЙСИК-СМО (система мультитерминальной отладки) *.

Автор выражает благодарность Д.Я.Кузьмину и С.В.Гвоздеву за ценные обсуждения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Timeshared BASIC/2000. Level E. Reference Manual. Cupertino, 1975. 115 p. (USA, Hewlett Packard.)

2. Программное обеспечение М-6000. АСВТ-М. Магнитно-ленточная система. Краткое описание и руководство по пользованию. З.100.002. ОП. Б.м., б.г. 126 с.

3. АСВТ-М. Программное обеспечение М-6000, интерпретирующая система БЭЙСИК. Руководство по пользованию. З.134.000 ОП. Б.м., б.г. 110 с.

Статья поступила 23 ноября 1981 года.

* Гвоздев С.В. Многопультный БЭЙСИК ДЭС РВ М-6000. См. наст. сб., с. 33-39.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ
"ЭЛЕКТРОНИКА-60"

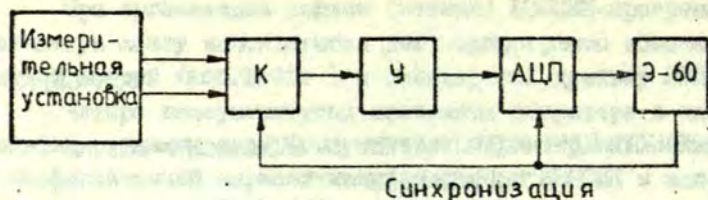
Б.В.Вылегжанин
Государственный оптический институт им. С.И.Вавилова

Исследование шероховатости поверхностей оптических материалов, как известно, основано на фотометрировании отраженного когерентного света. С этой целью традиционно используется аналоговая аппаратура для измерения интенсивности отраженного света с последующей записью результатов с помощью самопишущих приборов. Методика дальнейшей обработки результатов заключается в вычислении корреляционной зависимости между распределением высот неровностей материала и интенсивностью диффузно отраженного света как функции координаты зондирующего пятна. Ввиду большой трудоемкости операций считывания и обработки результатов, записанных на диаграммной ленте, возможности указанной методики весьма ограничены.

В предлагаемой работе описана простая автоматизированная система исследования шероховатости поверхности с помощью вышеуказанной аппаратуры, дополненной микро-ЭВМ "Электроника-60" с соответствующими цифровыми измерительными приборами.

Структурная схема системы, представленная на рис., включает следующие блоки:

1. Измерительный прибор, дающий информацию о шероховатости поверхности. Эта информация заключается в отношении отраженного светового потока к подающему на исследуемый образец. Потoki измеряются методом среднего тока двумя независимыми каналами, состоящими из соответствующих оптических систем сбора световых потоков на фотоумножителях. Сканирование зондирующего светового потока осуществляется автономно ручным управлением.



Р и с. Структурная схема системы измерения шероховатости поверхности оптических материалов.

2. Коммутатор аналогового сигнала, позволяющий ввиду высокой интенсивности световых потоков в данной системе коммутировать сигнал непосредственно на выходе измерительного прибора, чем достигается достаточное упрощение последующего измерительного тракта.

3. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП), представляющий промышленный прибор Ф-722, который выполняет функцию преобразования сигналов в дискретную форму, пригодную для ввода в микро-ЭВМ.

4. Усилитель аналогового сигнала, согласующий уровни сигналов на выходе измерительного прибора и входе в Ф-722.

5. Микро-ЭВМ "Электроника-60", служащая для выполнения функций накопления результатов измерений в обоих оптических каналах в течение всего цикла сканирования и последующей обработки накопленной информации. Выполнение указанных функций обеспечивается конфигурацией микро-ЭВМ с оперативной памятью 16К-байт и с периферийными устройствами "Консул-260" (системный пульт) и фотосчитывающим устройством PS-1500 (ввод программы сбора и обработки данных).

6. Таймер, используемый для задания числа измерений светового сигнала за время одного эксперимента.

Так как в измерительном устройстве не предусмотрено управление от ЭВМ, то нами автоматизирован только процесс накопления информации и ее обработки.

Алгоритм накопления информации заключается в следующем. Экспериментатор вручную на таймере задает частоту измерений оптических сигналов. При этом каждое измерение состоит из преобразования сигнала интенсивности падающего света и преобразования сигнала интенсивности отраженного света. Время между такими измерениями выбирается по возможности минимальным и определяется суммой времени преобразования сигнала АЦП, времени обработки прерывания микро-ЭВМ для обслуживания АЦП и времени обслуживания коммутатора.

Частота измерения устанавливается экспериментатором на таймере исходя из допустимой длины накапливаемого массива данных и скорости сканирования оптического зонда по поверхности образца.

Первичная обработка информации в ходе накопления данных включает вычисления отношения отраженный - падающий свет и определения экстремальных значений полученного отношения.

В память микро-ЭВМ заносятся только экстремальные значения. Это, с одной стороны, сохраняет информацию о шероховатости образцов, а с другой - позволяет в заданном объеме памяти микро-ЭВМ накопить существенно больше информации. Программы эксперимента используют типовое программное обеспечение ДС-СМ микро-ЭВМ "Электроника-60", предусматривающее работу в режиме диалога. В этом случае диалог используется при формировании паспорта эксперимента, при запуске программы измерения и первичной обработки данных, а также при запуске программы конечной обработки данных.

В паспорте фиксируются размеры образца скорость сканирования оптического зонда, частота измерения и размер массива результатов.

Программа измерения реализует рассмотренные выше функции организации работы системы, а программа конечной обработки - вычисление характеристик шероховатости поверхности образца и представление результатов в виде гистограмм и таблиц.

АНАЛИЗ СПЕКТРОВ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА

Я.Я.Аболиньш, Л.М.Кузьмина
НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

В в е д е н и е

При исследовании оптических спектров поглощения, комбинационного рассеяния, спектров ЭПР, ЯМР и других часто требуется разделять перекрывающиеся полосы спектра. В большинстве случаев эту задачу нельзя решить улучшением разрешающей способности прибора из-за естественной ширины спектральных полос, поэтому применение ЭВМ для этих целей носит принципиальный характер. Решение задачи основывается на подборе аналитической функции, хорошо описывающей форму отдельных полос спектра с последующим определением значений параметров этих функций методами оптимизации.

Более чем десятилетний опыт обработки спектров в ЛГУ им. Петра Стучки подтвердил, что решение подобных задач необходимо организовывать при тесном контакте пользователя с ЭВМ [1-3]. Организация работы в режиме диалога позволяет выбирать варианты при наличии нескольких альтернативных возможностей: контролировать результаты на каждом шаге вычислений, вносить желаемые поправки. Так, при решении вышепоставленной задачи пользователь выбирает последовательность шагов обработки после визуального просмотра спектра на экране графического дисплея СИГД, например, удаление точек сбоя, вычитание линейного фона проводится по усмотрению пользователя. Прежде, чем перейти к оптимизации, на пользователя возлагается решение следующих вопросов:

1. Определение числа полос, входящих в сложный спектр.
2. Выбор функции, описывающей форму отдельных полос в спектре.
3. Задание начального вектора значений параметров полос.

Так как однозначное разложение зависит от вида исходного спектра, т.е. степени разрешенности полос, от того насколько правильно определено число полос в нем и от значений начального вектора параметров, то полученные в результате оптимизации значения параметров могут не соответствовать физическому содержанию задачи. Как показал опыт, участие самого пользователя в определении числа полос и заданий начального вектора параметров позволяет учитывать всю априорную информацию, что и обеспечивает разложению максимум физического смысла.

Программа разложения перекрывающихся полос

Настоящая версия диалоговой программы для разделения перекрывающихся полос в сложном спектре написана на языке ФОРТРАН-4 дисковой операционной системы реального времени (DOS PB). Фактически это целый набор программ, выполняемых под управлением одной главной программы (VAR). Основные ее функции:

1. Заказ ресурсов ЭВМ.
2. Организация диалога с пользователем.
3. Диагностика ошибок пользователя и выдача описания всех доступных директив.
4. Запуск программ, соответствующих директивам пользователя, с передачей им параметров через диски.
5. Освобождение ресурсов ЭВМ по окончании работы.

Режим диалога пользователя с машиной организован на базе терминала ДМ-2000 и системы DOS PB M-6000. Программа диалога работает в режиме интерпретации. Пользователю доступно 14 директив: /ВВОД/, /ПЕЧАТЬ/, /УДАЛИТЬ/, /ЗОН/,

/ГАУСС/, /ЛОРЕНЦ/, /ПАРАМЕТРЫ/, /ВАРЬИРОВАТ/, /СУММА/, /ОПТИМИЗАЦИЯ/, /ЗАПОМНИТЬ/, /ЭТАЛОН/, /!-СПРАВКА/, /./.. Вводимые директивы идентифицируются по первым двум символам. При вводе неверной директивы, также как и по директиве /СПРАВКА/, программа распечатывает пользователю на экран дисплея все имеющиеся в системе директивы. При необходимости ввода пользователем значений параметров программа подсказывает ему, что и в каком формате необходимо вводить.

По директиве /ВВОД/ с перфоленты или из файла на диске вводится исходный спектр и высвечивается на экране графического дисплея для просмотра его пользователем. Для удаления точек сбоя по директиве /ПЕЧАТЬ/ на экран дисплея выводится пронумерованный спектр, а затем задаются номера точек сбоя в качестве параметров директивы /УДАЛИТЬ/. Если пользователем принято решение о присутствии фона, то его можно вычесть, воспользовавшись директивой /ФОН/. Определение числа полос в спектре и выбор функции, описывающей форму полосы, полностью возлагается на пользователя. В программе заложены две функции, описывающие форму полос:

функция Гаусса:

$$y(x) = A \cdot \exp \left[-\frac{2.7762 \cdot (x - B)^2}{C^2} \right], \quad (1)$$

функция Лоренца:

$$y(x) = \frac{A}{1 + 4 \cdot [(x - B)/C]^2}. \quad (2)$$

После ввода директивы /ГАУСС/ или /ЛОРЕНЦ/ программа запрашивает:

"Введите номер полосы",

а затем значения параметров для заданной полосы в следующем порядке:

"Амплитуда, положение максимума, полуширина".

После ввода параметров на экране СИГД одновременно со спектром высвечивается полоса, вычисленная по введенным параметрам. Директива /ВАРЬИРОВАТЬ/ позволяет пользователю изменять начальные значения параметров полосы, предварительно задав ее номер. После каждого ввода приращения для одно-

го из параметров на экране СИГД высвечивается одновременно со спектром и пересчитанная по новым значениям параметров полоса. Директива /СУММА/ позволяет увидеть на экране дисплея суммарную модель для полос с уже заданными начальными приближениями параметров. По директиве /ПАРАМЕТРЫ/ выводятся начальные или оптимальные значения параметров на экран дисплея или на АЦПУ.

После задания начального вектора параметров для всех полос по директиве /ОПТИМИЗАЦИЯ/ начинается их подгонка. Оценивание параметров проводилась по методу затухающих наименьших квадратов [4]. Это один из эффективных методов оптимизации, применяемый для разделения сложных спектров [5]. Исследования показали, что метод сходится за 3-4 цикла, если начальный вектор параметров выбран вблизи точки минимума. Использование режима диалога и задание начального вектора параметров самим пользователем приводит к выполнению этого условия.

Использование среднеквадратичного критерия при большом числе итераций приводит к тому, что значение функционала уменьшается за счет искажения истинного положения полосы. Контроль пользователем процесса разложения спектра на каждом шаге итерации на дисплее дает ему возможность остановить процесс оптимизации в подходящий на его взгляд момент.

По директиве /ЗАПОМНИТЬ/ на диски записываются файлы: исходный спектр, значения отдельных полос, вычисленные по оптимальным параметрам, суммарная модель спектра и разность между исходным спектром и суммарной моделью для их последующего вывода на устройство рисования графиков.

Директива /ЭТАЛОН/ предназначена для проверки и демонстрации работы программы VAR. В качестве эталона вычисляется сумма трех гауссовых функций с параметрами:

.4,.25,.15

1. .5 .2

.2,.8,.2

Для выхода из программы предназначена директива // (точка).

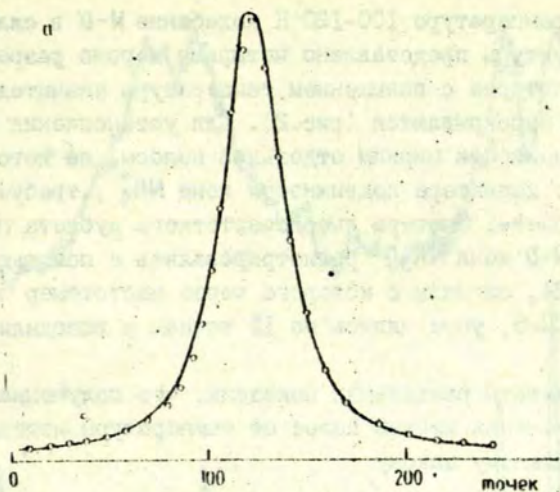
Анализ спектров комбинационного рассеяния

В молекулярных и им подобных кристаллах выделяют четыре типа колебаний, различающихся по характеру движения частиц: внутримолекулярные, внешние - трансляционные, вращательные и локальные колебания. Последние представляют колебания примесных частиц. Форма полос первых трех типов колебаний определяется дисперсией колебательных ветвей, плотностью колебательных состояний, правилами отбора и может быть сложной. Во многих случаях наблюдаемые колебательные полосы хорошо аппроксимируются линейной комбинацией гауссовой и лоренцевой функций:

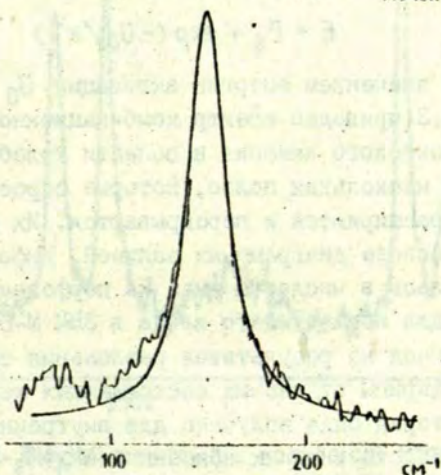
$$J(x) = A \cdot [G \cdot F_G(x) + (1-G) F_L(x)]. \quad (3)$$

Функция $J(x)$ задается четырьмя параметрами: положением максимума B , амплитудой A , шириной C и долей гауссовой части G . С помощью вышеописанной программы проводился анализ сложных участков спектра комбинационного рассеяния нитрата аммония, относящихся к внутренним, внешним и локальным колебаниям. Анализ формы отдельных полос спектра комбинационного рассеяния нитрата аммония (рис. I) показал, что для описания формы полос этих спектров можно использовать функцию Лоренца.

Исследования колебательного спектра NH_4NO_3 в области существования V -фазы [6,7] показывают, что колебательные полосы аммония с повышением температуры от 100 до 260 К претерпевают значительные изменения, которые рассматриваются как следствие подвижности протона. Подвижность иона аммония непосредственно сказывается на полосы его внутренних и внешних колебаний. Однако из-за наложения и резонансов полоса невырожденного полносимметричного колебания иона аммония не может быть использована для непосредственного исследования, в то время как полоса валентного колебания $N-D$ примесного иона NH_3^+ лежит в области, где спектр основного кристалла отсутствует.



б



Р и с. I. Подбор параметров аналитической функции вида (3) для описания линий в спектре комбинационного рассеяния нитрата аммония.

а - полоса полностью симметричного внутреннего колебания иона NO_3^- ; кружками обозначены значения интенсивности, рассчитанные по формуле (3) при $\theta = 0,2$, дающие наилучшее согласие с экспериментом (сплошная кривая);

б - наиболее изолированная полоса внешних колебаний ионов NO_3^- 171 см^{-1} (B_g^2); наилучшее согласие с экспериментальной кривой получено при $\theta = 0$ (сплошная линия); некоторое поднятие левого (низкочастотного) крыла обусловлено присутствием другой линии.

При температуре 100-120 К колебание N-D в силу особенностей структуры представлено четырьмя хорошо разрешенными полосами, которые с повышением температуры значительно расширяются и перекрываются (рис.2). Для установления температурной зависимости ширины отдельной полосы, по которой можно судить о характере подвижности иона NH_4^+ , требуется разложение дублета. Спектры высокочастотного дублета полосы колебания N-D иона NH_3D^+ регистрировались с помощью спектрометра ДФС-24, сигналы с которого через частотомер поступали на ЭВМ ИБСМ-5, усреднялись по 11 точкам и выводились на "Консул".

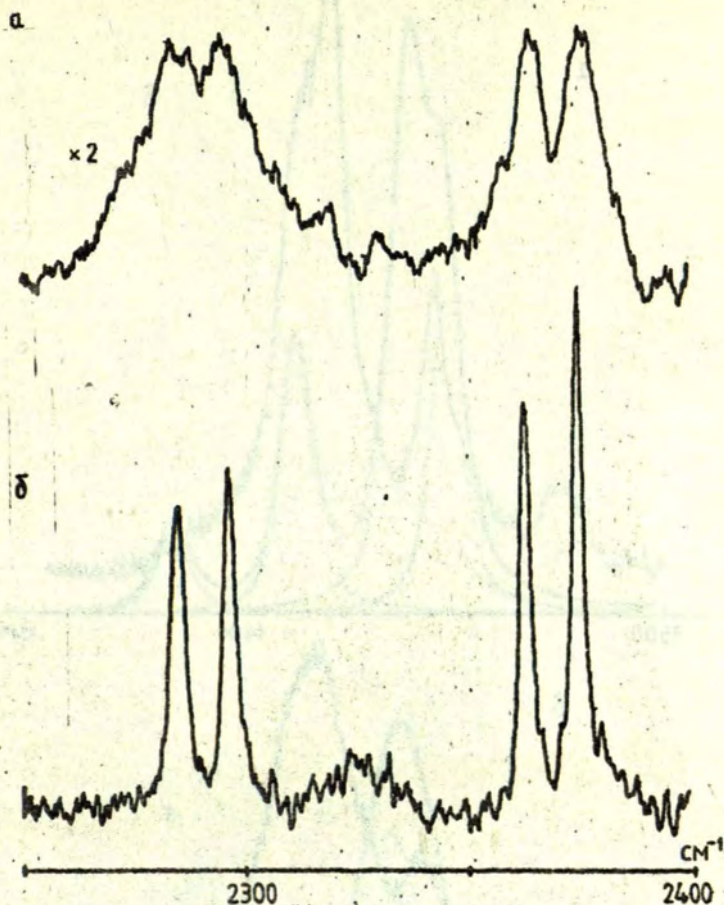
Результаты разделения показали, что полученная зависимость изменения ширины полос от температуры изменяется по экспоненциальному закону

$$E = E_0 + \exp(-U_0/kT) \quad (4)$$

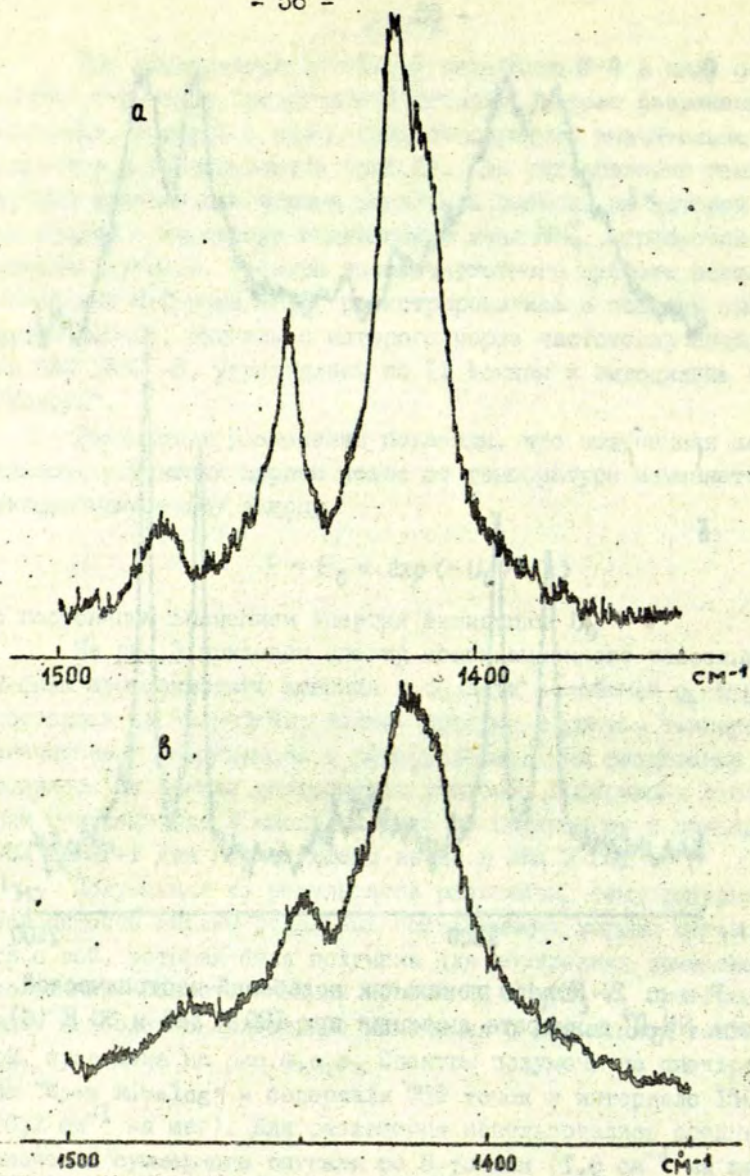
с постоянным значением энергии активации U_0

На рис.3 приведен спектр комбинационного рассеяния V-фазы азотнокислого аммония в области колебания $\nu_4\text{-NH}_4^+$, состоящей из нескольких полос, которые с ростом температуры значительно расширяются и перекрываются. Их разделение проводилось на основе диаграммных записей. Информация с последних переводилась в числовом виде на перфоленту с помощью ЭВМ ДНЭПР-I для последующего ввода в ЭВМ М-6000.

Полученная из результатов разложения температурная зависимость ширины отдельных составляющих хорошо согласуется с той, которая была получена для внутренних примесных колебаний. Область внешних колебаний $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-V}$, претерпевающая наиболее значительные изменения с повышением температуры, приведена на рис.4, а, в. Спектры получены на спектрометре "Sprex Ramalog" и содержали 750 точек в интервале 150-300 cm^{-1} (0,2 cm^{-1} на шаг). Для разложения использовались средние значения суммарного сигнала по 8 точкам (1,6 cm^{-1} на шаг). Результаты разложения иллюстрируются на рис. 4, б, г.



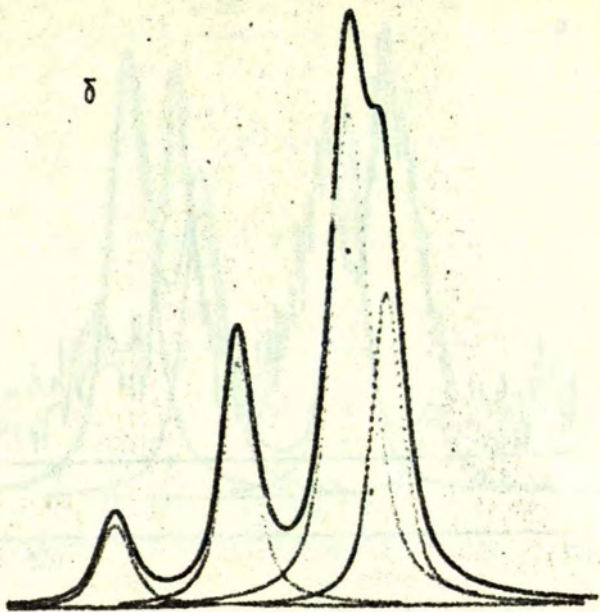
Р и с. 2. Полосы локальных колебаний изотопической примеси NH_3D^+ в нитрате аммония при 180 К (а) и 80 К (б).



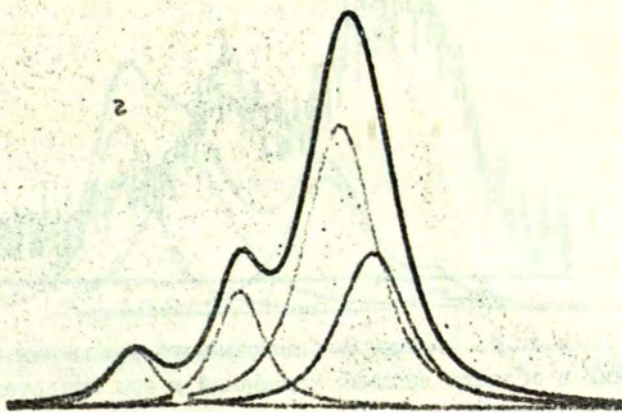
Р и с. 3. Спектр комбинационного рассеяния нитрата аммония в области колебания $\nu_4 - \text{NH}_4^+$ и результаты его разложения:

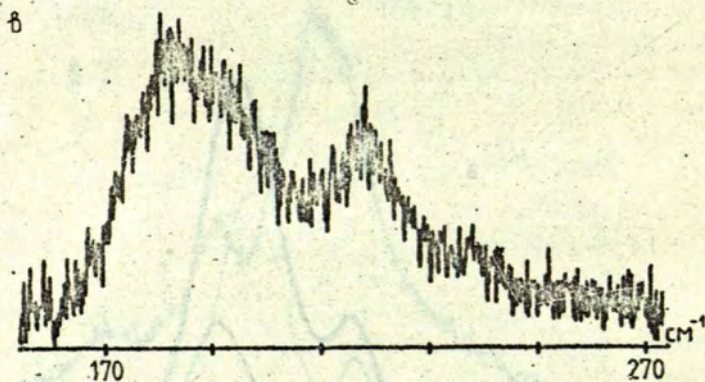
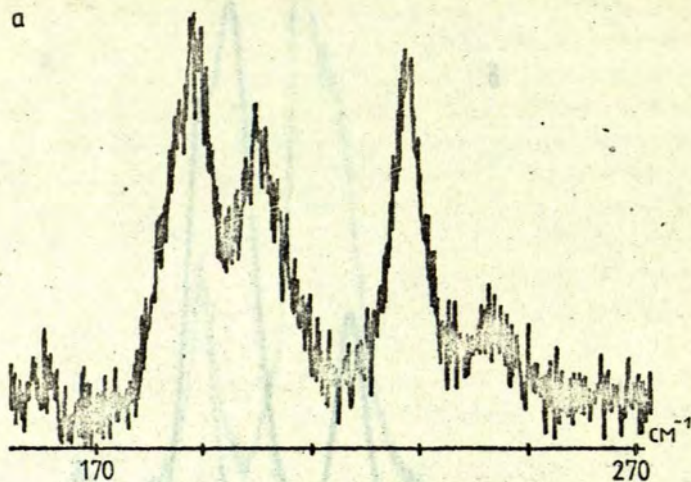
а и б при 175 К; в и г - при 250 К.

δ



2

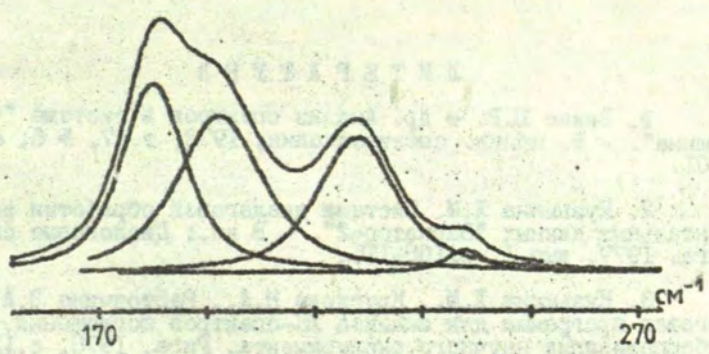
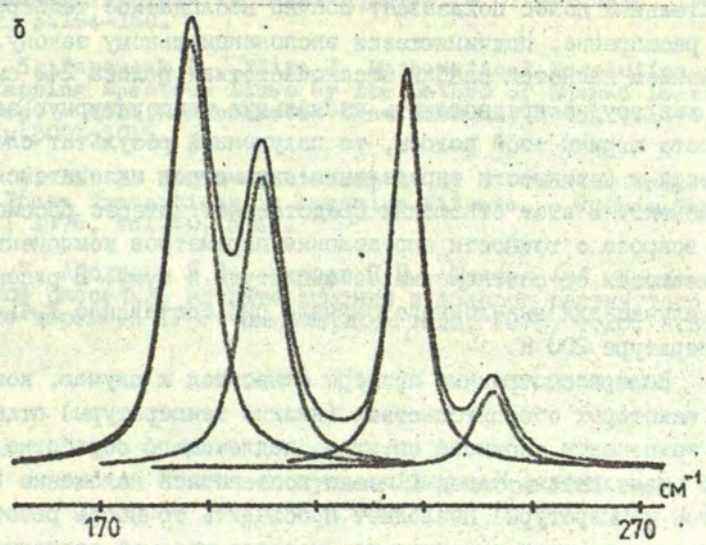




Р и с. 4. Спектр комбинационного рассеяния нитрата аммония в области внешних колебаний и его представление после разложения.

а, б - при $T = 90 \text{ K}$. в, г - при $T = 200 \text{ K}$.

δ



Анализ температурной зависимости ширины отдельных колебательных полос показывает обычно наблюдаемое температурное расширение, подчиняющееся экспоненциальному закону. Исключением является слабая высокочастотная полоса 240 см^{-1} . Так как трудно предположить аномальную температурную зависимость ширины этой полосы, то полученный результат следует отнести к неточности определения параметров малоинтенсивных компонент. В этом отношении представляет интерес рассмотрение вопроса о точности определения параметров компоненты в зависимости от соотношения ее амплитуды к шуму. В рассмотренном случае для выделенного сигнала оно составляло $1,41$ при температуре 200 К .

Вышерассмотренные примеры относятся к случаю, когда при некоторых обстоятельствах (низкие температуры) отдельные компоненты сложного спектра, подлежащего обработке, хорошо разделяются. Имеющее место постепенное наложение (с ростом температуры) позволяет проследить точность работы программы по экспериментально устанавливаемой зависимости (от температуры) параметров отдельных компонент. Проверка результатов показала хорошее согласие с экспериментально ожидаемыми, что позволяет считать результаты достаточно достоверными и в том случае, когда такая проверка невозможна.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Закис Д.Р. и др. Анализ спектров в системе "человек машина". - Ж. прикл. спектроскопии, 1972, т.17, № 6, с.1098-1101.
2. Кузьмина Л.М. Система диалоговой обработки экспериментальных данных "Вариатор-2". - В кн.: Диалоговые системы. Рига, 1977, вып.1, с.108-115.
3. Кузьмина Л.М., Круглова Н.А., Растопчина В.А. Диалоговая программа для анализа ИК-спектров поглощения. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига, 1978, с.13-20.

4. Levenberg K. A Method for the Solution of Certain Non-Linear Problems in Least Squares. - Q.Appl.Math., 1944, vol.2, p.164-168.

5. Papousek D., Pliva J. Mathematical Resolution of Overlapping Spectrum Lines by the Method of Damped Least Squares. - Coll.Czechoslovak Chem.Comm., 1965, vol.30, N 3, p.3007-3015.

6. Bal I. Raman Scattering Study of the Low Temperature Phase Transitions in Ammonium Nitrate. - J.Chem.Phys. Lett., 1976, vol.40, p.41.

7. Аболиньш Я.Я., Карпов С.В., Шултин А.А. Комбинационное рассеяние нитрата аммония в области растянутого фазового перехода IV-V-физ. твердого тела, 1978, т.20, с.3660

Статья поступила 23 декабря 1981 года.

ПЕРЕЗАГРУЖАЕМЫЙ ДРАЙВЕР СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Д.Т.Андерсоне, Я.Я.Индулевич
Институт механики полимеров АН Латвийской ССР

В в е д е н и е

Создание сложных систем автоматизации научных исследований, систем отладки приборов и устройств с широким использованием ЭВМ ставит ряд вопросов, решение которых тем или иным путем дает возможность сократить объем оперативной памяти, количество технических средств, время на разработку и изготовление технических и программных средств. Особенно важным является вопрос о распределении задач между техническими средствами и программными средствами. Для решения многих задач важно иметь возможность быстро менять логику интерфейса связи с периферией, поэтому целесообразно возложить максимум функций интерфейса на программные средства - драйверы. Однако, как известно, в операционных системах реального времени (ОС РВ) ряда мини-ЭВМ (M-6000, M-7000, СМ1, HP 2100, HP 21MX) нет возможности быстро изменить программную часть интерфейса - драйверы без генерации операционной системы заново для включения в нее нового драйвера. Кроме того, для отладки драйвера необходимо несколько раз проводить генерацию. Следует также учитывать, что генерация ОС РВ влечет за собой возобновление всех абсолютных программ пользователя, так как их названий в таблице новой ОС РВ не имеется.

С подобными трудностями сталкиваются разработчики, которые используют драйверы ДОС РВ (M-6000, СМ1) или RTE (HP 2100, HP 21MX) для стыковки нестандартного оборудования, печатающих устройств, графопостроителей, дисплеев, отладочного оборудования [1,2].

Не редки случаи, когда приходится экономить оперативную память, поэтому нет возможности включить все драйверы устройств при генерации операционной системы и приходится иметь несколько сгенерированных систем, каждая из которых решает определенный круг задач.

Некоторый интерес представляет использование драйверов как интерфейсных программ при использовании пакетов прикладных программ с разнотипной аппаратурой.

Учитывая вышеизложенное, авторами был разработан специальный перезагружаемый драйвер и ряд программ, обеспечивающих значительные удобства при отладке оборудования и драйверов.

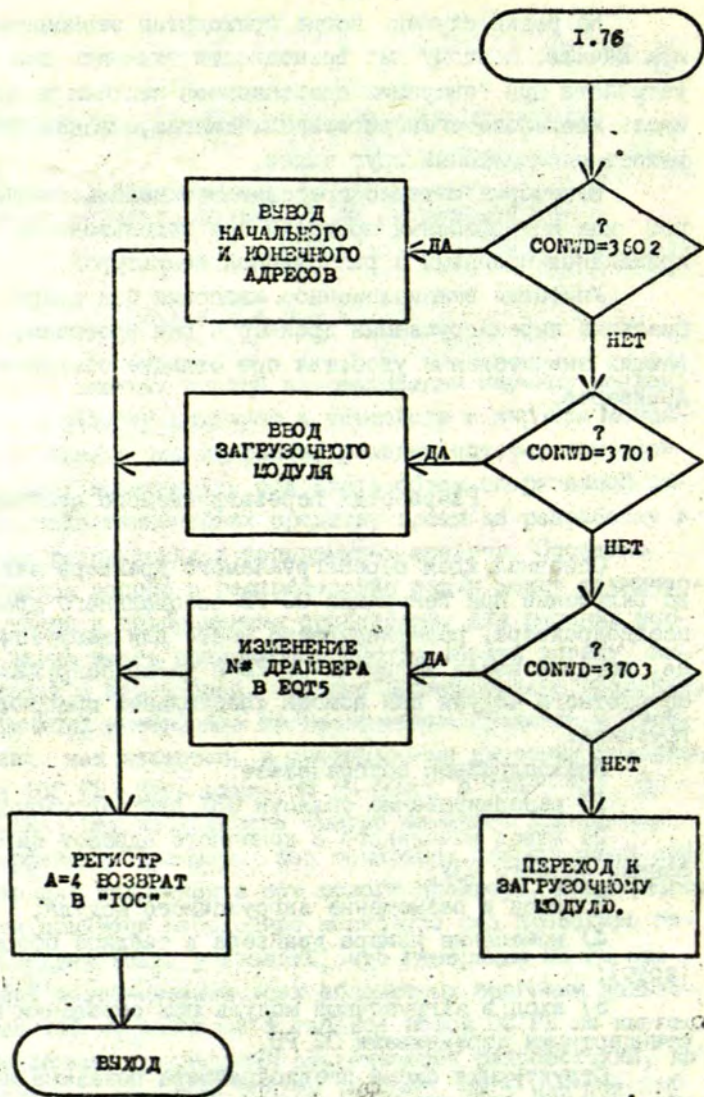
Разработка перезагружаемого драйвера

Основная идея перезагружаемого драйвера заключается во включении при генерации ОС РВ специального драйвера - псевдодрайвера, резервирующего место для загрузочного модуля, который после загрузки ОС РВ с диска загружается в виде абсолютного модуля при помощи специальной программы - загрузчика.

Псевдодрайвер обеспечивает:

- 1) резервирование области ОЗУ для загрузочного модуля;
- 2) вывод начального и конечного адресов зарезервированной области ОЗУ;
- 3) ввод и размещение загрузочного модуля;
- 4) изменение номера драйвера в таблице оборудования (EQТ5);
- 5) вход в загрузочный модуль при обращении к драйверу стандартными директивами ОС РВ.

Структурная схема псевдодрайвера показана на рис. 1. Выполнение той или иной функции определяется управляющим кодом COMWD (10-6 разряды) в директиве. После размещения загрузочного модуля при обращении к драйверу с COMWD (10-6 разряды) = 0-35 управление передается в тело загруженного модуля.



Р и с. 1. Структурная схема псеводрайвера.

При генерации псевдодрайвер в виде перемещаемого модуля включается в ОС РВ. Псевдокомандой BSS в конце псевдодрайвера резервируется необходимая область для загрузочного модуля.

Загрузочный модуль оформлен как абсолютная программа, в которой место загрузки определяется псевдокомандой `ORG XXXXXX`, где `XXXXXX` - начальный адрес области загрузки, определяемый программой идентификации начального и конечного адресов при обращении к псевдодрайверу управляющим кодом `CSLWD = 36 XX`, где `XX` логический номер устройства (приложение I). Загружаемый модуль должен соответствовать следующим условиям:

I. Начало модуля

ORG	XXXXXX	нач. адрес
DV DEF	.C. YY	YY - номер драйвера
DEF	.I. YY	
I. YY DEF	DV-66, I	
C. YY DEF	DV-2, I	
I YY DEF	DV-66	
C YY DEF	DV-2	

2. Операнды в командах обращения к входным точкам драйвера должны быть косвенными.

Например, `I SZ CO2, I`
`S TA IO2, I`

3. При обращении к системным модулям они должны быть предварительно оговорены в псевдодрайвере (приложение II). В загрузочном модуле перед обращением к системным модулям истинные адреса должны быть загружены из псевдодрайвера.

Программа загрузки DVR2 обеспечивает загрузку загрузочного модуля, оформленного в виде абсолютной программы в область памяти, зарезервированной псевдодрайвером. Начальный адрес загрузочного модуля должен быть согласован с местом расположения псевдодрайвера при каждой конкретной генерации ОС РВ (приложение III).

Программа загрузки запускается директивой

ON, DVR2, LU, XXB

где

LU - логический номер устройства.

XX - номер нового драйвера (DVR XX) и номер файла (DV XX) с загрузочным модулем.

Пример.

Загрузочный модуль для формирования драйвера системного печатающего устройства под названием DVR12 должен быть записан в файле DV 12. Для перезагрузки драйвера по логическому номеру устройства, равному 6 (LU = 6), следует пользоваться директивой

ON, DVR2,6, 12B

При этом в таблице оборудования (слово № 5) устанавливается новый код типа оборудования, равный номеру драйвера.

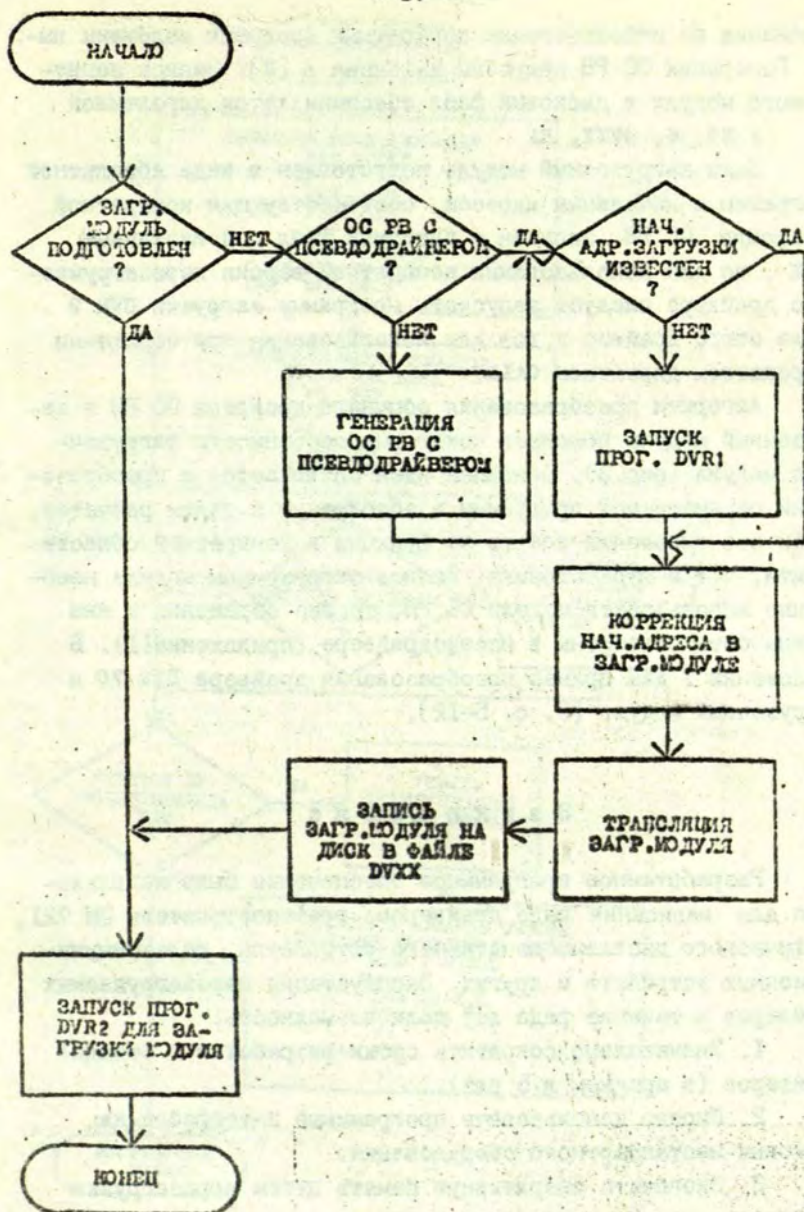
Следует отметить, что программа DVR 2 взаимодействует только с псеводрайвером, поэтому в параметре LU могут быть только те логические номера, согласно которым при генерации ОС PB включен псеводрайвер.

Программа идентификации области загрузки DVR1 дает возможность выяснить начальный и конечный адреса области, зарезервированной для загрузочного модуля в теле псеводрайвера (приложение IV). Эти адреса могут меняться при конкретной генерации ОС PB. Начальный адрес должен быть использован как операнд в команде ORG при написании загрузочного модуля. Во избежание недоразумений загрузочный модуль должен работать только до конечного адреса области. Запуск программы осуществляется директивой

ON, DVR1, LU

LU - логический номер устройства, для которого имеется псеводрайвер, область которого следует выяснить. Программа выводит начальный и конечный адреса на системную консоль.

Алгоритмы работы с перезагружаемым драйвером заключается в выполнении ряда операций в порядке, указанном на рис.2.



Р и с. 2. Алгоритм использования презагружаемого драйвера.

Пояснения по использованию конкретных программ изложены выше. Генерация ОС РВ подробно изложена в [3]. Запись загрузочного модуля в дисковый файл обеспечивается директивой

: ST, 4, DVXX, BA

Если загрузочный модуль подготовлен в виде абсолютной программы с начальным адресом, соответствующим конкретной генерации ОС РВ, записан в дисковый файл под названием DVXX, то для использования конкретной версии перезагружаемого драйвера следует запускать программу загрузки DVR 2. После этого драйвер готов для использования при обращении посредством директивы CALL.

Алгоритм преобразования обычного драйвера ОС РВ в загрузочный модуль поясняет некоторые особенности загрузочного модуля (рис.3). Основная идея заключается в преобразовании перемещаемой программы в абсолютную с таким расчетом, чтобы она выполняла все те же функции в конкретной области памяти, что и перемещаемая. Если в загрузочном модуле необходимо использовать модули ОС РВ, то все обращения к ним должны быть оговорены в псевдрайвере (приложение II). В приложении I дан пример преобразования драйвера DVR 70 в загрузочный модуль [3, с. 5-12].

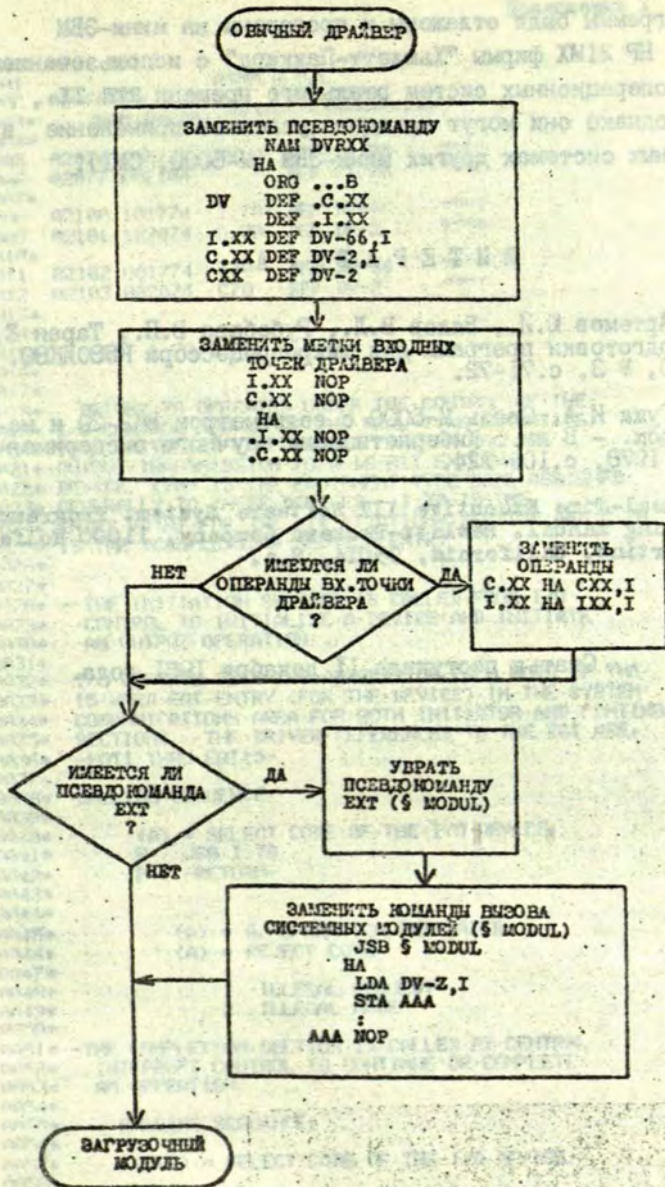
З а к л ю ч е н и е

Разработанное программное обеспечение было использовано для написания ряда драйверов: графопостроителя ЭМ 72I, графического дисплея, печатающего устройства, телекоммуникационных устройств и других. Эксплуатация перезагружаемых драйверов в течение ряда лет дала возможность:

1. Значительно сократить сроки разработки и отладки драйверов (в среднем в 5 раз).

2. Широко использовать программные интерфейсы для стыковки нестандартного оборудования.

3. Экономить оперативную память путем перезагрузки драйверов.



Р и с. 3. Алгоритм преобразования обычного драйвера в загрузочный модуль.

Программы были отлажены и проверены на мини-ЭВМ HP 2100 и HP 21MX фирмы "Хьюлетт-Паккард" с использованием дисковых операционных систем реального времени RTE II, RTE III, однако они могут находить успешное применение в операционных системах других мини-ЭВМ (M-6000, СМ1).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Артемов Ю.И., Вялов В.Л., Рубобава В.П., Таран Е.А. Система подготовки программ для микропроцессора К580ИК80. - УСим, 1980, № 3, с.71-72.

2. Гужа И.А. Связь M-6000 с вольтметром ВК2-20 и мнoхроматором. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента. Рига. 1978, с.109-124.

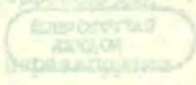
3. Real-Time Executive III Software System. Programming and Operating Manual. Hewlett-Packard Company, 11000 Wolfe Road, Cupertino, California, 95014, S.a.

Статья поступила 11 декабря 1981 года.



Разработана программа для обеспечения связи с помощью модема для написания программ на микропроцессоре ИМ 721, графическое дисплейное устройство, клавиатурно-кнопочных устройств и других устройств, позволяющих работать с точками ряда лет для возможности:

1. Занятости сохранить свои разработки и файлы драйверов (в среднем в 5 раз).
2. Быстро использовать программы авторизован...



Система устанавливается непосредственно на микропроцессор. Экономичность системы достигается путем использования...

PAGE 0001 #01
0001* ASMR, A, B, L
0002* 02076 ORG 2076B
0003* NAM DVR70
0004*
0005* 02076 002135 DV DEF C 70
0006* 02077 002104 DEF I 70
0007*
0008* 02100 101774 I 70 DEF DV-6
0009* 02101 102074 C 70 DEF DV-2 I
0010*
0011* 02102 001774 I 70 DEF DV-66
0012* 02103 002074 C 70 DEF DV-2
0013*
0014*
0015* ENT I 70, C 70
0016*
0017*
0018* DRIVER 70 OPERATES UNDER THE CONTROL OF THE
0019* I/O CONTROL MODULE OF THE REAL-TIME EXECUTIVE;
0020* THIS DRIVER IS RESPONSIBLE FOR CONTROLLING
0021* OUTPUT TRANSMISSION TO A 16-BIT EXTERNAL
0022* DEVICE. <70> IS THE EQUIPMENT TYPE CODE ASSIGNED
0023* GENERALLY TO THESE DEVICES. I 70 IS THE
0024* ENTRY POINT FOR THE *I* ITIATION* SECTION AND C 70
0025* IS THE *COMPLETION* SECTION ENTRY.
0026*
0027*
0028* -- THE INITIATION SECTION IS CALLED FROM I/O
0029* CONTROL TO INITIALIZE A DEVICE AND INITIATE
0030* AN OUTPUT OPERATION;
0031*
0032* I/O CONTROL SETS THE ADDRESS OF EACH WORD OF THE
0033* 15-WORD ERT ENTRY (FOR THE DEVICE) IN THE SYSTEM
0034* COMMUNICATIONS AREA FOR BOTH INITIATOR AND CONTINUATOR
0035* SECTIONS. THE DRIVER REFERENCES TO THE ERT ARE
0036* --ERT1 THRU ERT15-
0037*
0038* CALLING SEQUENCE:
0039*
0040* (A) = SELECT CODE OF THE I/O DEVICE;
0041* P = JSR I 70
0042* P+1 = RETURN-
0043*
0044*
0045* (A) = 0, OPERATION INITIATED
0046* (A) = REJECT CODE
0047*
0048* 1. ILLEGAL REQUEST
0049* 2. ILLEGAL MODE
0050*
0051* --THE COMPLETION SECTION IS CALLED BY CENTRAL
0052* INTERRUPT CONTROL TO CONTINUE OR COMPLETE
0053* AN OPERATION.
0054*
0055* CALLING SEQUENCE,
0056*
0057* (A) = SELECT CODE OF THE I/O DEVICE.
0058*
0059* P = JSR C 70
0060* P+1 = COMPLETION RETURN-

PAGE 0002 #01
0061* P+2 CONTINUATION RETURN-
0062*
0063* (A) = 0, SUCCESSFUL COMPLETION WITH
0064* (B) = # OF WORDS TRANSMITTED.
0065* (A) = 2, TRANSMISSION ERROR DETECTED.
0066* (B), SAME AS FOR (A)=0.
0067*
0068* - CONTINUATION RETURN. REGISTERS
0069* MEANINGLESS
0070*
0071* -RECORD FORMAT-
0072*
0073* THIS DRIVER PROVIDES A 16 BIT BINARY
0074* WORD TRANSFER ONLY.
0075* *** INITIATION SECTION ***
0076*
0077* I.70 NOP ENTRY FROM IOC
0078* 02104 000000 I.70 NOP
0079*
0080* 02105 016175 JSR SETIO SET I/O INSTRUCTIONS FOR DEVICE
0081*
0082* 02106 161665 LDA ERT6, I GET CONTROL WORD OF REQUEST,
0083* 02107 012207 AND B3 ISOLATE.
0084*
0085* 02110 052210 CPA B1 IF REQUEST IS FOR INPUT
0086* 02111 126100 JMP I.70, I THEN REJECT
0087* 02112 052211 CPA B2 PROCESS FOR WRITE REQUEST
0088* 02113 026116 JMP D.X1 GO TO WRITE REQUEST
0089*
0090* REQUEST ERROR- CAUSE REJECT RETURN TO I/O CONTROL.
0091*
0092* 02114 062211 LDA B2 SET A=2 FOR ILLEGAL CONTRL REQ.
0093* 02115 126100 JMP I.70, I -EXIT-
0094*
0095* WRITE REQUEST PROCESSING
0096*
0097* 02116 161666 D.X1 LDA ERT7, I GET REQUEST BUFFER ADDRESS
0098* 02117 171670 STA ERT9, I AND SET AS CURRENT ADDRESS
0099* 02120 161667 LDA ERT8, I GET BUFFER LENGTH
0100* 02121 003004 CMA INA SET NEGATIVE AND SAVE
0101* 02122 171671 STA ERT10, I AS CURRENT BUFFER LENGTH.
0102* 02123 002002 SZA CHECK LENGTH
0103* 02124 026130 JMP D.X3 NON-ZERO
0104* 02125 062212 LDA B4 IMMEDIATE COMPLETION
0105* 02126 006400 CLR SET TLOG IN B-REG
0106* 02127 126100 JMP I.70, I IF ZERO
0107*
0108* CALL COMPLETION SECTION TO WRITE FIRST WORD.
0109*
0110* 02130 062221 D.X3 LDA P2 ADJUST RETURN
0111* STA C.70 TO INITIATOR SECTION
0112* 02131 172103 STA C70, I
0113* 02132 026142 JMP D.X2 GO TO COMPLETION SECTION
0114*
0115* 02133 002400 IEXIT CLA RETURN TO I/O CONTRM. WITH
0116* 02134 126100 JMP I.70, I OPERATION INITIATED
0117*
0118*
0119* *** COMPLETION SECTION ***
0120*

PAGE 0003 001
0121+ 70 NOP ENTRY
0122 02135 000000 C.70 NOP
0123 02136 165660 LDR ERT1, I SPURIOUS
0124 02137 006003 SZB, RSS INTERRUPT?
0125 02140 026155 JMP SPUR YES - IGNORE
0126 02141 016175 JSR SETIO SET I/O INSTRUCTIONS FOR DEVICE.
0127+
0128 02142 002400 D.X2 CLA IF CURRENT BUFFER LENGTH = 0,
0129 02143 151671 CPA ERT10, I THEN, GO TO
0130 02144 026160 JMP I.3 STATUS SECTION.
0131+
0132 02145 165670 LDR ERT9, I GET CURRENT BUFFER ADDRESS
0133 02146 135670 ISZ ERT9, I ADD 1 FOR NEXT WORD
0134 02147 160001 LDA B, I GET WORD
0135 02150 135671 ISZ ERT10, I AND INDEX WORD COUNT
0136 02151 000000 NOP IGNORE P+1 IF LAST WORD.
0137+
0138+
0139 02152 102600 I.1 OTA 0 OUTPUT WORD TO INTERFACE
0140 02153 103700 I.2 STC 0, C TURN DEVICE ON
0141 02154 002001 RSS
0142 02155 175774 SPUR STB ERT15, I ZERO TIME-OUT CLOCK WORD
0143+
0144+ ISZ C.70 ADJUST RETURN TO P+2
0145 02156 136103 ISZ C70, I
0146 02157 126101 JMP C.70, I -EXIT-
0147+
0148+
0149+ STATUS AND COMPLETION SECTION:
0150+
0151 02160 102500 I.3 LIA 0 GET STATUS WORD
0152 02161 012213 AND B77 STRIP OFF BITS
0153 02162 070001 STA B AND SAVE IN B
0154 02163 161654 LDA ERT5, I REMOVE PREVIOUS
0155 02164 012214 AND B177 STATUS BITS
0156 02165 030001 IOR B SET NEW
0157 02166 171654 STA ERT5, I STATUS BITS
0158+
0159 02167 002400 CLA SET NORMAL RETURN COND
0160 02170 056212 CPR B4 ERROR STATUS BIT ON?
0161 02171 062211 LDA B2 YES, SET ERROR RETURN
0162+
0163 02172 165667 LDR ERT8, I SET (B) = TRANSMISSION LOG
0164+
0165 02173 106700 I.4 CLC 0 CLEAR DEVICE
0166+
0167 02174 126101 JMP C.70, I -EXIT FOR COMPLETION
0168+
0169+
0170+ SUBROUTINE (SETIO) CONFIGURES I/O INSTRUCTIONS.
0171+
0172 02175 000000 SETIO NOP
0173 02176 002000 IOR LIA COMBINE LIA WITH I/O
0174 02177 002160 STA I.3 SELECT CODE AND SET
0175+
0176 02200 040215 AND P100 CONSTRUCT OTA INSTRUCTION
0177 02201 002150 STA I.1
0178+
0179 02202 040215 AND P1100 CONSTRUCT STC.C INSTRUCTION
0180 02203 002150 STA I.2

PAGE 0004 001

0181*
0182 02204 032217 TOR B4000 CONSTRUCT CLC INSTRUCTION
0183 02205 072173 STA I:4
0184*
0185 02206 126175 JMP SETIO, I ---RETURN-
0185*
0187 02207 000003 B3 OCT 3
0188 02210 000001 B1 OCT 1
0189 02211 000002 B2 OCT 2
0190 02212 000004 B4 OCT 4
0191 02213 000077 B77 OCT 77
0192 02214 177400 B177 OCT 177400
0193 02215 000100 B100 OCT 100
0194 02216 001100 B1100 OCT 1100
0195 02217 004000 B4000 OCT 4000
0196*
0197* CONSTANT AND STOGARE AREA
0198*
0199 00000 A EQU 0 A-REGISTER
0200 00001 B EQU 1 B-REGISTER
0201*
0202 02220 102500 LIA LIA 0
0203 02221 002132 P2 DEF IEXIT-1
0204*
0205*** SYSTEM AND BASE PAGE COMMUNICATIONS AREA ***
0206*
0207 01650 EQU 16500
0208*
0209* I/O MODULE/DRIVER COMMUNICATION
0210*
0211 01660 EQT1 EQU +8
0212 01661 EQT2 EQU +9
0213 01662 EQT3 EQU +10
0214 01663 EQT4 EQU +11
0215 01664 EQT5 EQU +12
0216 01665 EQT6 EQU +13
0217 01666 EQT7 EQU +14
0218 01667 EQT8 EQU +15
0219 01670 EQT9 EQU +16
0220 01671 EQT10 EQU +17
0221 01672 EQT11 EQU +18
0222 01771 EQT12 EQU +81
0223 01772 EQT13 EQU +82
0224 01773 EQT14 EQU +83
0225 01774 EQT15 EQU +84
0226*
0227*
0228 END
** NO ERRORS *TOTAL **RTE ASMB 760924**

```

PAGE 0001 #01
0001 ASMB, P, L
0002*
0003*
0004 00000 NAM DVR76
0005*****
0006* ПСЕВДОДРАЙВЕР ДЛЯ RTE
0007* ОБРАЩЕНИЕ К ПСЕВДОДРАЙВЕРУ.
0008* 1. ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЧАЛЬНОГО И КОНЕЧНОГО АДРЕСОВ
0009* CALL EXEC(2, CNM, NBUF, 2)
0010* CNM = LU + КОД ФУНКЦИИ
0011* LU - НОМЕР УСТРОЙСТВА
0012* КОД ФУНКЦИИ - 36В
0013* 2. ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ НОМЕРА ДРАЙВЕРА
0014* CALL EXEC(3, CNM, NBUF)
0015* КОД ФУНКЦИИ - 37В
0016* NBUF - НОМЕР ДРАЙВЕРА
0017* 3. ДЛЯ ЗАГРУЗКИ ЗАГРУЗОЧНОГО МОДУЛЯ
0018* CALL EXEC(1, CNM, NBUF, N)
0019* КОД ФУНКЦИИ - 37В
0020* NBUF - МАССИВ С ЗАГРУЗОЧНЫМ МОДУЛЕМ
0021* N - ДЛИНА МАССИВА ( В СЛОВАХ )
0022*****
0023* ENT I, 76, C, 76
0024* EXT $LIST, $OPSY - ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВХОДНЫХ
0025* EXT $SYMG, $TB31 - ТОЧЕК СИСТЕМНЫХ МОДУЛЕЙ
0026* *** INITIATOR ***
0027*
0028*
0029 00000 00000 I, 76 NOP
0030*
0031 00001 072073R STA SC ЗАПОМИНАНИЕ SC
0032 00002 161665 LIA 1666B, I ПРОВЕРКА CONND
0033 00003 012063R AND A3777
0034 00004 052064R CPA A3602
0035 00005 026014R JMP ADR ВВОД АДРЕСОВ
0036 00006 052065R CPA A3701
0037 00007 026024R JMP DVI ВВОД НОВОГО ДРАЙВЕРА
0038 00010 052066R CPA A3703
0039 00011 026047R JMP KONT ИЗМЕНЕНИЕ НОМЕРА DVR (ENT 5)
0040 00012 062073R LIA SC
0041 00013 126103R JMP ARI, I ПЕРЕХОД НА НАЧАЛО ДРАЙВЕРА
0042*
0043* ВВОД НАЧАЛЬНОГО И КОНЕЧНОГО АДРЕСОВ.
0044*
0045 00014 161666 ADR LIA 1666B, I
0046 00015 066061R LDB AS НАЧАЛЬНЫЙ АДРЕС МОДУЛЯ
0047 00016 174000 STR 0, I
0048 00017 002004 INA
0049 00020 066062R LDB AB КОНЕЧНЫЙ АДРЕС МОДУЛЯ
0050 00021 174000 STR 0, I
0051 00022 062070R LIA A4
0052 00023 126000R JMP I, 76, I ВХОД
0053*
0054* ЗАГРУЗКА НОВОГО ДРАЙВЕРА.
0055*
0056 00024 165666 DVI LDB 1666B, I
0057 00025 076072R STR ADRES АДРЕС БУДЕРА
0058 00026 145667 ADR 1667B, I
0059 00027 007004 CNR, INR
0060 00030 046062R ADR AB

```

PAGE 0002 #01
0061 00031 00200A SSA
0062 00032 020057R JMP KL
0063 00033 165667 LDB 1667B, I
0064 00034 007004 CMR, INP
0065 00035 076100R STR C. 76 СЧЕТЧИК
0066 00036 062061R LJA AS
0067 00037 160072R, D LJB ADRES, I ЗАГРУЗКА
0068 00040 174000 STR 0, I
0069 00041 002004 INA НОВОГО
0070 00042 036072R ISZ ADRES
0071 00043 036100R ISZ C. 76
0072 00044 026037R JMP D ДРАЙВЕРА
0073 00045 062070R LJA A4
0074 00046 126000R JMP I. 76, I
0075*
0076* ЗАМЕНА НОМЕРА ДРАЙВЕРА (EQT5)
0077*
0078 00047 161664 KONT LJA 1664B, I
0079 00050 012057R AND AVST ВЫДЕЛЕНИЕ КОДА ТИПА ОБОРУДОВАНИЯ
0080 00051 165666 LDB 1666B, I НОМЕР НОВОГО ДРАЙВЕРА
0081 00052 005727 PLF, RLF
0082 00053 040001 ALA B
0083 00054 171664 STA 1664B, I
0084 00055 062070R LJA A4
0085 00056 126000R JMP I. 76, I
0086*
0087 00057 062071R KL LJA A2 НЕВЕРНОЕ ОБРАЩЕНИЕ
0088 00060 126000R JMP I. 76, I
0089*
0090 00061 000102R AS DEF ADC
0091 00062 000643R AB DEF END
0092 00063 003777 A3777 OCT 3777
0093 00064 003602 A3602 OCT 3602
0094 00065 003701 A3701 OCT 3701
0095 00066 003703 A3703 OCT 3703
0096 00067 140377 AVST OCT 140377
0097 00070 000604 A4 OCT 4
0098 00071 000002 A2 OCT 2
0099*
0100 00072 000000 ADRES NOP
0101 00073 000000 SC NOP
0102 00074 016004X JSR \$TB31 ОБРАЩЕНИЕ К СИСТ. МОДУЛЮ \$TB31
0103 00075 062002X LJA \$OPSY УКАЗАТЕЛЬ ТИПА СИСТЕМЫ
0104 00076 016001X JSR \$LIST ОБРАЩЕНИЕ К СИСТ. МОДУЛЮ \$LIST
0105 00077 016003X JSR \$SYMG \$SYMG
0106 00100 000000 C. 76 NOP
0107 00101 126102R JMP ADC, I
0108 00102 000104R ADC DEF C.76
0109 00103 000104R ADI DEF **1
0110*
0111*
0112 00104 000000 C.76 NOP
0113*
0114 00000 A EQU 0
0115 00001 B EQU 1
0116 00105 103500 LIA LIA 00, C
0117*
0118 01650 EQU 16500
0119 01660 EQT1 EQU +8
0120 01661 EQT2 EQU +9

PAGE 0003 #01

0121 01662 EAT3 EQU :+10
0122 01663 EAT4 EQU :+11
0123 01664 EAT5 EQU :+12
0124 01665 EAT6 EQU :+13
0125 01666 EAT7 EQU :+14
0126 01667 EAT8 EQU :+15
0127 01670 EAT9 EQU :+16
0128*
0129 01671 EAT10 EQU :+17
0130 01672 EAT11 EQU :+18
0131 01771 EAT12 EQU :+81
0132 01772 EAT13 EQU :+82
0133 01773 EAT14 EQU :+83
0134 01774 EAT15 EQU :+84

0135*

0136*

0137 00106 000001 R1 ... OCT 1
0138 00107 000003 R3 ... OCT 3
0139 00110 000101 B101 OCT 101
0140 00111 001000 B1000 OCT 1000
0141 00112 000100 B100 OCT 100
0142 00113 005000 B5000 OCT 5000
0143*

0144 00114 000000 BSS 343 РЕЗЕРВИРОВАНИЕ МЕСТА ЗАГРУЗКИ

0145 00643 000000 END NOP

0146*

0147 END

** NO ERRORS *TOTAL **RTE ASMB 760924**

```

PAGE 0001 FTH1 4:26 PM SUN., 8 AUG., 1976
0001 FTH4,L
0002 PROGRAM DNR2
0003 C
0004 C*****
0005 C ПРОГРАММА СЧИТЫВАЕТ С ДИСКА ФАЙЛ "DNRX" (ТИП 7)
0006 C И ПУТЕМ ОБРАЩЕНИЯ К ДСЕРВЕРДРАЙВЕРУ:
0007 C 1. ЧЕРЕЗ "EXEC 3" - В EQ15 ИЗМЕНЯЕТ НОМЕР ДРАЙВЕРА
0008 C 2. ЧЕРЕЗ "EXEC 1" - ЗАГРУЖАЕТ НОВЫЙ ДРАЙВЕР.
0009 C
0010 C НАПРИМЕР, ...ON DNR2, LU, NRV, ..., ГДЕ
0011 C LU -- ДЛЯ КАКОГО УСТРОЙСТВА
0012 C МЕНЯТЬ ДРАЙВЕР
0013 C NRV - НОМЕР ДРАЙВЕРА.
0014 C*****
0015 C
0016 DIMENSION IDCB(144), IBUF(129), NAM(3),
0017 +IBUF2(872), NBUF(5)
0018 DATA NAM/2HNV, 2H75, 2H /
0019 C
0020 CALL RMPAR(NBUF)
0021 LU=IOR(NBUF(1), 3700B)
0022 J=0
0023 C
0024 IF (NBUF(2).EQ.0) NAM(2)=30060B
0025 LL=IOR(IAND(NBUF(2), 70B)*32, 30000B)
0026 NAM(2)=IOR(IOR(IAND(NBUF(2), 7), 60B), LL)
0027 C
0028 10 CALL OPEN(IDCB, JE, NAM)
0029 20 CALL READF(IDCB, JE, IBUF, 129, LEN)
0030 C
0031 24 IF (LEN.EQ.-1) GO TO 30
0032 IF (LEN.EQ.129) GO TO 30
0033 DO 26 I=1, (LEN-3)
0034 26 IBUF2(J+1)=IBUF(I+2)
0035 J=J+LEN-3
0036 GO TO 20
0037 C
0038 30 CALL CLOSE(IDCB, JE)
0039 C
0040 CALL EXEC(3, LU, NBUF(2))
0041 36 CALL EXEC(1, LU, IBUF2, J)
0042 E ND
FTN4 COMPILER HP92060-16092 REV. 1805 (780310)
** NO WARNINGS ** NO ERRORS ** PROGRAM = 01296 COMMON = 0000
PAGE 0002 FTH1 4:26 PM SUN., 8 AUG., 1976
0043 ENDP

```

```

PAGE 0001 001
0001 ASMP, P, L
0002 *****
0003* ПРОГРАММА "DVR1" ВВОДИТ НА СИСТЕМНЫЙ ДИСПЛЕЙ
0004* НАЧАЛЬНЫЙ И КОНЕЧНЫЙ АДРЕСА ДЛЯ ЗАГРУЗОЧНОГО
0005* МОДУЛЯ
0006 *****
0007 00000 NAM DVR1
0008 EXT EXEC, RMPAR
0009 EXT .DIO, .IAR, .DTA.
0010 00000 000000 DVR1 NOP
0011 00001 016002X JSB RMPAR *
0012 00002 000004R DEF **2
0013 00003 0000046R DEF BUF
0014 00004 0620046R LDA BUF
0015 00005 0220053R XOR =B3600
0016 00006 0720036R STA ICHW
0017 00007 0620054R LDA =R2
0018 00010 0720035R STA ICOD
0019 00011 016001X JSB EXEC
0020 00012 000017R DEF **5
0021 00013 000035R DEF ICOD
0022 00014 000036R DEF ICHW
0023 00015 000037R DEF IBUF
0024 00016 000042R DEF IRL
0025 00017 0620055R LDA =B1
0026 00020 006400 CLB
0027 00021 016003X JSB .DIO.
0028 00022 000044R DEF FMT
0029 00023 000030R DEF **5
0030 00024 0620054R LDA =D2
0031 00025 0660043R LDB Y
0032 00026 016004X JSB .IAR.
0033 00027 016005X JSB .DTA.
0034 00030 016001X JSB EXEC
0035 00031 000033R DEF **2
0036 00032 000034R DEF 6
0037 00033 102001 HLT 1
0038 00034 000006 .6 DEC 6
0039 00035 000000 ICOD NOP
0040 00036 000000 ICHW NOP
0041 00037 000000 IBUF BSS 3
0042 00042 000003 IRL DEC 3
0043 00043 000037R Y DEF IBUF
0044 00044 024113 FMT ASC 2, (K5)
00045 00046 000000 BUF BSS 5
00053 003600
00054 000002
00055 000001
0046 END DVR1
** NO ERRORS *TOTAL **RTE ASMB 760924**

```


ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРА ИМС-2 В МАЛЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

Ф.Жадоудек, Ю.Я.Кузьмин

Карлов университет, ЧССР

НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Малые эксперименты играют особую роль в науке, поскольку именно они позволяют отдельным исследователям самостоятельно проверять гипотезы, не ожидая годами разработки сложных установок.

Характерными признаками малых экспериментов являются: простота технологии эксперимента, небольшое количество измерительных датчиков и источников воздействий на объект исследования, как правило, небольшие и медленные потоки измерений (менее 1-10 в секунду) и отсутствие специальных требований к окружающей среде. Такие эксперименты чаще всего организуются и проводятся силами одного-двух специалистов за срок не более нескольких недель.

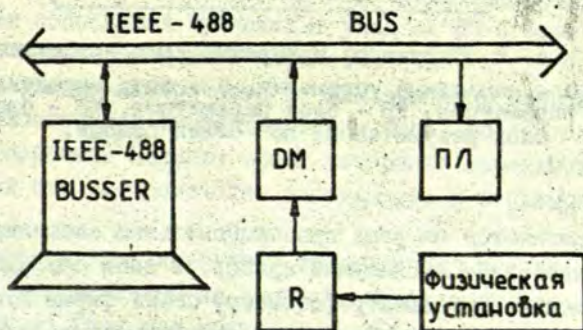
Актуальной проблемой при проведении малого эксперимента становится возможность его автоматизации, особенно это касается тех случаев, где исследователю нужно провести количественные преобразования полученных результатов, например, изменение шкал физических единиц, вычисления скрытых параметров, анализ зависимостей и прочие. Используемые до недавнего времени средства для автоматизации были нерациональными из-за больших затрат на подключение приборов и разработку программ эксперимента.

Появившиеся в последнее время средства микроэлектронной техники существенно упростили процесс. Ниже, на примере настольной микро-ЭВМ BUSYER 1666-488 [1] фирмы "Syston Doppel", показаны возможности такой техники. Контроллер приборов, выполненных в соответствии со стандартом

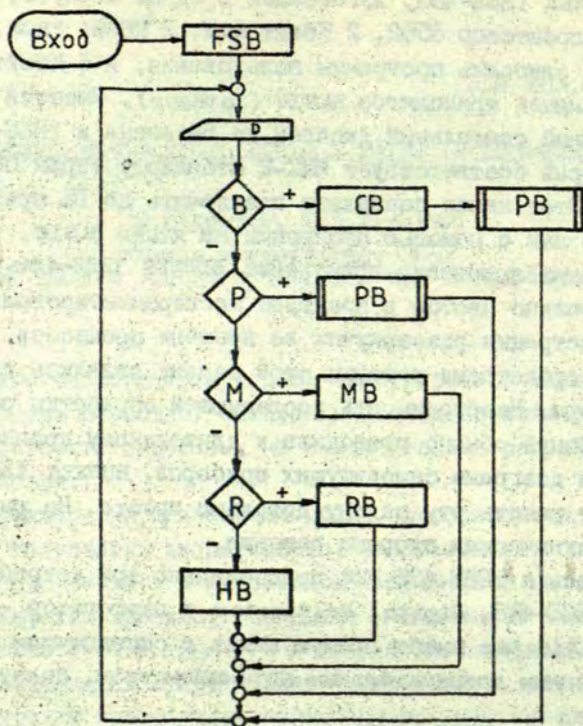
ИМС-2 BUSSER IEEE-488, изготовлен в одном корпусе, содержащем микропроцессор 6502, 2 Кбайт RAM, 2 Кбайт PROM, в которую можно заносить программы пользования, и 6 Кбайт ROM-памяти, хранящей транслятор BASIC (integer). Имеется также однострочный символьный дисплей на 64 знака и IEEE-488-канал, который соответствует ИМС-2 стандарту стран СЭВ на приборы. Этот канал позволяет подключить до 15 приборов и управлять ими с помощью программы на языке BASIC.

В статье описано применение BUSSER IEEE-488 для решения довольно частой в практике экспериментирования задачи - регистрации развернутых во времени процессов. Традиционными средствами решения этой задачи являлись самопишущие приборы. Необходимость последующей обработки результатов измерений обычно приводила к длительному процессу кодирования диаграмм самопишущих приборов. BUSSER IEEE-488 позволяет решить эту задачу довольно просто. На рис. I показана техническая сторона решения.

Здесь к IEEE-488 BUS подсоединено три устройства: BUSSER IEEE-488, Digital Multimeter и перфоратор - ПЛ. Digital Multimeter имеет прямую связь с самопишущим прибором со встроенным дополнительным потенциометром, ползунок кото-



Р и с. I. Схема подсоединения контроллера ИМС-2 к физической установке: DM - Digital Multimeter (3438A), R - регистратор аналоговый, ПЛ - вывод на перфоленту.



Р и с. 2. Структура программы TIME - SCANNER .

FSB - начальные установки, D - ввод директив, CB - блок очистки параметров, PB - блок параметров, MB - блок измерений, RB - блок результатов, HB - блок помощи.

рого отклоняется на угол пропорциональный смещению регистрирующей каретки. Самопишущий прибор, в свою очередь, подключен к аналоговому спектрофотометру SP4NI фирмы "Optica Milano".

Суть программы управления экспериментом состоит в следующем (рис.2).

Начало программы заключается в задании числа измерений точек спектра (N) и задержки (T) в цикле измерения. Далее программа входит в блок диалога (D), где доступны четыре инструкции:

- В - повтор измерений сначала,
- Р - ввод параметров эксперимента,
- М - измерение спектра,
- Н - вывод результатов измерений.

Если оператор ввел одну из этих букв, то происходит запрос соответствующих параметров или запуск приборов. При ошибочном вводе BUSSER автоматически выходит в блок помощи, где выдается перечень доступных инструкций.

D - блок основан на использовании отсутствующей в описании BUSSER возможности выполнять символьный ввод командой INPUT без указания параметров при команде. Рекомендуется последовательность команд:

```
10 PRINT YOUR INSTRUCTION;  
20 INPUT  
30 PRINT  
40 IF I$ (x) = Y GO TO 80  
50 GO TO 10.
```

Здесь строки: 10 - идентифицирует режим ввода, 20 - вводит поступившие с клавиатуры символы в специальный буфер ввода I\$, 30 - очищает строку дисплея, 40 - проверяет совпадение буквы в I\$-буфере с числовым кодом Y буквы-инструкции. При обнаружении совпадения происходит уход на 80-й блок инструкции, иначе - возврат к 10-й строке.

Блок измерений построен по циклическому принципу. Если никаких отклонений в эксперименте не было, то осуществляется ровно N измерений. Если во время измерений переключался режим функций DM, то происходит запоминание N и прекращение измерений.

Измерения запоминаются в специальном массиве, откуда они могут быть выведены на дисплей, перфоленту или печатающее устройство (при его подключении вместо TAPE) по директиве R .

В заключение необходимо отметить легкость и простоту автоматизации малых экспериментов с помощью устройств, выполненных по стандарту ИМС-2, и контроллера ИМС-2, используя

щего язык BASIC. Особое значение при этом имеет использование унифицированных каналов связи, малых размеров и надежности микро-ЭВМ, а также простоты языка BASIC с включенными в него основными командами работы с каналом IEEE-488.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. SYSTRON DONNER Model 3520, Instrumentation Controller Instruction Manual. Systron Donner, Concord, USA, 1980, p.120.

Статья поступила 2 декабря 1981 года.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕЙ АМПЛИТУДЫ ИМПУЛЬСОВ
ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ

Я.Л.Янсонс

НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

В в е д е н и е

Маломультиплицирующие фотоэлектронные умножители (ФЭУ) с большим коэффициентом усиления позволяют повысить чувствительность измерения оптических явлений до уровня регистрации отдельных квантов света [1]. Такие ФЭУ в режиме временной фиксации момента появления и счета отдельных фотонов или коротких световых импульсов, состоящих из небольшого числа фотонов, все шире находят приложения в измерительной технике, например, при фотометрии слабых и быстроменяющихся потоков оптического излучения, в радиометрии низкоэнергетических компонент ядерного излучения посредством сцинтилляционной конверсии, при светолокации дальних объектов и в других областях (см. работы [2,3] и ссылки в них).

Методика подобных измерений базируется на регистрации пороговыми и счетными радиоэлектронными устройствами одиночных или нескольких перекрывающихся одноэлектронных импульсов выхода ФЭУ. Однако практическое осуществление надежной и стабильной регистрации таких импульсов затруднено из-за того, что 1) амплитудные распределения (АР) сигнальных импульсов имеют большую дисперсию не всегда с явно выраженным максимумом, 2) АР сигнальных импульсов сливаются в области малых амплитуд с АР шумовых импульсов, 3) АР сигнальных и шумовых импульсов зависят от многих факторов и могут в течение эксплуатации ФЭУ изменяться [2].

Повышение отношения сигнал/шум достигается амплитудной дискриминацией импульсов начального участка АР. При этом всегда какая-то доля от общего числа сигнальных импульсов с меньшими амплитудами, чем уровень порога дискриминации U_d , не регистрируется. Изменение положения АР сигнальных или шумовых импульсов относительно U_d приводит к дрейфу эффективности регистрации сигнала. Такого рода нестабильности регистрации непосредственно по изменению АР сложно выявить и контролировать, потому что в реальных АР импульсов ФЭУ на уровне одноэлектронных импульсов не имеется явных и однозначных точек отчета, особенно для приборов с пологими или экспоненциально спадающими АР.

Общим параметром для любого вида АР является среднее значение амплитуд импульсов \bar{U} . Величина \bar{U} однозначно характеризует положение АР импульсов относительно U_d и позволяет количественно контролировать стабильность процесса усиления ФЭУ. Поэтому для повышения точности измерений целесообразно предусмотреть в аппаратуре регистрации импульсов ФЭУ контрольное устройство, позволяющее оперативно определять среднюю амплитуду регистрации подлежащих импульсов. Так как среднюю амплитуду возможно измерить только косвенно: посредством измерения численных значений АР импульсов и с последующим вычислением величины \bar{U} , что является трудоемкой работой, то для обеспечения оперативности такие измерения и расчет следует автоматизировать.

Известные методы определения среднего значения амплитуд стохастических импульсов мало пригодны для данной цели, поскольку измерения производятся при помощи сложных и медленно действующих многоканальных амплитудных анализаторов и расчет величины \bar{U} от дифференциальных АР трудно автоматизировать [4], или пригодны только для АР определенного вида: экспоненциального [5], гауссовского [6]. Поэтому нами был предложен новый способ [7] и устройство [8] позволяющие автоматически измерять среднюю амплитуду стохастических импульсов для АР произвольного вида и по величине \bar{U} для одноэлектронных импульсов ФЭУ определять его коэффициент усиления. В настоящей

работе дается подробное описание этого способа и устройства и приводятся технические характеристики разработанной аппаратуры и некоторые возможности применения.

Методика измерения средней амплитуды

Математическое среднее для амплитуд импульсов определяется формулой

$$\bar{U} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n U_j,$$

где n - общее число импульсов, U_j - амплитуда j -го импульса.

Практически можно измерить амплитуды стохастических импульсов с определенной погрешностью в ограниченном динамическом диапазоне $U = U_{\max} - U_{\min}$, где U_{\min} и U_{\max} являются, соответственно, минимальным и максимальным значениями достоверно измеряемых при помощи применяемого средства измерения амплитуд. Отсчет измерения производится с известной для данного средства измерения дискретностью ΔU - интервал амплитуд, величина которого выбирается не менее абсолютного значения случайной погрешности измерения.

Если разделить динамический диапазон U на равные m -интервалы ΔU , то в i -й интервал попадает Δn_i импульсов из общего числа n с амплитудами удовлетворяющими соотношению

$$U_{\min} + (i-1) \Delta U \leq U_i < i \cdot \Delta U + U_{\min}.$$

Средняя амплитуда этих Δn_i импульсов, применяя линейную аппроксимацию, определяется выражением

$$\bar{U}_i = i \cdot \Delta U - \frac{\Delta U}{2} + U_{\min}.$$

При таком разделении с известной дискретностью ΔU средняя амплитуда для n' -импульсов, попавших в динамический диапазон U , формулируется в виде

$$\bar{U} = \frac{1}{n'} \sum_{i=1}^m \bar{U}_i \cdot \Delta n_i = U_{\min} - \frac{\Delta U}{2} + \frac{\Delta U}{n'} \sum_{i=1}^m i \cdot \Delta n_i. \quad (I)$$

Формула (I) позволяет вычислить математическое среднее от дифференциального АР импульсов, снятого при помощи многоканального амплитудного анализатора, при этом ΔU является значением ширины амплитудного канала, i - порядковый номер канала, Δn_i - количество импульсов, сосчитанных в i -м канале, $n' = \sum_{i=1}^m \Delta n_i$ - общее количество импульсов по всем каналам, U_{\min} - сдвиг нулевого уровня для предотвращения перегрузки многоканального амплитудного анализатора собственными шумовыми импульсами измерительного устройства.

Поскольку дифференциальная величина Δn_i является разностью двух интегральных: $\Delta n_i = n_i - n_{i+1}$, где n_i - число импульсов, амплитуды которых равны или превышают порог $(i-1) \cdot \Delta U + U_{\min}$, сумму ряда в формуле (I) можно преобразовать следующим образом

$$\sum_{i=1}^m i \cdot \Delta n_i = \sum_{i=1}^m i (n_i - n_{i+1}) = \left(\sum_{i=1}^m n_i \right) - m \cdot n_{m+1}.$$

Если вероятность появления импульсов с амплитудами, превращающими U_{\max} пренебрежимо мала, то при этом можно считать, что $n_{m+1} = 0$ и $n' = n_1$ и вместе с тем

$$\sum_{i=1}^m i \cdot \Delta n_i = \sum_{i=1}^m n_i.$$

При данном условии, подставляя полученную после преобразования сумму в (I), получаем формулу

$$\bar{U} = U_{\min} - \frac{\Delta U}{2} + \frac{\Delta U}{n_1} \sum_{i=1}^m n_i. \quad (2)$$

Эта формула непосредственно применима для вычисления среднего значения в интегральном АР, измерить которое значительно проще и "дешевле", чем дифференциальное. Вместо сложной и дорогостоящей аппаратуры многоканальных амплитудных анализаторов, обладающей низким темпом преобразования, можно использовать обыкновенный быстрый, действующий интегральный амплитудный дискриминатор (ИАД) с регулируемым порогом срабатывания. ИАД является неотъемлемой составной частью

любой системы регистрации стохастических импульсов, поэтому предлагаемая методика измерения средней амплитуды импульсов может быть осуществлена в "ручном" варианте без каких-либо специальных устройств и переделок аппаратуры.

Кроме того, формула (2) по сравнению с (1) позволяет упростить вычисления: вместо расчета суммы ряда произведений $i \cdot \Delta n_i$ с последующим делением на сумму ряда Δn_i необходимо лишь произвести сложение членов ряда значений n_i и сумму разделить на численное значение первого члена n_1 .

Общий алгоритм измерения величины \bar{U} следующий: ступенчатым изменением с одинаковым шагом ΔU устанавливаются последовательно m -уровней порога дискриминации $U_{\min}, U_{\min} + \Delta U, \dots, U_{\min} + (m-1) \cdot \Delta U$; в течение одинаковых интервалов времени Δt на каждой позиции дискриминатора подсчитывают входные импульсы ИАД; подсчитанные значения числового ряда n_1, \dots, n_m суммируют и сумму делят на значение n_1 . Полученный результат является средней амплитудой импульсов в единицах ΔU без коррекции сдвига нулевого уровня на величину $-(U_{\min} - \Delta U/2)$.

С целью автоматизации процесса вычисления величины \bar{U} и устранения возможных погрешностей в случае дрейфа средней частоты следования импульсов \bar{N} , а также для того, чтобы предварительно задать требуемую статистическую точность при заранее неизвестном \bar{N} , методику возможно усовершенствовать следующим образом. Входные импульсы параллельно и одновременно с ИАД анализирует второй дополнительный интегральный амплитудный дискриминатор - ИАД2, но постоянно на первом уровне порога дискриминации U_{\min} . Подсчет выходных импульсов ИАД1 на каждом i -м уровне дискриминации ведут не в течение времени постоянного Δt , а в течение счетного набора во втором канале с ИАД2 числа импульсов $n_i = 10^p$, где p - натуральное число, величина которого выбирается из соображений требуемой статистической точности. Число отсчетов импульсов в первом канале счета накапливают в течение прохода всех m -позиций дискриминации ИАД1. Таким образом накопленное число равно значению $\sum_{i=1}^m n_i$ при $n_i = 10^p$ и фактически является величиной \bar{U} в единицах $\Delta U / 10^p$ без коррекции нулевого сдвига.

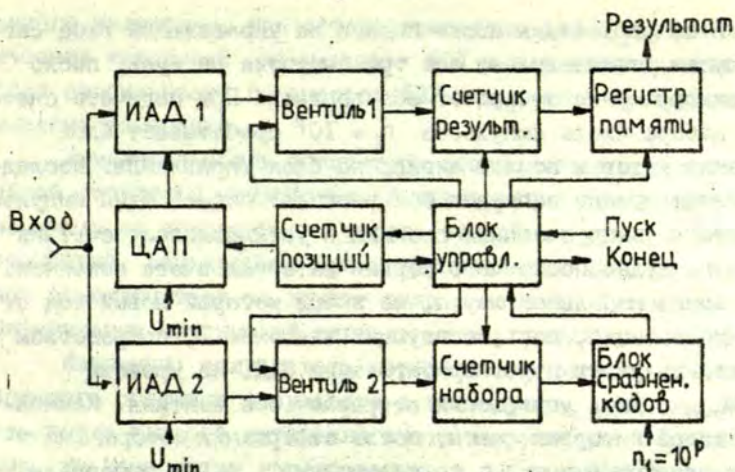
Введенные дополнения и видоизменение методики позволяют определить величину \bar{U} также и для потоков импульсов с большими колебаниями \bar{N} , но при сохранении стационарности ΔP во время измерения. Это следует из того, что отношения $n_i / (n_i = I O^P)$ представляют собой численные значения нормированного интегрального ΔP , усредненного по $I O^P$ зарегистрированных импульсов, и поэтому не зависят от частоты следования.

Итак, приведенная методика измерения \bar{U} несложна для практического внедрения и не имеет существенных ограничений относительно условий применения, кроме одного, указанного ранее ограничения: вероятность регистрации импульсов с амплитудами, превышающими верхний предел динамического диапазона U_{max} , должна быть несущественной. В случаях, когда требуется измерить среднюю амплитуду какого-то участка сложного амплитудного спектра импульсов, необходимо произвести предварительную амплитудную селекцию этого участка. Для этого достаточно способом антисовпадений при помощи дополнительного ИАД верхнего предела U_{max} блокировать регистрацию при $U_j \geq U_{max}$. Нижний предел ограничивается сдвигом нулевого уровня U_{min} .

Устройство автоматического измерения

Структурная схема устройства автоматического измерения средней амплитуды стохастических импульсов по методике, описанной в предыдущей главе, приведена на рис. I. Устройство работает следующим образом.

Поток измеряемых импульсов параллельно подается на входы ИАД1 и ИАД2. Технические характеристики обоих дискриминаторов идентичны. Порог срабатывания ИАД2 установлен на значение U_{min} , при котором полностью отсекаются собственные шумы измерительных цепей. Порог срабатывания ИАД1 задается цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП) соответствен-



Р и с. 1. Структурная схема устройства автоматического измерения средней амплитуды стохастических импульсов.

но коду в счетчике позиций с добавлением значения U_{\min} . Счетчик позиций имеет объем счета до $m - 1$ единиц импульсов и при поступлении m -го импульса вырабатывает сигнал переполнения, который передается на блок управления. Дискретность ЦАП соответствует значению ΔU , следовательно, верхняя граница динамического диапазона $U_{\max} = m \cdot \Delta U + U_{\min}$, т.е. на один квант больше, чем максимальный уровень порога дискриминации ИАД1.

Нормированные по амплитуде и длительности импульсы с выхода дискриминаторов передаются на соответствующие входы вентиля 1 и 2. Выход вентиля 1 связан со счетным входом счетчика результата, выход вентиля 2 - счетчика набора. Счетчики результата и набора имеют одинаковые технические характеристики. Кодовые выходы счетчика результата подключены к регистру памяти, счетчика набора - к блоку сравнения кодов. Последний вырабатывает сигнал равенства и передает его на блок управления в том случае, когда код в счетчике набора достиг значения $n_1 = 10^P$.

Блок управления после подачи на управляющий вход сигнала пуска устанавливает все три счетчика на нуль, после чего одновременно открывает оба вентиля. При подсчете счетчиком набора числа импульсов $n_1 = I \cdot T^P$ срабатывает блок сравнения кодов и подает сигнал на блок управления. Последний в этот момент запирает оба вентиля, подает один импульс на счетный вход счетчика позиций и устанавливает счетчик набора на нуль. После чего первый интервал счета закончен.

После небольшой паузы, во время которой новый код от счетчика позиций, соответствующий значению I , посредством ЦАП устанавливает порог срабатывания ИАДИ на уровень $1 \cdot \Delta U + U_{\min}$, блок управления открывает оба вентиля. Начинается второй интервал счета, после завершения которого начнется следующий и т.д., до завершения m -го интервала счета, когда m -й импульс от блока управления переполнит счетчик. В этой ситуации сигнал переполнения счетчика позиций передается на блок управления, после чего блок управления выдает сигнал разрешения записи на регистр памяти и вырабатывает сигнал конца измерения.

Результат счета $\sum_{i=1}^m n_i$ от счетчика результата записывается в виде кода в регистр памяти, с которого может быть считан цифровой индикацией, цифрпечатанием или цифро-аналоговым преобразованием. Результат счета предоставляется в единицах $\Delta U / I \cdot T^P$ и с добавлением значения $U_{\min} - \Delta U / 2$ равен величине средней амплитуды импульсов.

Технические характеристики измерительной аппаратуры

Рассмотренная методика и принципиальное устройство автоматического измерения средней амплитуды стохастических импульсов были применены при создании многоцелевой аппаратуры для измерения амплитудных и частотных параметров импульсов ФЭУ. Аппаратуру можно использовать для проведения измерений сверхслабых постоянных и импульсных потоков опти-

ческого излучения, при отборе пригодных для предельных оптических измерений экземпляров ФЭУ и для оперативного контроля стабильности параметров ФЭУ в процессе проведения оптических измерений.

Универсальность аппаратуры обеспечивается применением гибкой структуры устройства. В конструкции предусмотрена значительная автономность работы отдельных узлов и рассредоточенный, асинхронный принцип управления ими, что позволяет переключиться на другие виды измерений путем изменения конфигурации соединений сигнальных и управляющих линий связи.

Например: если делать перезапись в регистр памяти содержимого счетчика результата с последующим гашением на нуль после каждого интервала счета так, как для счетчика набора, то измеряются нормированные к n_1 значения интегрального АР импульсов; при подаче на вход вентиля 2 вместо импульсов с выхода ИАД2 импульсов стабильной частоты f можно измерить абсолютное АР потока импульсов в интервалах времени $\Delta t = 10^p / f$; при фиксации порога срабатывания ИАД1 на оптимальном уровне относительно АР одноэлектронных импульсов применяемого ФЭУ аппаратура функционирует как счетчик фотонов и т.д. Следовательно, техническое построение с такой гибкой структурой обеспечивает значительную универсальность, что важно для применения аппаратуры в исследовательской работе.

Далее приводятся краткие технические характеристики разработанной аппаратуры, которые относятся в основном к амплитудным измерениям. Структура аппаратуры дополнена входным импульсным усилителем для преобразования с достаточной чувствительностью и временным разрешением импульсов электронного тока ФЭУ в адекватных импульсах напряжения. В усилителе и дискриминаторах используются схемные решения, описанные в работе [9]. В качестве ЦАП применена интегральная микросхема К572ПА1 с предварительным преобразованием двоично-десятичного кода в двоичный. Счетчик позиций имеет два десятичных разряда, счетчики результата и набора - по восемь. Быстродействующие узлы (формирователи выходных им-

пульсов дискриминаторов, вентили, первые декады счетчиков результата и набора) выполнены на микросхемах ЭСЛ серии 100 и 500, остальные - на ТТЛ средней степени интеграции, применяя в основном серию 155. Принципиальные схемы дискретной логики узлов устройства и их взаимные связи образованы согласно общепринятым приемам и руководствам по применению указанных серий микросхем.

Аппаратура позволяет измерять среднюю амплитуду при следующих параметрах:

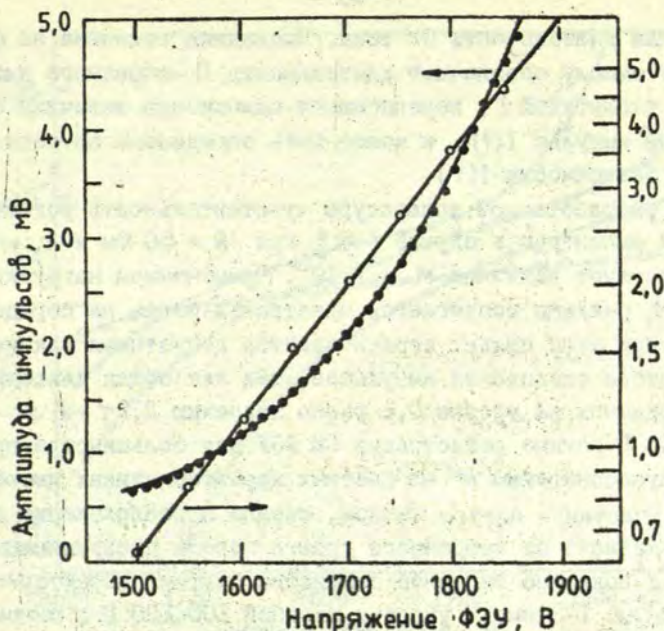
- длительность измеряемых импульсов на полувысоте не менее - 5 нс;
- временное разрешение парных импульсов - 10 нс;
- входное сопротивление - 50 Ом;
- чувствительность по амплитуде - 10 мкВ;
- динамический диапазон измерения амплитуды импульсов ($U=U_{\max} - U_{\min}$) - 10 мВ;
- U_{\min} можно регулировать в пределах до 10 мВ;
- дискретность регистрации амплитуды (ΔU) - 0,1 мВ;
- погрешность измерения амплитуды - $\pm 0,1$ мВ;
- статистический набор числа отсчетов n_1 , выбираемый из ряда значений $10^3, 10^4, \dots, 10^8$.

Результат измерения отсчитывается относительно установленного значения U_{\min} и представляется на цифровом индикаторе в единицах 0,1 мВ.

П р и м е н е н и е

Приводим несколько примеров для показа возможностей применения разработанной аппаратуры в качестве измерителя средней амплитуды стохастических импульсов.

1. На рис.2 изображена экспериментально снятая зависимость средней амплитуды ОИ от напряжения питания U_n , характерная для приборов типа ФЭУ-79 и ФЭУ-100. В данных пределах эта зависимость экспоненциальная - изменение на 10 В



Р и с. 2. Кривые зависимости средней амплитуды одно-электронных импульсов от напряжения питания для ФЭУ-79 № 432 в линейном и логарифмическом масштабах амплитуды.

приводит к изменению \bar{U} приблизительно на 6%. Поэтому применение ФЭУ в режиме регистрации среднего тока требует высокой стабилизации U_n .

2. Важным электрическим параметром ФЭУ является коэффициент электронного умножения $M = \bar{q} / e$, где \bar{q} - средний заряд, перенесенный ОИ на анод, e - заряд электрона. Этот параметр просто и достаточно точно вычисляется из соотношений

$$M = \begin{cases} C \cdot \bar{U} / e, & \text{для } \tau \gg t_i; \\ t_i \cdot \bar{U} / R \cdot e, & \text{для } \tau \ll t_i, \end{cases}$$

где t_i - длительность ОИ, $\tau = R \cdot C$ - постоянная времени нагрузки при суммарной емкости C и активном сопротивлении R , t_i -

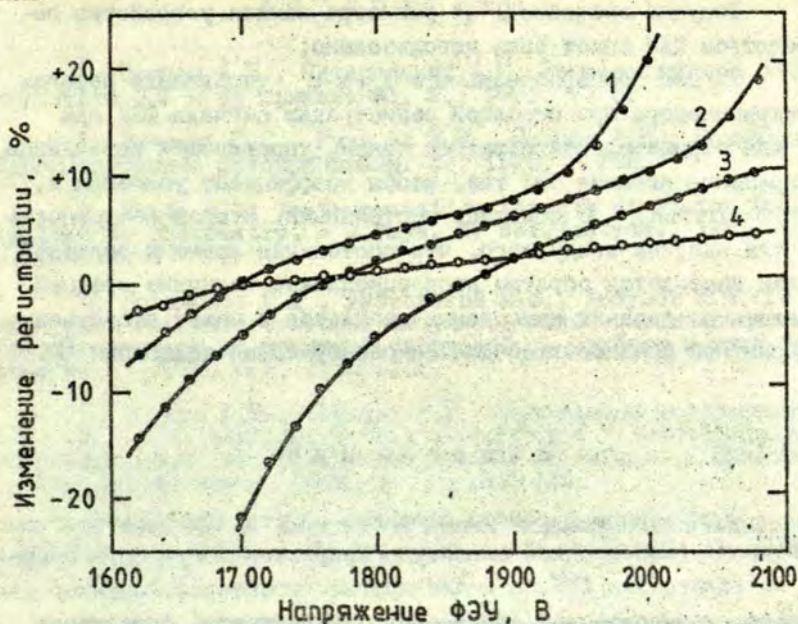
фактивная длительность ОИ тока. Последняя величина по физическому смыслу обозначает длительность П-образного импульса тока с амплитудой I , переносящего одинаковую величину q как реальный импульс $I(t)$, и может быть определена по осциллограмме зависимости $I(t)$.

Для разработанной аппаратуры чувствительность регистрации средней амплитуды в случае $\tau \ll t$ при $R = 50 \text{ Ом}$ и $t_3 = 8 \text{ нс}$ соответствует величине $M = I \cdot 10^5$. Применением нагрузки ФЭУ с $\tau \gg t$, реально достигается чувствительность на порядок выше, но при этом сильно ограничивается допустимая максимальная частота следования импульсов, так как общая длительность ОИ напряжения на уровне $0,1$ равна значению $2,3\tau + t_3$.

3. В режиме регистрации ОИ ФЭУ для большинства приборов с пуассоновским АР на счетных характеристиках имеются линейные участки - плато. Наклон, ширина и расположение плато сильно зависят от выбранного уровня порога дискриминации. На рис.3 показано типичное семейство счетных характеристик ФЭУ. Кривые 1-3 имеют участки шириной 100-200 В с минимальным наклоном плато в пределах 0,03-0,05 %/В, но при разных номинальных значениях напряжения питания.

Если порог дискриминации стабилизировать относительно средней амплитуды ОИ, например, на уровне $U_d = 0,2\bar{U}$ (кривая 4) то в широком интервале U_n от 1700 до 2100 В плато имеет небольшой и постоянный наклон приблизительно 0,01 %/В. В данном случае контроль и подстройка относительного уровня порога дискриминации $\alpha = U_d/\bar{U}$ на постоянное значение $\alpha = 0,2$ позволяют повысить стабильность регистрации ОИ в несколько раз и значительно повышают возможные пределы выбора оптимального U_n по отношению сигнал/шум.

Практический опыт показал, что стабильность регистрации можно повысить так же и для приборов с экспоненциальными АР. В большинстве случаев такие ФЭУ не имеют плато в счетных характеристиках, но поддержание значений α на постоянном уровне выявляет определенные интервалы напряжения питания с небольшим изменением вероятности регистрации ОИ.



Р и с. 3. Кривые счетных характеристик ФЭУ-79 № II при разных уровнях порога дискриминации.

1 - 0,3 мВ, 2 - 0,5 мВ, 3 - 1,0 мВ, 4 - 0,2 \bar{U} . На ординате отложены изменения вероятности регистрации относительно к значению при 1700 В и 0,3 мВ.

4. Измерения \bar{U} при помощи рассмотренного устройства можно производить параллельно и одновременно с основной регистрацией сигнала от того же самого ФЭУ, не нарушая его нормальный режим работы. Данное качество позволяет для прецизионных систем регистрации ОИ ФЭУ осуществить поддержание $\alpha = \text{const}$ автоматическим регулированием. Устройство в таком варианте работает в качестве дополнительного приспособления системы регистрации, которое непрерывно измеряет величину \bar{U} . В более универсальном варианте с гибкой структурой устройства можно осуществить по заранее заданному алгоритму автоматическое переключение от основного режима регистрации сигнала на периодический самоконтроль и подстройку выбранного значения α .

Текущее значение \bar{U} от регистра памяти устройства посредством ЦАП может быть использовано:

1) для пропорционального $U_d = \alpha \cdot \bar{U}$ управления порогом дискриминатора при основной регистрации сигнала ФЭУ или
2) для отрицательной обратной связи, управляющей источником напряжения питания ФЭУ так, чтобы коэффициент усиления и, следовательно, \bar{U} остались постоянными. Вторая возможность не так надежна ввиду того, что постоянная времени обратной связи изменяется обратно пропорционально величине средней частоты следования измеряемых импульсов и может оказаться неприятной предпосылкой для самовозбуждения колебаний \bar{U} .

З а к л ю ч е н и е

Приведенные в работе методика и устройство автоматического измерения средней амплитуды импульсов могут быть применены не только для ФЭУ, но и для других детекторов, например для каналовых умножителей электронов, диссекторов, фотодиодов, работающих в импульсном режиме, и подобных приборов. Однако следует указать на то, что использованный принцип последовательного во времени анализа амплитуд импульсов в отношении реально затрачиваемого времени на одно измерение только в тех случаях эффективен, когда измеряемые потоки импульсов имеют средние и большие частоты следования - порядка килогерц и более.

Автор выражает благодарность Я.Тибергу и А.Калниньшу за оказанную творческую техническую помощь при разработке радиоэлектронных узлов устройства аппаратуры.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Перцов А.Н., Писаревский А.Н. Одноэлектронные характеристики ФЭУ и их применение. М., 1971. 77 с.
2. Ветохин С.С., Гулаков И.Р., Перцов А.Н., Резников И.В. Одноэлектронные фотоприемники. М., 1979, с.192.
3. Meade M.L. Instrumentation Aspects of Photon Counting Applied to Photometry. - J.Phys. E: Sci.Instrum., 1981, vol.14, p.909-918.
4. Богомолов Г.Д., Дубровский Ю.В., Летунов А.А. Регистрация коротких световых импульсов малой интенсивности фотоумножителем с емкостной нагрузкой. - Приборы и техн.эксперимента, 1978, № 2, с.220-222.
5. Марьин Б.В., Тельцов М.В. Определение коэффициента усиления каналовых электронных умножителей с экспоненциальным амплитудным распределением заряда на выходе. - Приборы и техн.эксперимента, 1976, № 1, с.164-165.
6. Ямосита М. Метод непрерывного измерения изменений амплитуд импульсов. - Приборы для научн.исследований, 1976, № 4, с.117-118.
7. А.с. 945926 (СССР). Способ измерения коэффициента усиления электронного умножителя / Абрамов Е.М., Кутенин Ю.Д., Янсонс Я.Л. и др.
8. Заявка на а.с. Устройство автоматического измерения коэффициента усиления электронного умножителя / Абрамов Е.М., Кутенин Ю.Д., Янсонс Я.Л. и др. Заявл. 29.01.81, № 3241404/18-21. Положительное решение от 11.08.81.
9. Тиберг Я.Э. Паулаускас В.Н. Селектор одноэлектронных импульсов для системы счета фотонов. - Приборы и техн.эксперимента, 1980, № 5, с.183-186.

Статья поступила 18 декабря 1981 года.

АЦП ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ОДНОКРАТНЫХ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Э.Э.Тарденак, Д.К.Миллерс
НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

В исследованиях быстрых кинетик основным ограничивающим параметром аналого-цифрового преобразователя (АЦП) является время преобразования. Минимальным временем преобразования отличаются параллельные АЦП [1], пока что труднодоступные для рядового применения. Оптимальными с точки зрения простоты и доступности являются АЦП поразрядного взвешивания.

Быстродействие АЦП поразрядного взвешивания в основном определяется временем установления цифро-аналогового преобразователя (ЦАП), входящего в состав АЦП. Меньшими значениями времени установления отличаются ЦАП, изготовленные по биполярной технологии, например, микросхема ЦАП К594ПА1 имеет время установления не более 3 мкс при числе разрядов 12 [2]. Она позволяет построить 11-разрядное двухполярное АЦП со временем преобразования не более 36 мкс. Следовательно, максимально допустимая частота сканирования может составлять 28 кГц.

На практике следует считаться с ограничением, вытекающим из принципа поразрядного взвешивания и определяющим, что изменение входного сигнала за время преобразования не должно превышать половины младшего разряда квантования [3]. Если задано время преобразования t , имеет смысл применять n разрядный АЦП для исследования кинетик, минимальная постоянная времени которых не менее

$$\tau = 2^{n+1} t.$$

Следовательно, использование разрешающей способности К594ПА1 возможно в исследованиях кинетик с постоянной времени не менее 0,3 с.

Обойти данное ограничение возможно путем применения схемы выборки и хранения на входе АЦП [4-6]. В этом случае минимальное τ определяется достигаемой длительностью выборки и требуемым числом выборок на исследуемый процесс.

В предлагаемом АЦП (см. рис.) схема выборки и хранения, собранная на аналоговом ключе КЗ, конденсаторе С и операционном усилителе D4, в течение времени выборки T мкс запоминает уровень на выходе операционного усилителя D2 и поддерживает его на выходе D4 до конца преобразования АЦП.

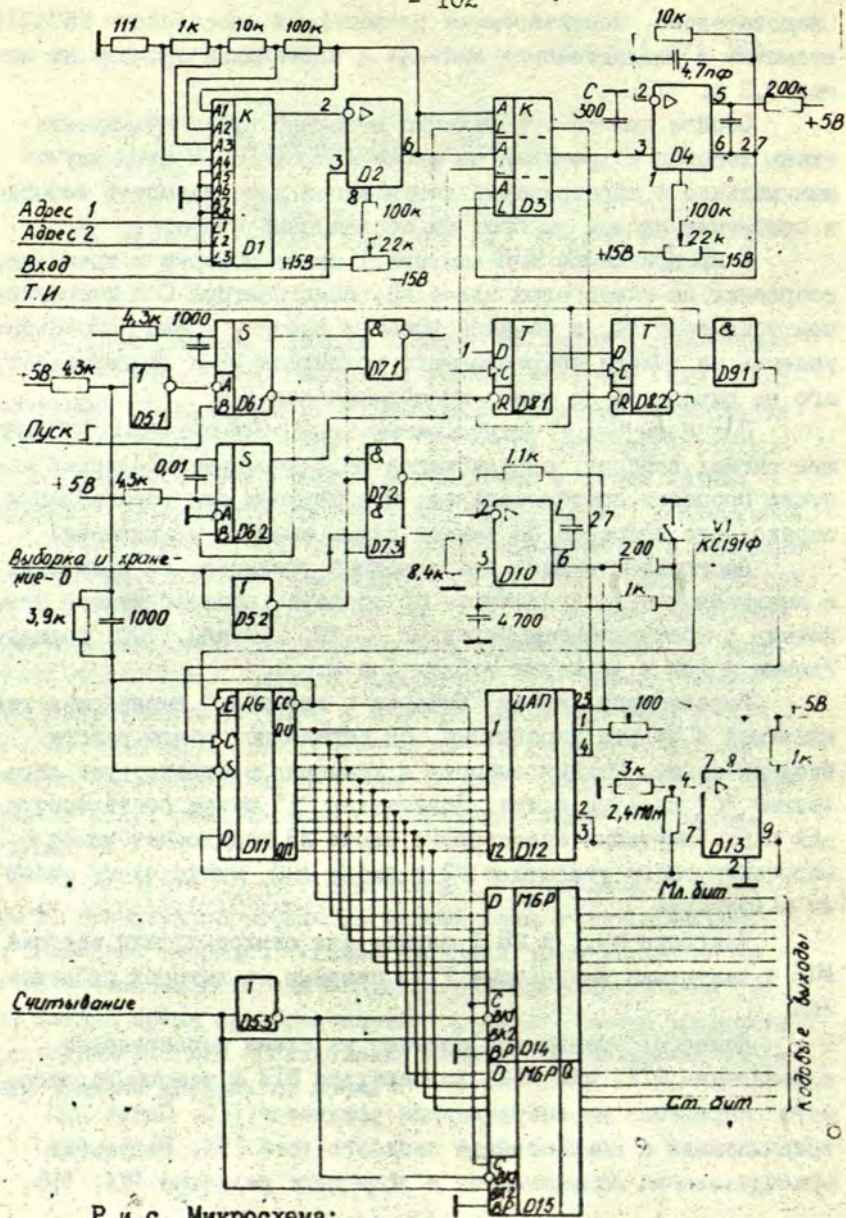
Сигналом "Пуск" возбуждается одновибратор D6.1, формирующий сигнал выборки, одновибратор D6.2 формирует задержку запуска процесса преобразования, необходимую для установления переходного процесса на выходе схемы выборки и хранения.

Быстродействующий операционный усилитель D2 совместно с аналоговым мультиплексором D1 образует масштабирующий усилитель с коэффициентом передачи 1, 10, 100 или 1000, определяемым кодом в адресных входах I и 2.

Управляющий сигнал "Выборка и хранение" вырабатывается клавишей в пульте управления. Он определяет режим работы входных цепей. Режиму выборки и хранения соответствует логический "0" на этом входе. Логическая "1" путем соответствующей перекоммутации аналогового ключа D3 подключает выход масштабирующего усилителя D2 к входу АЦП, минуя схему выборки и хранения.

Триггеры D8.1 и D8.2 служат для синхронизации запуска АЦП с тактовыми импульсами T.И. системы, в которой работает АЦП.

Непосредственно АЦП состоит из схемы поразрядного взвешивания D11, ЦАП D12, компаратора D13 и источника опорного напряжения на операционном усилителе D10. Схема АЦП традиционная с компенсацией входного тока [7]. Результат преобразования запоминается в буферном регистре D14, D15.



Р и с. Микросхема:

- D1 - K590KH1; D2 - HA-2530; D3 - K590KH2; D4 - K574УД1;
 D5 - KI55ЛН1; D6 - KI55АГ3; D7 - KI55ЛА8; D8 - KI55ТМ2;
 D9 - KI55ЛИ1; D10 - KI53УД2; D11 - KI55ИР17; D12 - K594ПА1;
 D13 - K554СА3; D14, D15 - K58ИР12.

Благодаря наличию импульсной обратной связи через элемент D5.1 АЦП запускается периодически в конце каждого цикла преобразования. Внешний источник запуска должен произвести первый запуск схемы через вход "Пуск" и поддерживать в дальнейшем на этом входе уровень логической "1".

АЦП проверялся на тактовой частоте, обеспечивающей общее время преобразования 30 мкс. При этом в режиме выборки и хранения при коэффициенте усиления масштабирующего усилителя равном единице линейность преобразования остается не хуже 0,1%.

АЦП входит в состав системы сбора информации, содержащей, кроме АЦП, оперативное запоминающее устройство для регистрации 512 результатов и блок программного управления, реализующий распределение отсчетов во времени в соответствии с исследуемым процессом.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Грешишев Ю.М. Преобразователи информации для телевизионных систем. Киев, 1981. 22 с.

2. Абрайтис В.Б., Климашаускас К.Ю., Марцинкявичюс А.-И.К. Цифроаналоговый преобразователь К594ПА1. - Электронная промышленность, 1981, вып.2, с.49-50.

3. Siebert H.P. Schnelle digitalisierte Messdatenerfassung. - Elektronik, 1980, N.3, S.57-59.

4. Zuch E.L. Designing with a Sample-Hold. - Electronic Design, 1978, N 23, Nov.8, p.84-89.

5. Zuch E.L. Keep Track of Sample-Hold. - Electronic Design, 1978, N 25, Dec.6, p.80-87.

6. Zuch E.L. Pick Sample-Holds by Accuracy and Speed. - Electronic Design, 1978, N 26, Dec.20, p.84-90.

7. Data Acquisition Products Catalog. 1978, Analog Devices, Inc., p.292.

Статья поступила 26 ноября 1981 года.

ДИСТАНЦИОННАЯ СВЯЗЬ С УВК М-6000

И.А.Гужа

НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

В в е д е н и е

Системы автоматизации физического эксперимента, осуществляемого на базе мини-ЭВМ, обычно управляются экспериментатором в режиме диалога с какого-либо диалогового устройства. Кроме того, экспериментатору необходимо постоянно следить за полученными результатами.

В случае, когда ЭВМ и экспериментальная установка расположены в непосредственной близости друг к другу, в качестве диалогового устройства используются в основном устройства, входящие в номенклатуру применяемой мини-ЭВМ. Для УВК М-6000 такими устройствами являются: станция индикации данных СИД-1000 [1], вводно-выводное устройство ВВУ (теле-тайп), графический дисплей СИГД (станция индикации графических данных [2] и дисплейный модуль ДМ-2000.

Иначе обстоит дело в том случае, когда ЭВМ и экспериментальная установка удалены друг от друга. Конечно, и здесь можно использовать стандартные устройства, но для ряда простейших физических экспериментов их использование приводит к несоизмеримо большим материальным затратам. Необходимо также проводить линию связи, состоящую из большого количества шин (27 шин для СИД-1000, 51 шина для СИГД). Расстояние на которое могут быть удалены установка и ЭВМ друг от друга, также весьма ограничено (порядка 20 м).

Учитывая изложенное, автор задался целью разработать простую и сравнительно дешевую дистанционную связь между

экспериментатором и ЭВМ, и в то же время удовлетворяющую основным требованиям большинства простейших физических экспериментов, проводимых в НИИ физики твердого тела ЛГУ им. П.Стучки.

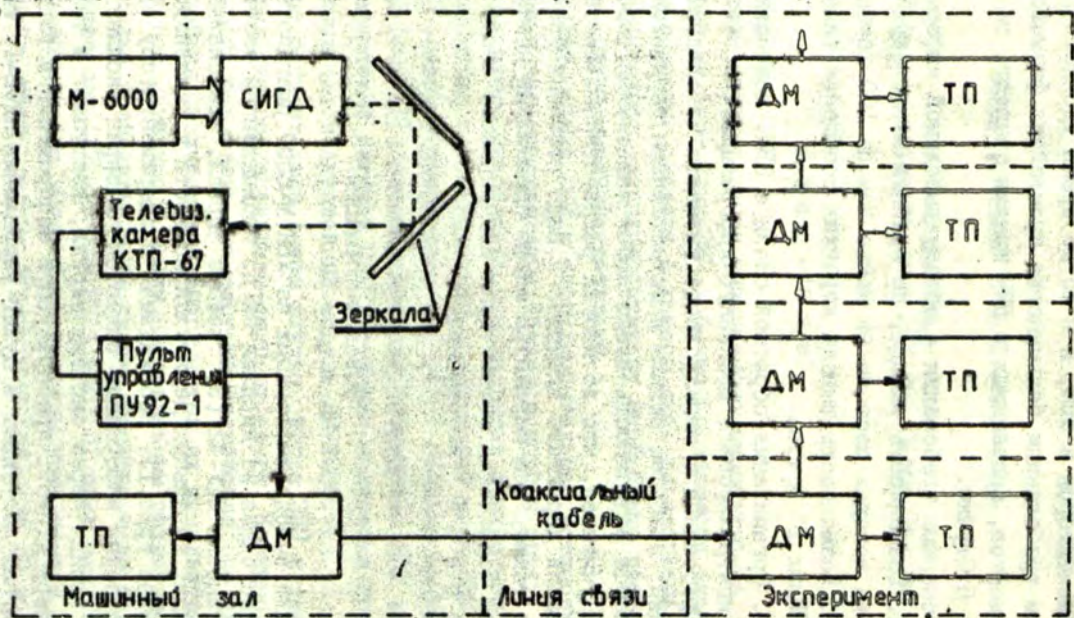
Основные требования к объему выводимой информации:

1. Возможность вывода, по крайней мере, двух графиков, каждый из которых состоит не менее чем из 100 точек.
2. Возможность вывода коротких сообщений типа: "Авария", "Цикл I" и т.п.
3. Организация обратной связи с ЭВМ, позволяющей оператору контролировать введенную информацию.

Требования к каналу ввода вытекают из следующих соображений: наиболее полным и естественным вариантом диалога является возможность ввода любой символьной информации. Однако учитывая, что во многих разработанных системах автоматизации директивы вводятся в виде условных знаков и цифр, а также, все параметры имеют порядковый номер, для простоты разработки ограничимся возможностью ввода только цифровой информации.

Вывод информации

Для вывода информации из УВК М-6000 разработана система, состоящая из дисплея СИГД, промышленной телевизионной установки ПТУ-42 [3], набора зеркал, коаксиальной линии связи, канальных делителей мощности и телевизионных приемников (рис.1). Необходимая экспериментатору символьная и графическая информация выдается на экран дисплея СИГД и далее, пройдя через систему зеркал, поступают в телевизионную камеру КТП-67, преобразующую изображение в видеосигнал. Видеосигнал поступает в пульт управления ПУ92-1, где формируется полный телевизионный сигнал, который по коаксиальному кабелю передается через канальные делители мощности в телевизионные приемники, установленные на местах проведения эксперимента.



Р и с. 1. Структурная схема системы вывода информации.

ДМ - делитель мощности; ТП - телевизионный приемник.

Зеркала и телевизионная камера размещены в кожухе, смонтированном на СИГД (рис.2). Кожух предохраняет объектив, зеркала и экран от попадания пыли и постороннего света. Чтобы кожух имел по возможности меньшие габариты, объектив камеры КТП-67 заменен короткофокусным объективом "Индустар-69".

Ввод информации

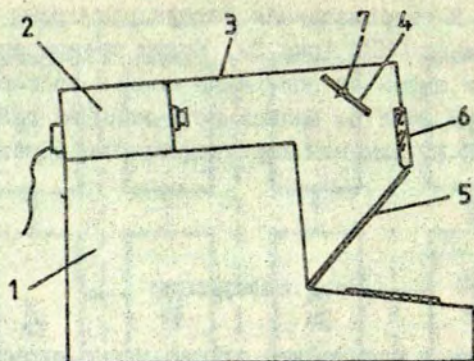
Поскольку в простейшем случае можно ограничиться вводом только цифровой информации, то для ввода используется номеронабиратель от телефонного аппарата и специальный интерфейсный блок. Номеронабиратель подвергнут некоторым изменениям.

Механическая переделка номеронабирателя заключается в нанесении на диск дополнительного отверстия, маркированного символом "к" (конец передачи). Этот дополнительный символ служит для указания конца передачи, т.е. дает возможность вводить информацию любой длины.

Электрическая схема номеронабирателя представляет собой три группы контактов, нормально замкнутую пару К1, переключающие контакты К2 и пару нормально разомкнутых контактов К3. Если разомкнутое состояние обозначить логической единицей, а замкнутое логическим нулем, то временная диаграмма работы групп К1 и К3 будет иметь вид, показанный на рис.3 (диаграмма контактов К2 не показана, т.к. эта группа в данном случае не использована). Количество (n) размыканий контактов К1 в промежутке времени ($t_{\max} - t_0$) на единицу больше набранной цифры.

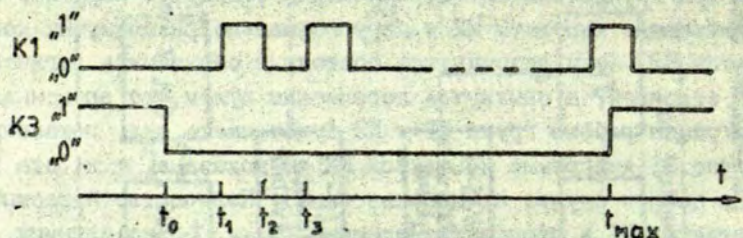
Если набран символ "к", то n равно единице. Контакты К3 замыкаются в начальный момент набора цифры и размыкаются, когда диск номеронабирателя возвращается в исходное положение.

Чтобы передать информацию о состоянии контактов К1 и К3 интерфейсному блоку по одной сигнальной шине, принци-



Р и с. 2. Эскиз механической конструкции передающей системы.

1 - дисплей СИГД; 2 - телевизионная камера; 3 - кожух; 4 - верхнее зеркало; 5 - нижнее зеркало; 6 - смотровое стекло; 7 - регулировочный винт.



Р и с. 3. Временная диаграмма работы контактов номеронабирателя.

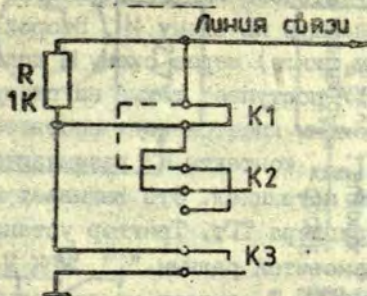
пиальная схема коммутации контактов изменена, как показано на рис.4. Информация передается тремя уровнями:

1. Высокий уровень - контакты К3 разомкнуты (независимо от состояния К1);
2. Средний уровень - контакты К3 замкнуты, К1 разомкнуты;
3. Низкий уровень - контакты К1 и К3 замкнуты.

Одним из способов обеспечения связи номеронабирателя с УВК является подключение номеронабирателя к стандартному блоку - модулю ввода дискретной информации (МВДИ) [4], в этом случае счет импульсов и перекодировка в необходимый код осуществляются программно. Такое решение приводит к неоправданно высоким затратам машинного времени (при наборе цифры "0" это время составляет около 2 с).

Учитывая изложенное, был разработан интерфейсный блок, отвечающий следующим требованиям:

1. Имеется возможность подключения к стандартному сопряжению 2 К.
2. Вход блока реагирует на изменение активного сопротивления во внешней цепи, это позволяет обойтись без источника питания со стороны номеронабирателя.



Р и с. 4. Принципиальная схема коммутации контактов номеронабирателя.

Утолщенными линиями показаны вновь введенные соединения, прерывистыми - прерванные соединения.

3. Интерфейсный блок производит счет импульсов и перекодирует полученный результат в код согласно ГОСТ 13052-67.

4. Блок содержит два одинаковых канала, имеющих выходы на, соответственно, старший и младший байты 16-разрядного машинного информационного слова. "1" в старшем разряде байта указывает на завершение счета импульсов.

Структурная схема одного канала интерфейсного блока показан на рис.5.

Рассмотрим работу схемы:

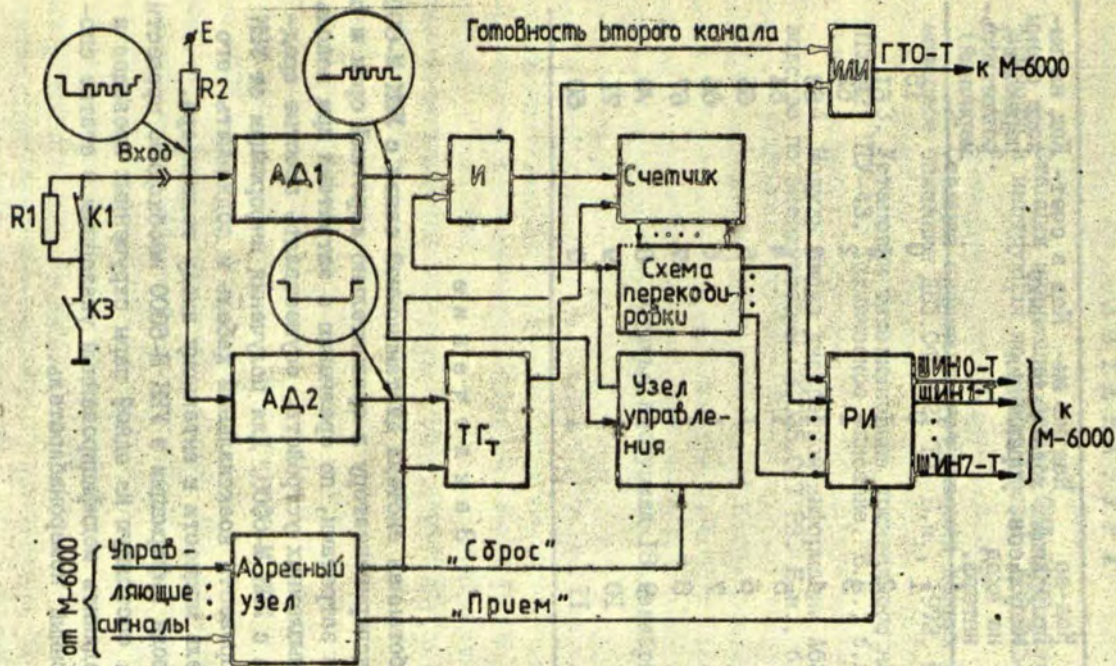
Сигналом "Сброс", вырабатываемым в адресном узле при соответствующих управляющих сигналах от М-6000, сбрасывается триггер готовности и счетчик, а также устанавливается в исходное состояние узел управления.

В момент t_0 (см.рис.3) замыкаются контакты КЗ. На входе схемы появляется нулевой потенциал. На выходе дискриминатора АД2 также появляется "0". В момент t_1 размыкаются контакты К1 (см.рис.3). Потенциал на входе благодаря делителю R1, R2 становится приблизительно равным половине потенциала источника питания, т.е. 2,5 В ($R1 \approx R2$). На выходе АД1 появляется положительный импульс, который поступает на УУ, на счетчик этот импульс не попадает, т.к. УУ выдает "0" на схему И.

По приходу второго импульса (момент t_2) УУ вырабатывает "1", поступающую на схему И. Второй и дальнейшие импульсы (в данном цикле) через схему И попадают в счетчик.

Сигнал с УУ поступает также на схему перекодировки. На выходе этой схемы имеется код, соответствующий таблице.

В момент t_{max} контакты КЗ размыкаются и на входе появляется высокий потенциал. Это вызывает положительный скачок на выходе триггера ТТ. Триггер устанавливается в "1". Сигнал ГТО-Т становится равным "1". УВК М-6000, получив единичный сигнал ГТО-Т, выдает на адресный узел сигналы, вырабатываемые строб приема информации "Прием". Информация через РИ по ШИНО-Т - ШИМ7-Т поступает в М-6000. Далее М-6000 выдает управляющие сигналы, по которым в адресном узле вырабатывается сигнал "Сброс". Весь процесс может повториться.



Р и с. 5. Функциональная схема одного канала интерфейсного блока.

АД1, АД2 - амплитудные дискриминаторы, ТГТ - триггер готовности, РИ - регистр инверторов. В кружках показаны осциллограммы в соответствующих точках схемы.

Т а б л и ц а

Набранный символ номеронабирателя	Кол-во приходящих импульсов на вход интерф.	Код на выходе узла управления	Код в счетчике	Код на выходе схемы перекодировки (восьмеричный)
"К"	1	0	0	15
"1"	2	1	1	61
"2"	3	1	2	62
"3"	4	1	3	63
"4"	5	1	4	64
"5"	6	1	5	65
"6"	7	1	6	66
"7"	8	1	7	67
"8"	9	1	8	70
"9"	10	1	9	71
"0"	11	1	0	60

З а к л ю ч е н и е

Разработанная система дистанционной связи с УВК М-6000 позволяет экспериментатору в сравнительно короткий срок и с минимальными затратами, по сравнению с затратами при использовании промышленных устройств, осуществлять простые средства диалога с УВК М-6000. Для получения информации от УВК необходимо провести коаксиальный кабель и подключить его через делитель мощности к антенному входу телевизора.

Для ввода информации в УВК М-6000 необходимо провести линию связи, состоящую из одной пары скрученных проводов и к ней подсоединить модифицированный указанным в статье способом телефонный номеронабиратель..

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Станция индикации данных СИД-1000. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ДВЗ.045.020 ТО. Б.м., 1972. 15 с.
2. Станция индикации графических данных А532-1. Техническое описание ДВЗ.045.021 ТО. Б.м., 1973. 97 с.
3. Установки телевизионные прикладного назначения ПТУ-42, ПТУ-43. Техническое описание. Б.м., б.г. 32 с.
4. Модуль ввода дискретной информации А622-2. Руководство по эксплуатации. 3.035.017 РЭ. Б.м., б.г. 36 с.

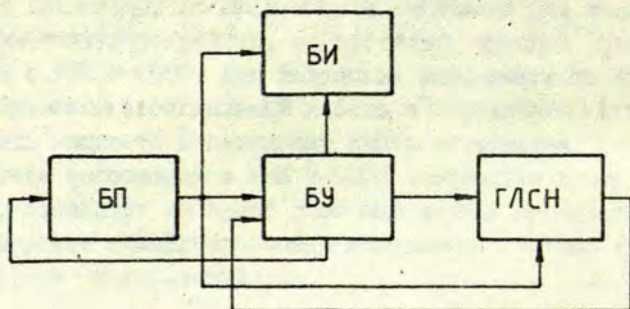
Статья поступила 18 декабря 1981 года.

ИСТОЧНИК ЛИНЕЙНО-СТУПЕНЧАТОГО НАПРЯЖЕНИЯ С РАЗВЕРТКОЙ

А.А.Кристин, Ю.К.Вейнберг
НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Параметры многих приборов электронной техники и, в частности, полупроводниковой электроники в большей или меньшей мере зависят от приложенного напряжения. Поэтому для снятия характеристик таких приборов возникает необходимость в источниках, выходное напряжение которых изменяется автоматически по заранее заданной программе. Ниже приводится описание линейно-ступенчатого источника напряжения, удовлетворяющего этому условию. Источник предназначен для снятия вольт-фарадных характеристик $p-n$ переходов полупроводниковых приборов. Однако он может найти и другие аналогичного характера применения, а также служить в качестве источника опорных калиброванных напряжений.

Структурная схема источника линейно-ступенчатого напряжения (ИН) изображена на рис.1. ИН представляет собой генератор линейно-ступенчатого напряжения ГЛСН, управляемый



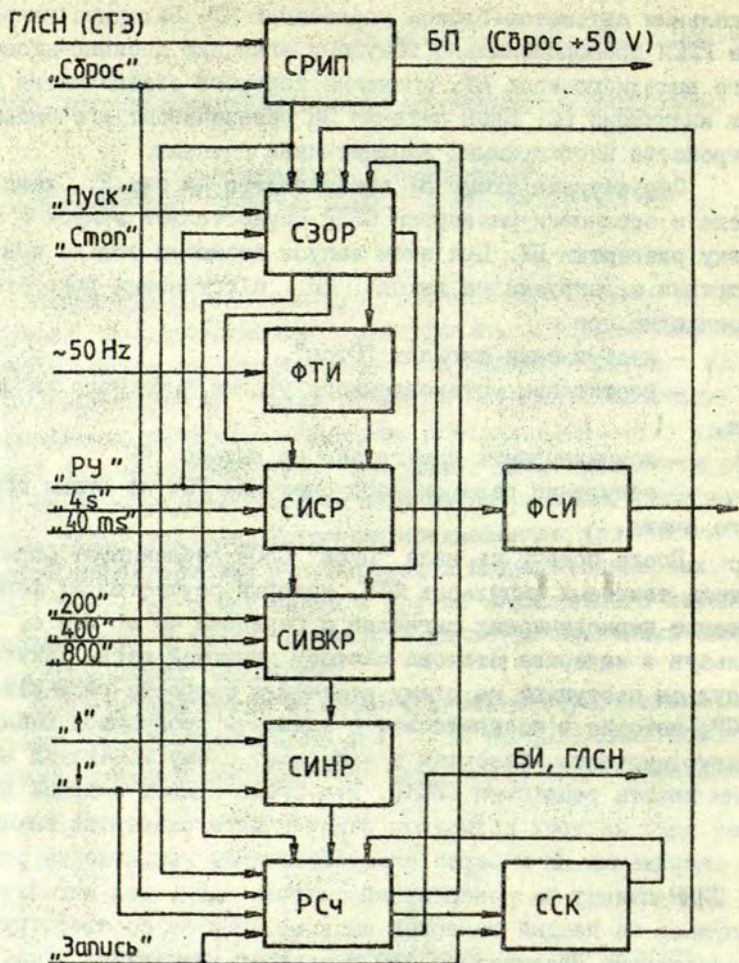
Р и с. 1. Структурная схема источника напряжения.

локальным автоматом-блоком управления БУ. Выходное напряжение ГЛСН пропорционально текущему значению двоично-десятичного выходного кода БУ, значение которого отображается блоком индикации БИ. Блок питания БП обеспечивает все блоки устройства необходимыми напряжениями питания.

Структурная схема БУ представлена на рис.2. Схема запуска и остановки развертки СЗОР осуществляет запуск и остановку развертки БУ. При этом запуск возможен только при отсутствии перегрузки на выходе ИИ, а остановка развертки происходит при

- поступлении сигнала "Стоп",
- достижении установленного уровня выходного напряжения,
- возникновении перегрузки на выходе ИИ,
- обнулении реверсивного счетчика РСч во время обратного счета.

После подачи сигнала "Пуск" СЗОР деблокирует формирователь тактовых импульсов ФТИ, который осуществляет формирование периодических сигналов с периодом 40 мс и 4 с, используя в качестве эталона частоту питающей сети. Тактовые импульсы поступают на схему изменения скорости развертки СИСР, которая в соответствии с заданной программой выбирает нужную скорость развертки и запускает схему изменения величины кванта развертки СИВКР. Эта схема в свою очередь выбирает одну из трех возможных величин шага развертки выходного напряжения ИИ и через схему изменения направления развертки СИНР подает на реверсивный счетчик один, два или четыре импульса на каждый тактовый импульс. РСч на соответствующее число единиц увеличивает или уменьшает хранящийся в нем номер позиции и новое его значение подается на БИ и ГЛСН. Так продолжается до тех пор пока схема сравнения кодов ССК не констатирует, что выходной код РСч соответствует значению кода, установленного на одном из программных переключателей "Нижний уровень" или "Верхний уровень". В момент совпадения кодов ССК производит остановку развертки путем возвращения в исходное состояние СЗОР. Во время развертки выходного на-



Р и с. 2. Структурная схема блока управления.

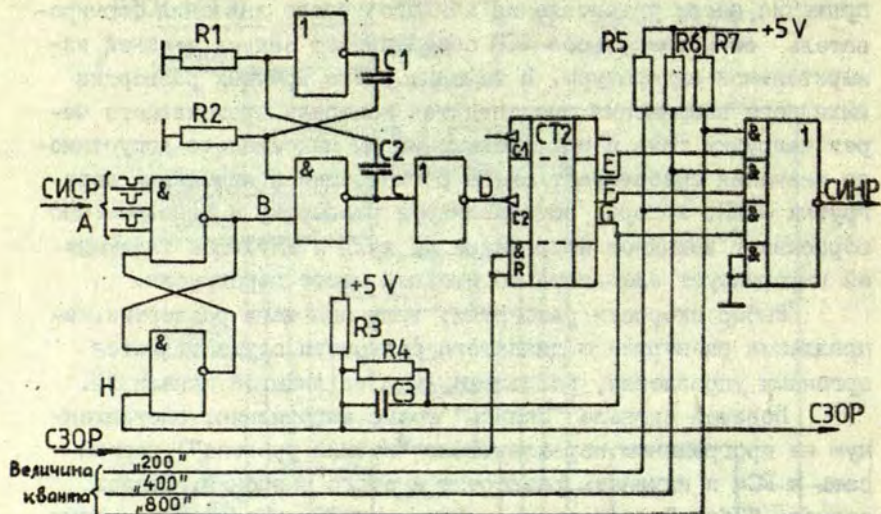
пряжения после установления каждого нового значения формирователь синхроимпульсов ФСИ обеспечивает запуск внешней измерительной аппаратуры. В течение всего времени развертки выходного напряжения производится контроль протекающего через нагрузку тока и при превышении им максимально допустимого значения срабатывает схема регистрации и индикации перегрузки СРИП, которая останавливает развертку и одновременно сбрасывает выходное напряжение до нуля и мигающей индикацией информирует оператора об имевшей место перегрузке.

Выбор скорости развертки, величины шага развертки, направления развертки и диапазона развертки осуществляется органами управления, расположенными на лицевой панели ИИ.

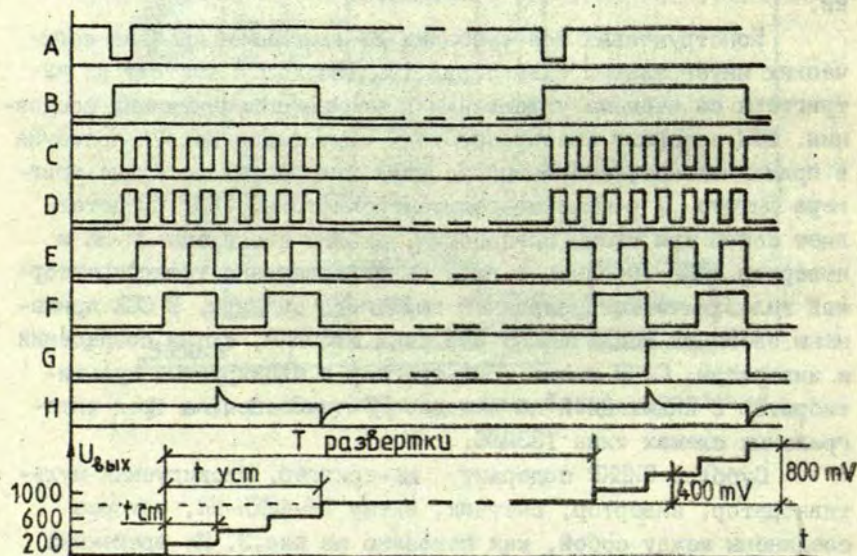
Подачей сигнала "Запись" можно информацию, выставленную на программном переключателе "Нижний уровень", переписать в РСч и начинать развертку с этого значения. Подача сигнала "Сброс" приводит к обнулению РСч. Кроме того, этим же сигналом ИИ приводится в рабочее состояние после перегрузки.

Конструктивно все субблоки ЕУ выполнены на базе логических интегральных схем серии I55/I33. СЗОР состоит из RS-триггера со схемами управления и элементами индикации состояния. ФТИ содержит преобразователь синусоидального напряжения в прямоугольное, собранный на двух инверторах по схеме триггера Шмитта и счетчиков-делителей частоты. СИСП представляет собой три схемы совпадения, а СИНР две схемы 2И-НЕ и инвертор. ФСИ выполнен в виде одновибратора с трансформаторной гальванической развязкой выходного сигнала. В ССК применены элементы ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ типа К155ЛП5, схемы совпадений и инверторы. СРИП имеет RS-триггер и блокируемый мультивибратор с индикацией на выходе. РСч выполнен на трех интегральных схемах типа I33ИЕ6.

Субблок СИВКР содержит RS-триггер, блокируемый мультивибратор, инвертор, счетчик, схему 2И-4ИЛИ-НЕ, которые соединены между собой, как показано на рис.3. Из временных диаграмм, поясняющих работу субблока видно, что при величине кванта 400 мВ и 800 мВ выходное напряжение ИИ устанавли-



Величина кванта
 "200"
 "400"
 "800"

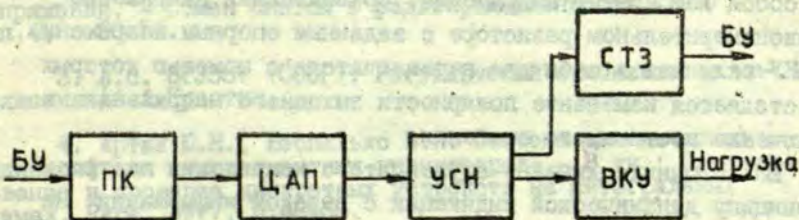


Р и с. 3. Схема изменения величины кванта развертки и временная диаграмма.

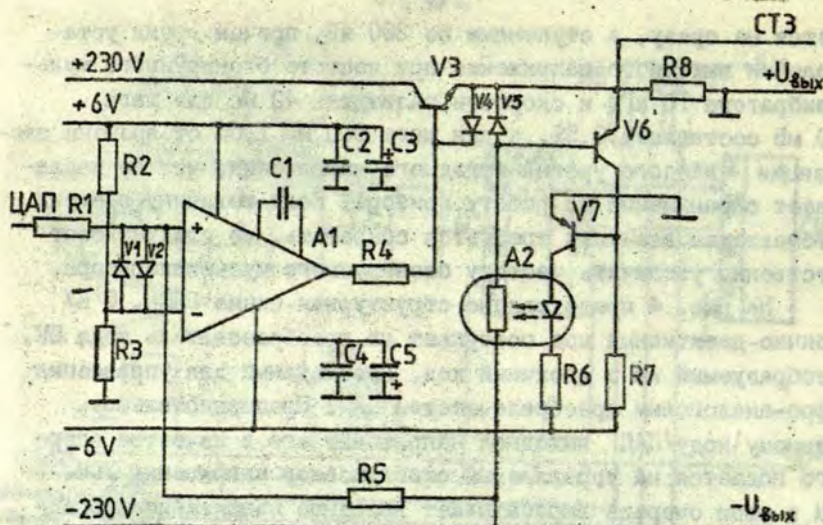
вается не сразу, а ступенями по 200 мВ, причем время установления выходного напряжения при частоте блокируемого мультивибратора 10 кГц и скорости развертки 40 мс для шага 400 мВ составляет 0,5%, а для шага 800 мВ 1,5% от времени экспозиции каждого уровня выходного напряжения, что не накладывает ограничений на работу прибора. Если величину времени установления все-таки требуется сократить, то следует соответственно увеличить частоту блокируемого мультивибратора.

На рис. 4 представлена структурная схема ГЛСН. С БУ двоично-десятичный код поступает на преобразователь кода ПК, преобразуемый им в двоичный код, необходимый для управления цифро-аналоговым преобразователем ЦАП. Пропорциональное входному коду ЦАП выходное напряжение его в качестве опорного подается на управляемый стабилизатор напряжения УСН. УСН в свою очередь вырабатывает выходное напряжение пропорциональное опорному и через выходное коммутирующее устройство ВКУ подает его на нагрузку. С УСН снимается так же сигнал для схемы токовой защиты СТЗ.

ПК выполнен в соответствии с описанным в [1]. Конструкция ЦАП аналогична данной в работе [2]. Принципиальная схема УСН приведена на рис.5. УСН построен на основе операционного усилителя А1, нагрузкой которого является высоковольт-



Р и с. 4. Структурная схема генератора линейно-ступенчатого напряжения.



Р и с. 5. Схема управляемого стабилизатора напряжения.

ный регулирующий транзистор $V3$ со схемой стабилизации его начального неуправляемого тока, позволяющей в обход нагрузке отводить этот ток и оставлять неизменным при любом выходном напряжении. Это обеспечивает увеличение к.п.д. УСН а также возможность работы при нулевой нагрузке во всем диапазоне выходных напряжений [3]. Схема токовой защиты СТЗ представляет собой компаратор напряжения, сравнивающий напряжение на токоизмерительном резисторе с заданным опорным напряжением. БКУ включает в себя два переключателя с помощью которых осуществляется изменение полярности выходного напряжения и подключение постоянного смещения.

БИ источника линейно-ступенчатого напряжения построен по принципу динамической индикации с выводом информации на семисегментные полупроводниковые индикаторы и представляет собой упрощенный вариант технического решения, описанного в литературе [4].

Блок питания БП содержит набор стабилизаторов, выполненных по классической компенсационной схеме и один нестабилизированный источник напряжения для УСН.

Технические характеристики ИИ:

1. Изменения выходного напряжения, В	0-200
2. Изменения выходного напряжения с постоянным смещением, В	50-250
3. Величина шага развертки, мВ	200, 400, 800
4. Скорость развертки (экспозиция неизменного напряжения на выходе прибора в автоматическом режиме)	40 мс и 4 с
5. Ток нагрузки, мА	0-10
6. Ток срабатывания защиты, мА	10,5
7. Изменения выходного напряжения при сбросе нагрузки от максимальной до нуля в процентах от $U_{\text{вых, макс}}$	0,01
8. Сеть	220 В \pm 10%, 50 Гц
9. Потребляемая мощность не более	100 В-А.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Bürgel E. Schnelle Zahlenumsetzer mit MSI-TTL-Schaltungen. - Elektronik, 1975, Н. 11, S. 95-98.

2. Цапко Г.П. и др. Генератор линейно изменяющегося напряжения. - Обмен опытом в радиопромышленности, 1977, вып.4, с.50-51.

3. А.с. 813387 (СССР). Регулируемый стабилизатор напряжения /А.А.Кристин.

4. Артех Ю.Н., Беспалько Е.А. Система динамической индикации для семисегментных индикаторов. - В кн.: Проектирование и проверка дискретных устройств на интегральных схемах. Рига, 1977, с.46-50.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ФОТОЭЛЕКТРОННОГО УМНОЖИТЕЛЯ

А.А.Кристин, Ю.К.Вейнберг
НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Для автоматизации исследований параметров фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) требуются автоматически управляемые высоковольтные источники питания (ИП). Промышленность такие ИП не выпускает.

Имеется большое количество работ, посвященных описанию различного рода высоковольтных ИП для ФЭУ. Подавляющее большинство из них построены на базе полупроводниковых элементов по принципу преобразования низкого постоянного напряжения в импульсное высокое напряжение с последующим выпрямлением, причем сигнал отрицательной обратной связи снимается с выхода ИП и подается на усилитель обратной связи регулятора низкого напряжения [1-4].

Схемы с регулирующим элементом в высоковольтной части ИП ФЭУ в настоящее время за редким исключением [5,6] не используются из-за ряда недостатков, обусловленных

- а) необходимостью в качестве регулирующего элемента использовать либо электронные лампы [6], либо цепочку последовательно соединенных высоковольтных транзисторов [5];
- б) ограниченным диапазоном регулирования;
- в) значительным отбором мощности из высоковольтной части ИП.

В литературе [7] предлагается ИП с одновременным регулированием низковольтной и высоковольтной частей ИП. Применение такого типа двухступенчатой регулировки в источниках питания с током потребления до 5 мА, величина которого

является наиболее характерной для большинства ФЭУ, нецелесообразно, так как к.п.д. таких источников при малых выходных токах имеет весьма низкое значение при неоправданно сложной схеме.

В подавляющем большинстве ИП ФЭУ в качестве источников низкого напряжения используются широко известные компенсационные стабилизаторы напряжения [8] с выходным напряжением порядка 12-30 В.

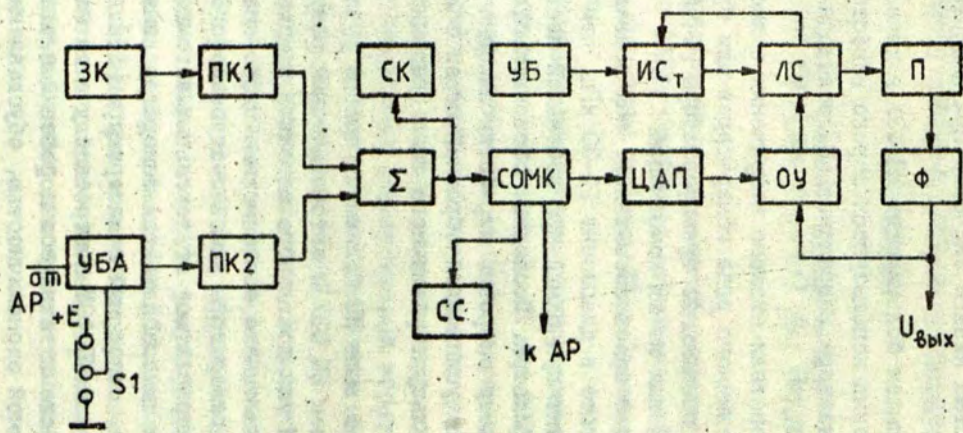
Преобразователи низкого напряжения в высокое выполняются в виде различного рода генераторов или прерывателей, нагруженных на повышающие трансформаторы [9] или умножители напряжения [10] или же их комбинация [3].

Большинство преобразователей, как правило, работает на повышенной частоте в диапазоне 10-30 кГц, чем достигается малый коэффициент пульсаций при небольшой постоянной времени сглаживающего фильтра. Последнее обстоятельство также существенно повышает скорость отработки выходного напряжения.

В качестве усилителей обратной связи в настоящее время чаще всего используют различного типа операционные усилители [1-5,7].

Упомянутые выше ИП ФЭУ имеют только ручное управление. Работ с описанием ИП ФЭУ с автоматическим регулированием напряжения от ЭВМ или локального автомата практически не встречается. Известны однако всевозможные цифро-аналоговые преобразователи и генераторы линейно-ступенчатого напряжения, которые могут управляться от локальных автоматов или ЭВМ. Типичным в этом смысле является генератор линейно-ступенчатого напряжения, описанный в литературе [11].

Предлагаемый ИП ФЭУ построен с учетом наиболее прогрессивных известных технических решений и отличается от известных повышенной экономичностью, обусловленной двухступенчатой стабилизацией низковольтной части ИП, и возможностью управления как вручную, так и с помощью локальных автоматов и ЭВМ. Структурная схема ИП представлена на рис. 1.



Р и с. 1. Структурная схема источника питания ФЭУ.

ИП содержит задатчик кода ЗК, преобразователи двоично-десятичного кода в двоичный ПК1 и ПК2, устройство блокировки входного кода локального автомата УБА, сумматор Σ , схему ограничения максимального кода СОМК, схему контроля выходного кода сумматора СК, схему сигнализации достижения максимального кода СС, цифро-аналоговый преобразователь ЦАП, операционный усилитель ОУ, линейный стабилизатор ЛС, импульсный стабилизатор ИСт, преобразователь низкого напряжения в высокое П, фильтр Ф, устройство блокировки УБ, ключ S1 для управления блоком УБА.

Начальное напряжение устанавливается с помощью задатчика кода ЗК, выполненного в виде трехдискового программного переключателя с двоично-десятичным выходным кодом типа 1-2-4-8. Код для развертывания напряжения поступает от локального автомата развертки АР или от ЭВМ. Двоично-десятичные коды от ЗК и АР через преобразователи ПК1 и ПК2 и блок УБА поступают на сумматор Σ . Результирующий двоичный код поступает на блоки СОМК и СК. С блока СОМК код поступает на ЦАП и на СС. Блок СОМК вырабатывает также признак "Конец диапазона" и сигнал блокировки развертки. ЦАП вырабатывает опорное напряжение для операционного усилителя ОУ, выходной сигнал которого регулирует величину выходного напряжения низковольтного источника питания, состоящего из линейного и импульсного стабилизаторов ЛС и ИСт. Выходное напряжение низковольтного источника напряжения преобразуется преобразователем П в пропорциональное ему высокое напряжение, которое через фильтр Ф поступает на выход. Выходное напряжение поступает далее на нагрузку и через цепь обратной связи на ОУ. При появлении признака "Конец диапазона" срабатывает схема сигнализации достижения максимального кода СС. Блок УБ служит для сброса напряжения у низковольтного источника напряжения с помощью внешнего сигнала (например, при снятии светозащиты ФЭУ).

Блоки ПК1; ПК2, УБА, СК, Σ , СОМК и СС выполнены на базе цифровых логических схем серии 156 (133) в соответствии со стандартными и описанными в литературе техническими решениями.

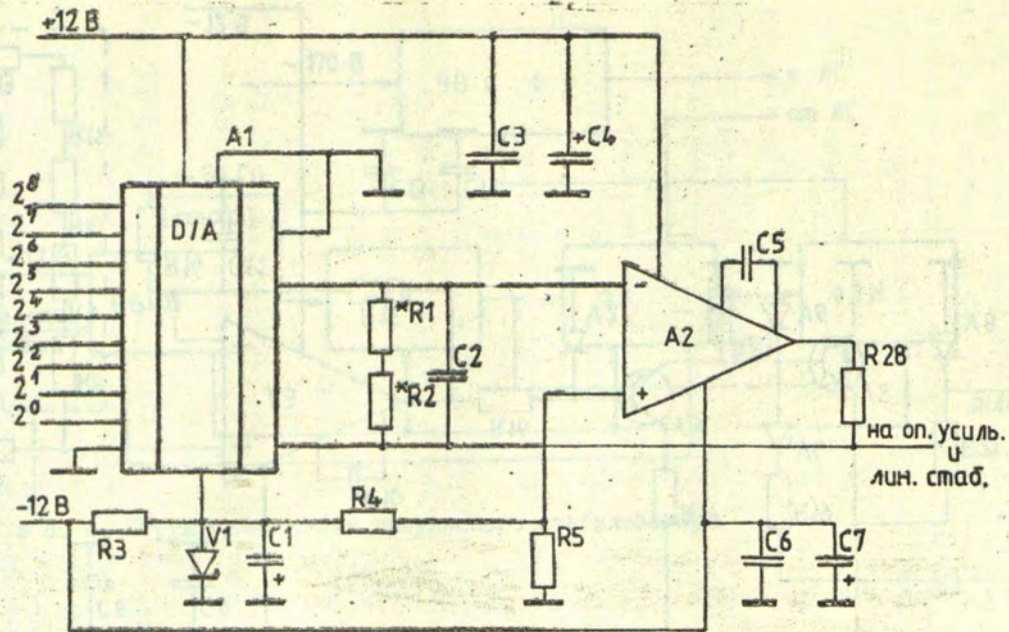
Блок ЦАП состоит из собственно цифро-аналогового преобразователя в интегральном исполнении типа К572ПА1 и выходного операционного усилителя типа К553 УД2 (рис.2).

Устройство блоков ОУ и ЛС показано на рис.3. Особенностью ЛС является то, что проходной транзистор включен между "+" выходного напряжения ИСт и общей шиной, а "-" поступает на выход ЛС непосредственно. Такое решение позволяет управлять проходным транзистором с помощью низкопотенциального сигнала. Напряжение на проходном транзисторе ЛС поддерживается постоянным около 8 В. Функцию поддержания этого напряжения в заданных пределах выполняет импульсный стабилизатор ИСт, структурная схема которого представлена на рис.4.

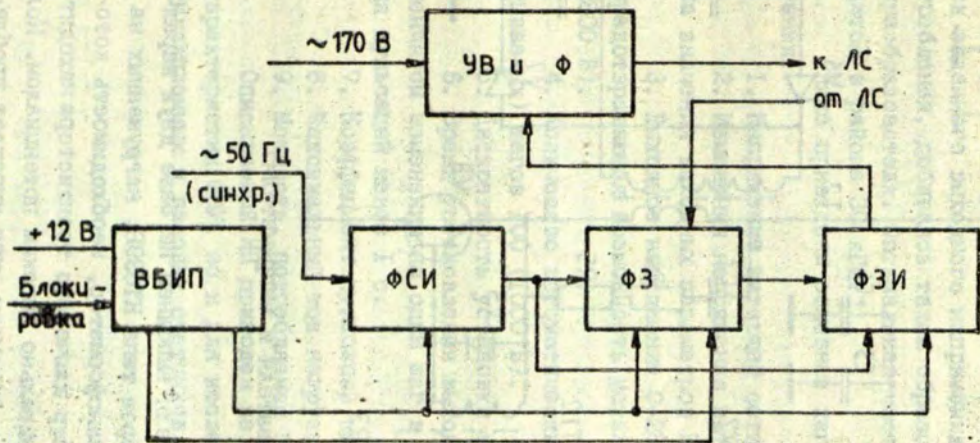
С синхробротки сетевого трансформатора на формирователь синхроимпульсов ФСИ поступает синусоидальное синхронизирующее напряжение с частотой сети. Когда синхронапряжение становится равным нулю, ФСИ вырабатывает сигнал, запускающий формирователь задержки ФЗ и сбрасывающий формирователь запускающих импульсов ФЗИ. ФЗ с задержкой обратно пропорциональной величине напряжения на проходном транзисторе ЛС запускает ФЗИ, который подает сигнал на управляемый выпрямитель УВ. Выходное напряжение УВ отфильтровывается фильтром Ф и подается на вход ЛС. В аварийной ситуации выходное напряжение УВ, а значит и ЛС сбрасывается до нуля путем блокировки вспомогательного блокируемого источника питания ВБИП, от которого питаются блоки ФСИ, ФЗ, ФЗИ.

В отличие от известных ИП ФЭУ в предложенном ИП напряжение, подаваемое на преобразователь, может достигать значения порядка 200 В. Выбор более высокого первичного напряжения позволяет существенно уменьшить потери на ключевом элементе преобразователя.

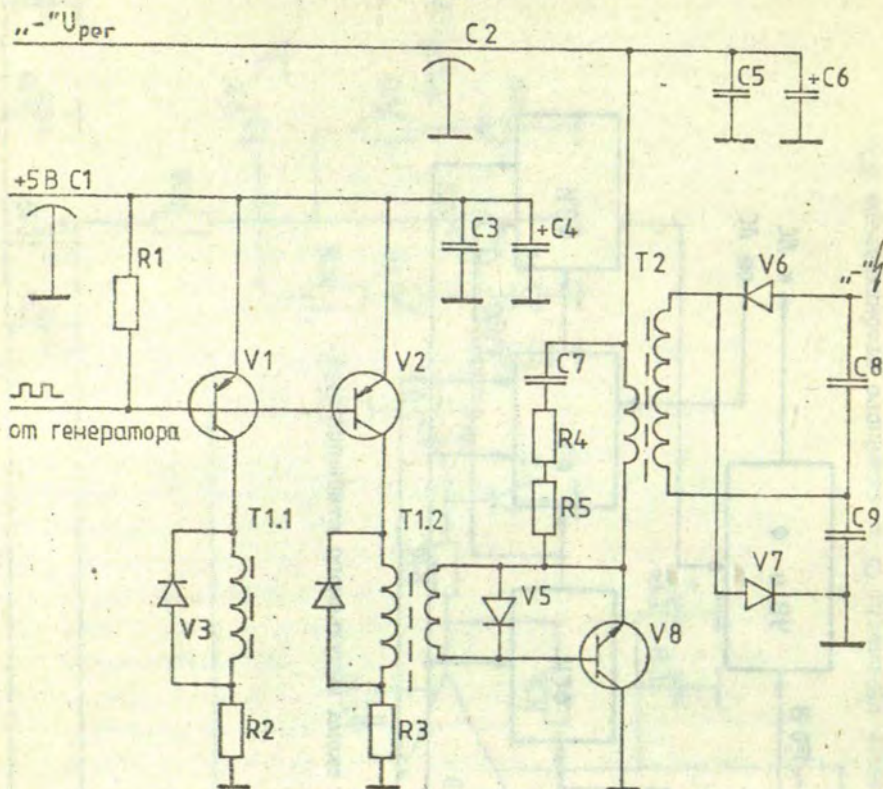
Преобразователь П состоит из задающего генератора и транзисторного прерывателя, нагруженного на повышающий трансформатор, и выпрямителя. Задающий генератор выполнен аналогично приведенному в литературе [12]. Принципиальная схема прерывателя и выпрямителя представлена на рис. 5.



Р и с. 2. Схема цифро-аналогового преобразователя.



Р и с. 4. Структурная схема импульсного стабилизатора.



Р и с. 5. Схема прерывателя и выпрямителя.

Согласующий каскад прерывателя выполнен на базе двух параллельно включенных транзисторов типа КТ639Б, нагруженных на импульсный развязывающий трансформатор, необходимость которого вызвана тем, что эмиттер ключевого транзистора находится под изменяющимся сравнительно высоким потенциалом. Коллектор ключевого транзистора заземлен, что упрощает проблему теплоотвода и существенно снижает уровень излучаемых ВЧ-помех. В качестве ключевого транзистора используется высоковольтный транзистор типа КТ704А. Повышающий трансформа-

тор преобразователя выполнен на базе промышленного строчно-го трансформатора типа ТВС-110ЛА, у которого заменена первичная обмотка. Путем оптимального подбора параметров РС-цепи, подключенной параллельно первичной обмотке трансформатора, и подстройки частоты задающего генератора добиваются заданного выходного напряжения при минимальном токе потребления, добиваясь таким образом максимального к.п.д. преобразователя. Оптимальная частота преобразователя находится в районе 30 кГц.

Ниже приведены основные характеристики источника питания.

1. Напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц.
 2. Изменения напряжения питающей сети, не сказывающиеся на значения выходных параметров ИП \pm 10%.
 3. Выходное напряжение 0-2800 В (предусмотрена защита, предотвращающая возможность установки напряжения выше 2800 В).
 4. Количество автоматически устанавливаемых (развертываемых) шагов 100 (1000 В).
 5. Дискретность установки выходного напряжения 10 В.
 6. Время установления выходного напряжения при ступенчатом изменении на один шаг в 10 В с точностью до уровня пульсаций менее 1 с.
 7. Коэффициент пульсаций не более 0,002%.
 8. Максимальный ток нагрузки 5 мА.
 9. Мощность, потребляемая от сети, не более 60 В·А.
- Описываемый ИП пригоден не только для исследования характеристик ФЭУ, но и для исследования характеристик сцинтилляционных и газовых счетчиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зазулин В.А., Заметин В.И. Универсальный источник питания фотоэлектронного умножителя. - Приборы и техн.эксперимента, 1976, № 5, с.183-184.
2. Курейчик К.П., Заикин С.А. Высоковольтный стабилизированный источник питания фотоумножителя. - Приборы и техн.эксперимента, 1980, № 4, с.152-154.
3. Аникин В.И. Прецизионный малогабаритный высоковольтный стабилизированный источник питания фотоэлектронного умножителя. - Приборы и техн.эксперимента, 1979, № 1, с.159-161.
4. Папаян Г.В. и др. Малогабаритный стабилизированный блок питания ФЭУ. - Оптико-мех. пром., 1979, № 5, с.44-46.
5. Гонда Т., Кимото К. Источник питания ФЭУ. - Приборы для научных исследований (русский перевод), 1977, № 2, с.101-102.
6. Коба А.П. и др. Высоковольтный стабилизированный источник питания с регулируемым напряжением на выходе. - Приборы и техн.эксперимента, 1981, № 4, с.162-164.
7. Некрасов Ю.М., Разнатовская Ф.М. Источники питания с широким диапазоном регулирования. - Обмен опытом в радиопром., 1977, вып.4, с.54-56.
8. Источники электропитания на полупроводниковых приборах (проектирование и расчет) / Под.ред. С.Д.Додика, И.И.Гальперина. М., 1969. 147 с.
9. Гизатуллин Ш.Р., Капранов Б.И. Схема стабилизации коэффициента усиления каскада с фотоэлектронным умножителем. - Приборы и техн.эксперимента, 1975, № 4, с.109-111.
10. Лейтман М.Б., Круглов В.В. Высоковольтный безтрансформаторный стабилизатор постоянного напряжения. - Приборы и техн.эксперимента, 1977, № 5, с.154-155.
11. Цапко Г.П. и др. Генератор линейно-изменяющегося напряжения. - Обмен опытом в радиопром., 1977, вып.4, с.50-51.
12. Лемзяков С.Р., Шереметьев А.К. Стабильный малогабаритный блок питания фотоэлектронного умножителя. - Приборы и техн.эксперимента, 1976, № 5, с.172-173.

Статья поступила 21 декабря 1981 года.

УДК 53.05:535.37

С.В.Гвоздев, И.А.Гужа, Н.А.Круглова, В.Л.Савельев. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СПЕКТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛ.

Описана автоматизированная система СПЕКТР, позволяющая проводить измерения спектров люминесценции, возбуждения люминесценции, поглощения, отражения, снимать кривые кинетики люминесценции и термостимулированной люминесценции. Система включает в себя экспериментальную установку и ЭВМ М-6000. Управление экспериментом осуществляется в режиме диалога. Использование прерываний ЭВМ позволяет одновременно с работой системы СПЕКТР решать другие задачи научных исследований.

УДК 53.05:535.37

Я.Я.Аболиньш, А.Я.Банга, Э.А.Бауманис, Л.М.Кузьмина. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА КИНЕТИКА В ДОС РВ М-6000.

Рассматривается автоматизированная система научного эксперимента для измерения кинетик оптического поглощения с накоплением в ЭВМ в широких временном и температурном диапазонах. Система КИНЕТИКА реализована в дисковой операционной системе реального времени М-6000.

УДК 681.3.1

Ю.Я.Кузьмин. АЛГОРИТМ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.

Рассматривается универсальная диалоговая обучающая программа, которая позволяет образовывать каталоги учебного и другого текстового материала, учебные курсы, зачеты и документированные программы.

А.А.Батнер, Н.А.Круглова. ПРОГРАММНАЯ СТРУКТУРА И ВОЗМОЖНОСТИ МНОГОПУЛЬТОВОЙ СИСТЕМЫ.

Сообщается о системе мультитерминальной отладки программы, позволяющей одновременно с нескольких терминалов редактировать, транслировать, загружать программы и, пользуясь системой управления файлами, работать с ними. Данная система работает в дисковой операционной системе реального времени ЭВМ М-6000, М-7000, СМ-1, СМ-2. Описано включение системы БЭЙСИК в состав системы мультитерминальной отладки.

УДК 681.3.01:007.5

С.В.Гвоздев. МНОГОПУЛЬТОВЫЙ БЭЙСИК ДОС РВ М-6000.

Описывается интерпретирующая система БЭЙСИК для ЭВМ М-6000, М-7000, СМ-1, СМ-2, работающая в дисковой операционной системе реального времени с добавлением системы мультитерминального доступа.

УДК 681.142

А.Н.Бальс. РАСШИРЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ОПЕРАТОРОВ БЭЙСИК М-6000.

Описаны четыре модифицированных системных оператора БЭЙСИК М-6000, обладающие дополнительными сервисными возможностями, в частности, допускающие использование магнитной ленты в качестве внешнего носителя при работе с интерпретатором БЭЙСИК в магнитно-ленточной операционной системе.

УДК 681.3

Б.В.Вылегжанин. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА-60".

Кратко рассмотрена автоматизированная система накопления и обработки результатов измерения шероховатости поверхности оптических материалов. В системе использована микро-ЭВМ "Электроника-60".

УДК 535.34

Я.Я.Аболиньш, Л.М.Кузьмина. АНАЛИЗ СПЕКТРОВ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА.

Рассматривается задача разделения спектров комбинационного рассеяния нитрата аммония на полосы в режиме диалога с ЭВМ. Описывается программа диалоговой обработки спектров, язык пользователя. Приводится анализ сложных участков спектра комбинационного рассеяния, относящихся к внутренним, внешним и локальным колебаниям.

УДК 681.3

Д.Т.Андерсоне, Я.Я.Индулевич. ПЕРЕЗАГРУЖАЕМЫЙ ДРАЙВЕР СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.

Рассматривается комплекс программ, позволяющий в дисковых операционных системах реального времени реализовать замену программ-драйверов, не прибегая к генерации систем. Листинги программ приведены на языке HP FORTRAN IV и HP ASSEMBLER при использовании операционной системы RTE II, RTE III на мини-ЭВМ HP 2100, HP 21MX.

УДК 535.343:681

Ф.Жалоудек, Ю.Я.Кузьмин. ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРА ИМС-2 В МАЛЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ.

Сообщается об опыте использования микро-ЭВМ BUSSEER TEEB-488 в задаче регистрации спектров оптического поглощения.

УДК 621.383.292
627.317.326

Я.Л.Янсонс. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ СПЕДНЕЙ АМПЛИТУДЫ ИМПУЛЬСОВ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ.

Даются подробное описание нового устройства автоматического измерения средней амплитуды одноэлектронных импульсов и коэффициента умножения фотоэлектронных умножителей и методики работы с ними. Приводятся технические характеристики разработанной аппаратуры. Показаны возможности применения данного устройства для стабилизации эффективности регистрации импульсов регулированием уровня порога дискриминации относительно величины средней амплитуды одноэлектронных импульсов. Описанную методику можно применять для измерения стохастических потоков импульсов с произвольным видом амплитудного распределения.

УДК 621.374.387

Э.Э.Тарденак, Д.К.Миллерс. АЦП ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ОДНОКРАТНЫХ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ.

Рассматриваются проблемы аналого-цифрового преобразования быстропротекающего процесса. Приведена схема аналого-цифрового преобразователя поразрядного взвешивания со схемой выборки и хранения. При времени выборки 1 мкс и периоде преобразования 30 мкс достигнута линейность в пределах 0,1%.

УДК 681.327.8

И.А.Гужа. ДИСТАНЦИОННАЯ СВЯЗЬ С УВК М-6000.

Рассмотрена система дистанционной связи между экспериментальной установкой и УВК М-6000. Для вывода информации

из УВК предложена система, построенная на базе дисплея СИГД и промышленной телевизионной установки ПТУ-42. Для ввода информации предложено использовать модифицированный номеронабиратель и соответствующий интерфейсный блок.

УДК 621.373.5:621.373.1.049.77

А.А.Кристин, Ю.К.Вейнберг. ИСТОЧНИК ЛИНЕЙНО-СТУПЕНЧАТОГО НАПРЯЖЕНИЯ С РАЗВЕРТКОЙ.

Рассмотрена реализация источника линейно-ступенчатого напряжения, который позволяет исследовать зависящие от напряжения параметры различных изделий электронной техники. Задание режима работы источника осуществляется встроенным локальным автоматом. Выходное напряжение источника меняется в пределах 0-200 и с постоянным смещением 50-250 В, шаг развертки 200, 400 или 800 мВ при скорости развертки 40 мс или 4 с на шаг. Возможна также ручная развертка. Ток нагрузки 0-10 мА.

УДК 621.311.6:621.383.5

А.А.Кристин, Ю.К.Вейнберг. РЕГУЛИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ФОТОЭЛЕКТРОННОГО УМНОЖИТЕЛЯ.

Предлагается автоматически управляемый высоковольтный источник питания с диапазоном регулирования 0-2800 В и током нагрузки до 5 мА, предназначенный для автоматизации исследований параметров фотоэлектронных умножителей (ФЭУ). Рассмотрены основные принципы построения источников питания для ФЭУ. Описаны структурная схема предложенного источника питания и принципиальные схемы некоторых ответственных узлов.

S U M M A R Y

UDC 53.05.:535.37

Gvozdev S.V., Guzha I.A., Kruglova N.A., Savelyev V.I.
CHEKTP AUTOMATED SYSTEM FOR STUDIES OF OPTICAL PROPERTIES
OF SOLIDS.

The CHEKTP automated system designed to study luminescence, excitation of luminescence, absorption and reflection spectra as well as the curves of luminescence and thermostimulated luminescence kinetics has been described. The system includes an experimental setup and a microcomputer M-6000. A dialogue regime has been employed in the experiment control process. The use of interruptions of the computer enables one to deal with other research problems simultaneously with operating the system CHEKTP .

UDC 53.05:535.37

Abolinsh J.J., Banga A.V., Baumanis E.A., Kuzmina I.M. ORGA-
NIZATION OF EXPERIMENT K I N E T I C S IN REAL TIME EXE-
CUTIVE DOS M-6000.

The automatic system of scientific experiment for measuring kinetics of optical absorption in both wide time interval and temperature range has been described with data acquisition of information in computer. The system KINETICS has been realized in the RTE DOS M-6000.

UDC 681.3.1

Kuzmin Y.Y. ALGORHYTHM OF UNIVERSAL TEACHING PROGRAM.

The possibility of creating a universal teaching dialogue program has been considered which permits to produce catalogues, Computers Assisted Instruction Courses, and documented programs.

UDC 681.142.2

Batner A.A., Kruglova N.A. PROGRAM STRUCTURE AND POSSIBILITIES OF MULTITERMINAL ACCESS SYSTEM (MAS).

The system of multiterminal program debugging has been presented permitting to edit, translate, load programs from all MAS terminals simultaneously and using the File Manager System work with them. The MAS works in the Real Time Disc Operating System for the computers M-6000, M-7000, CM-1, CM-2. Including of the system BASIC in the MAS also has been described.

UDC 681.3.01:007.5

Gvozdev S.V. MULTITERMINAL BASIC IN REAL TIME EXECUTIVE DOS M-6000.

The interpreting system BASIC for the computers M-6000, M-7000, CM-1, CM-2 has been considered that works in the Real Time Disc Operating System expanded with the Multiterminal Access System.

UDC 681.142

Bals A.N. EXPANDING OF SYSTEM OPERATORS IN BASIC M-6000.

Four modified system operators BASIC M-6000 possessing additional service possibilities have been considered. They permit mainly the use of magnetic tape as the external storage when operating the Interpreter BASIC in the Magnetic-Tape Operating System.

UDC 681.3

Vilegzhanin B.V. AUTOMATION OF EXPERIMENT ON THE BASIS OF MICROCOMPUTER "ЭЛЕКТРОНИКА-60"

The automated system of data accumulation and processing of the measurements of roughness of optical materials surface has been studied. The microcomputer "ЭЛЕКТРОНИКА-60" has been used in the system.

UDC 535.34

Abolinsh J.J., Kuzmina L.M. ANALYSIS OF RAMAN SCATTERING SPECTRA IN INTERACTIVE REGIME.

The problem of ammonium nitrate Raman scattering spectra separation in bands has been solved with the use of computer in the interactive mode. The program of interactive processing of spectra and the appropriate language have been described. The analysis of complex spectral regions of Raman scattering spectra has been suggested for internal, external and local vibrations.

UDC 681.3

Andersone D.I., Indulevich Y.Y. RELOADED DRIVER FOR REAL TIME SYSTEMS.

The complex of programs permitting to realize the replacing of programs-drivers in the Real Time Disc Operating Systems without generating them has been considered. The listings of the programs have been presented in the languages of HP FORTRAN and HP ASSEMBLER when using the operating systems RTE II, RTE III on the microcomputers HP 2100, HP 21MX.

UDC 681.327.8

Guzha I.A. TELECOMMUNICATION WITH MICROCOMPUTER M-6000.

A system of telecommunication between a remote experimental setup and a microcomputer as applied to routine physical experiments has been described. The system designed on the basis of a graphical display unit СМГД and a portable commercial TV set ПТВ-42 has been proposed for information output from the microcomputer. A modified dial and an appropriate interface unit have been used for information input.

UDC 621.373.5:621.373.1.049.77

Kristin A.A., Veinberg Y.K. THE SOURCE OF LINEAR-STEP VOLTAGE WITH SCANNING.

Realization of the source of linear-step voltage supply has been considered allowing to test parameters of various electronic devices depending on voltage. The setting of the appropriate operating mode is achieved by the local controller. The output voltage varies within the range of 0-200 V and with constant shift 50-250 V, scanning step 200, 400 or 800 mV at scanning speed 40 ms or 4 s for a step. Manual scanning is also possible. Load current 0-10 mA.

UDC 621.311.6:621.383.5

Kristin A.A., Veinberg J.K. CONTROLLABLE POWER SUPPLY FOR PHOTOELECTRON MULTIPLIER.

The automatically controllable high-voltage power supply for 0-2800 V and load current up to 5 mA designed for automatic determination of photoelectron multiplier parameters (PM) has been suggested. The basic principles of PM power supply design have been discussed. The block diagram of the suggested power supply and schematics of some significant circuits have been described.

UDC 535.343:681

Zhaloudek J., Kuzmin Y.Y. APPLICATION OF IMS-2 CONTROLLER IN SMALL EXPERIMENTS.

The microcomputer BUSSER IEEE-488 application in optical absorption experiments has been described in the present paper.

UDC 621.383.292

627.317.326

Jansons J.L. AUTOMATIC MEASURING OF AVERAGE PULSE AMPLITUDE OF PHOTOELECTRONIC MULTIPLIER IMPULSES.

A detailed description of a new method and a device of automatic measuring of medium amplitude of individual electron impulses and multiplication ratio of photoelectronic multipliers has been given. The technical data of the designed apparatus have been presented. The possibilities of the described device for stabilization of impulse registration effectiveness by regulating the discrimination threshold level related to the medium amplitude of individual electron impulses have been shown. The described method can be applied for measuring stochastic flow of impulses with an arbitrary shape of amplitude distribution.

UDC 621.374.387

Tardenak E.E., Millers D.K. ANALOGUE-DIGITAL CONVERTER FOR REGISTRATION OF FAST SINGLE PROCESSES.

The problems of analogue-digital conversion of the fast process have been considered. The diagram of successive approximation analogue-digital converter has been suggested with the sample and hold circuit. For sample time 1 ms and conversation period 30 ms linearity within the range of 0,1 % has been achieved.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

1.	ГВОЗДЕВ С.В., ГУЖА И.А., КРУГЛОВА Н.А., САВЕЛЬЕВ В.Л. Автоматизированная система СПЕКТР для исследования оптических свойств твердых тел..	3
2.	АБОЛИНЫШ Я.Я., БАНГА А.Я., БАУМАНИС Э.А., КУЗЬМИНА Л.М. Организация эксперимента КИНЕТИКА в ДОС РВ М-6000.....	13
3.	КУЗЬМИН Ю.Я. Алгоритм универсальной обучающей программы.....	20
4.	БАТНЕР А.А., КРУГЛОВА Н.А. Программная структура и возможности многопультной системы.....	26
5.	ГВОЗДЕВ С.В. Многопультный БЭЙСИК ДОС РВ М-6000.	33
6.	БАЛЫС А.Н. Расширение системных операторов БЭЙСИК М-6000.....	40
7.	ВЫЛЕТЖАНИН Б.В. Автоматизация эксперимента на базе микро-ЭВМ "Электроника-60".....	45
8.	АБОЛИНЫШ Я.Я., КУЗЬМИНА Л.М. Анализ спектров комбинационного рассеяния в режиме диалога.....	48
9.	АНДЕРСОНС Д.Т., ИНДУЛЕВИЧ Я.Я. Перезагружаемый драйвер систем реального времени.....	62
10.	КАЛОУДЕН Ф., КУЗЬМИН Ю.Я. Применение контроллера ИМС-2 в малых экспериментах.....	80
11.	ЯНСОНС Я.Л. Автоматическое измерение средней амплитуды импульсов фотоэлектронных умножителей..	85

12.	ТАРДЕНАК Э.Э., МИШЕРС Д.К. АЦП для регистрации однократных быстродействующих процессов.....	100
13.	ГУЖА И.А. Дистанционная связь с УВК М-6000.....	104
14.	КРИСТИН А.А., ВЕЙНБЕРГ Ю.К. Источник линейно-ступенчатого напряжения с разверткой.....	114
15.	КРИСТИН А.А., ВЕЙНБЕРГ Ю.К. Регулируемый источник питания фотозлектронного умножителя.....	122
	Рефераты статей.....	133
	Summary.....	138

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сборник научных трудов
(межведомственный)

Редакторы: И.Тале, Т.Фадеева
Технический редактор М.Дреймане
Корректор Б.Янсоне

Подписано к печати 20.09.1982. ЯТ 19553. Ф/б 60x84/16.
Бумага №1. 9,3 физ.печ.л. 8,6 усл.печ.л. 6,8 уч.-изд.л.
Тираж 350 экз. Зак. № 1624. Цена 1 руб.

Латвийский государственный университет им. П.Стучки
Рига 226098, б. Райниса, 19
Отпечатано в типографии, Рига 226050, ул. Вейденбаума, 5
Латвийский государственный университет им. П.Стучки