



ИТЭФ -104

ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

С.И.БУРОВ, А.А.КЛИМЕНТОВ, И.А.КОРЖАВИН,  
В.А.КУЦЕНКО, Ю.А.СЕМЕНОВ, О.П.ФЕДОТОВ,  
В.Б.ШВАЧКИН

**СИСТЕМА ПРОВЕРКИ  
ПРОВОЛОЧНЫХ КАМЕР**

МОСКВА 1985

УДК 539.1.073

M-16

Описывается система проверки проводочных камер адронного уранового калориметра. Рассматривается архитектура вычислительного комплекса и структура программного обеспечения. Приведены алгоритмы наиболее важных программ.

## В В Е Д Е Н И Е

В настоящей работе приводится описание системы проверки проволочных камер (СПК) адронного уранового калориметра, описанного в /1/.

Система представляет вычислительный комплекс на базе микро-ЭВМ "Электроника-60". СПК обеспечивает считывание, мониторинг и первичную обработку данных, запись информации на магнитную ленту (МЛ) и диск, управление процессом проверки камер и ряд вспомогательных функций.

Система проверки камер поддерживается операционной системой R T-II V 5.0 /2,3/. Описываемая система успешно работает с 1984 г., непрерывно развиваясь.

В разделе I представлена структура вычислительного комплекса и схематичное описание установки в целом. Во втором разделе рассмотрена структура программного обеспечения и подробно описаны программы СПК, непосредственно связанные со сбором и обработкой информации. В третьем разделе в виде руководства пользователю излагаются сервисные возможности системы.

### I. Структура вычислительного комплекса (ВК)

Вычислительный комплекс создан на базе микро-ЭВМ "Электроника-60". Блок-схема комплекса представлена на рис.1. Для ВК бы-

ли разработаны и изготовлены следующие модули:

- микропроцессорный контроллер накопителя на фиксированном магнитном диске EC-5060;
- микропроцессорный контроллер на гибком диске PL 45D ;
- микропроцессорный контроллер накопителя на магнитной ленте (МЛ) ИЗОТ 5003;
- крeйт-контроллер связи ЭМ "Электроника-60" с системой КАМАК;
- интерфейс матричной печати ДЭ М-180;
- последовательный интерфейс для подключения дисплея;
- модуль графического дисплея на базе А/Ц дисплея "Электроника-15ИЭ-013".

Ниже кратко описаны основные модули системы.

1.1. Микропроцессорный контроллер "Э-60" - EC-5060. Контроллер выполнен на базе микропроцессорной серии K589. Он имеет регистр диска (РД) с адресом 170000. При записи в РД числа А, на памяти по прямому доступу выбирается блок из трех слов с адресами А, А+2, А+4.

В А лежит управляющие слова, содержащие код функций и число передаваемых байт. В А+2 - номер ячейки памяти, а в А+4 - номер сектора на диске. Обмен данными между контроллером и ОЗУ ЭМ проводится по каналу прямого доступа. Регистр диска содержит бит ошибки, который устанавливается контроллером в случае возникновения ошибки и бит готовности, который устанавливается контроллером, когда он готов принять следующую команду. Вектор прерывания - 300. Для разработанного контроллера написан и сгенерирован драйвер D V. S4S под операционную систему R T-II.

1.2. Микропроцессорный контроллер "Э-60" - ИЗОТ 5003.  
Контроллер выполнен на базе микропроцессорной серии K589. Он

имеет регистр хэнты (PH) с адресом 170002. При записи в PH числа А, из памяти по прямому доступу выбирается блок из трех слов с адресами А, А+2, А+4. В А лежит счетчик байтов или записей, в А+2 - регистр текущего адреса, в А+4 - регистр управления. Контроллер записывает в ячейку А-2 содержимое регистра состояния накопителя. Обмен данными между контроллером и ОЗУ ЭМ производится по каналу прямого доступа. Скорость обмена 10 кбайт/с. Контроллер управляет двумя, а при объединении сигналов накопителей по схеме с общей шиной - четырьмя накопителями. Вектор прерывания - 224.

Регистр хэнты содержит бит ошибки, который устанавливается контроллером в случае возникновения ошибки и бит готовности, который устанавливается контроллером, когда он готов принять следующую команду.

Поскольку разработанный контроллер имеет специфику обращения к регистрам, для него сгенерирован специальный драйвер, за основу которого взят драйвер **MT.SYS** из операционной системы **R T-II**. Полученный системный файл имеет стандартное наименование **MT.SYS** и включается в систему обычным способом.

#### 1.3. Микропроцессорный контроллер "Э-60" - PL 45D

Контроллер выполнен на базе микропроцессорной серии K589. На плате контроллера размещен начальный загрузчик с адресом 173000. Контроллер имеет статусный регистр (CP) - 177170 и буферный регистр (BP) - 177172. Контроллер программно совместим с устройством **Rx01** фирмы **DEC**. Вектор прерывания - 240.

1.4. Крейт-контроллер "Э-60" - КАМАК выполнен на одной стандартной плате КАМАК на базе 155, 559 и 589 серии. Крейт-контроллер позволяет подкачивать до 4 крейтов к ЭМ "Электроника-60".

1.5. Модуль графики. Графический модуль позволяет отображать на экране алфавитно-цифрового дисплея "Электроника-1543-013" графики однозначных функций  $Y = F(X)$  в координатной сетке, представляющей собой произвольный набор горизонтальных и вертикальных прямых внутри поля изображения. Изображение функции и координатная сетка формируется с помощью точечного растра. Поле изображения - 800x256 растровых точек. Возможен режим работы с подсветкой, при котором часть экрана, ограниченная одним краем поля изображения, двумя произвольными вертикальными прямыми, лежащими в поле изображения и отрезком графика, заключенным между ними, засвечена полностью.

Формирование изображения на экране ЭЛТ осуществляется объединением по ИЛИ видеосигналов графического модуля и алфавитно-цифрового дисплея, что позволяет отображать на экране одновременно с графической и алфавитно-цифровую информацию (пояснительные надписи, координаты и др.).

Блок-схема графического модуля приведена на рис.2. ОЗУ содержит 1024 10-разрядных слова (10 микросхем 155P77), причем для нормальной работы устройства достаточна емкость памяти в 800 слов. Адрес ячейки памяти является координатой отображаемой точки по горизонтальной оси, а содержимое восьми младших разрядов слова двоичным кодом координаты точки по вертикальной оси. Таким образом, в отсутствие подсветки на любой ячейке в поле изображения вертикали может быть отображена только одна точка (исключая точки, принадлежащие координатной сетке).

Два старших разряда слова ОЗУ используются в формирователе координатной сетки и для подсвечивания изображения.

Запись в ОЗУ производится массивами по 800 слов. Включение графического изображения осуществляется авто-матически после записи восьмисотого слова.

формирователь видеосигнала, управляющий счетчиком адреса, преобразует информацию в параллельном формате, считываемую из ОЗУ, в видеосигнал и осуществляет его синхронизацию с кадровым и строчным синхронимпульсами дисплея "Электроника-15ИЭ-013".

Логика адресации вырабатывает управляющие сигналы на за-  
 повление ОЗУ, включение и выключение графического изображения.  
 В качестве АЦП использованы модули *Le C204* 2249, прохожде-  
 ние данных в системе показано на рис.3.

## 2. Общая структура программного обеспечения

2.1. Основные программы системы проверки проволочных ка-  
 мер. Описываемое программное обеспечение представляет собой  
 набор из нескольких программ, основной из которых является  
*C200.SAV*. Программа *C200.SAV* включает следующие подпро-  
 граммы:

- ISR* - подпрограмма опроса и считывания информации  
с АЦП;
- DIAL* - подпрограмма, обслуживающая операторский диа-  
лог;
- HIST* - подпрограмма гистограммирования;
- ISB* - подпрограмма инициализации СПК;
- TAPE* - подпрограмма позиционирования и записи на маг-  
нитную ленту (МЛ);
- CATLG* - подпрограмма записи на диск.

Программа *C200.SAV* обеспечивает проверку двадцати тру-  
бок / проволочек / камер и осуществляет набор гистограмм для  
всех 20 трубок с разрешением 600 каналов. Существует одноканаль-  
ная версия программ *C200.SAV - C1.SAV* с аналогичными *C200.SAV*

подпрограммами для детальной проверки одной из трубок камеры и набора гистограммы с разрешением в 1200 каналов. Помимо программ *C200.SAV* и *C1.SAV* в программное обеспечение СПК входят следующие программы:

*COEFF.SAV* - программа, измеряющая пьедесталы АЦЦ и вычисляющая коэффициенты преобразования АЦЦ.

*CP200.SAV* - позволяет просмотреть спасенную на диске информацию и вывести на графический дисплей или на цифропечать гистограмму для заказанной трубки.

*DIRTAP.SAV* - просматривает МЛ и копирует в файл *FTW3.DAT* на диске информацию о заказанной камере.

Программы СПК используют следующие области данных:

- общий буфер программ в памяти ЭМ;
- область хранения, гистограмм в памяти;
- память для платы графики дисплея;
- область хранения физических адресов АЦЦ.

Общий буфер программы содержит следующую информацию:

- константы сеанса: дата, номер камеры, номер магнитной ленты, номер записи на магнитной ленте, время измерений, высокое напряжение и т.п.;
- флаги: флаг разрешения записи на МЛ, флаг разрешения/запрета набора данных, флаг останова программы по *CTRL/C* и т.п.;
- таблицы пьедесталов и коэффициентов преобразования АЦЦ.

2.2. *C200.SAV(C1.SAV)* . Для успешной работы программ *C200.SAV(C1.SAV)* должны быть выполнены следующие условия:

- программа работает под управлением *FB* (или *SJ* мо-

нителя с поддержкой таймера);

- область оперативной памяти, отводимая монитором 0.С.

R T-II для 8G/Back-ground / задач не менее 20 К слов;

- свободное место на диске, ассигнованном на ДК /ДК - устройство по умолчанию/ не менее 100 блоков.

Отметим, что для работы программы CI.SAV размер 8G области оперативной памяти не менее 10К слов.

Рассмотрим полуформальное описание алгоритма работы программы C200. SAV .

- M1 - Загрузка в память ЭМ драйвера ИЛ. При загрузке с ошибкой устанавливается флаг ошибки.
- M2 - Если флаг ошибки установлен возврат в KMON / Key-board Monitor / и выдача сообщения об ошибке.
- M3 - Считывание с диска из файла FTN2.DAT в ОЗУ значений pedestалов и коэффициентов преобразования АЦП, измеренных программой COEFF.SAV
- M4 - Начальный диалог, ввод констант сенсуса /высокого напряжения, времени измерений, номера камеры и т.п./.
- M5 - Вывод на экран дисплея введенных значений констант сенсуса, если при вводе была допущена ошибка, переход на M4.
- M6 - Запрещение останова программы по CTRLIC .
- M7 - Проверка флага вызова подпрограммы инициализации. Если флаг установлен, переход на M10.
- M8 - Вызов подпрограммы ISB .
- M9 - Работа подпрограммы ISB .

### Действия, выполняемые подпрограммой *ISB*

- М 9.1 - Защита вектора прерываний КАМАК.
- М 9.2 - Организация работы системной подпрограммы завершения при возврате в *KMON*. Из программы *C200.SAV*.
- М 9.3. - Загрузка адреса программы обработки прерываний по адресу вектора прерывания КАМАК.
- М 9.4 - Начальная установка системы КАМАК.
- М 9.5 - Установка флага подпрограммы *ISB*.
- М 9.6 - Возврат в подпрограмму диалога.
- М 10 - Установка временных параметров окончания работы программы и обновления гистограммы на экране дисплея.
- М 11 - Проверка флага останова программы по *CTRLIC*.  
Если флаг не установлен, переход на *M13*.
- М 12 - Очистка экрана, переход на *M22*.
- М 13 - Проверка флагов: - окончания измерений по времени, если флаг установлен, переход на *M17*;  
- Очистка набранных гистограмм и начала нового измерения, если флаг установлен, переход на *M4*. Если флаг установлен до срочного (по времени) окончания набора гистограмм, запретить прерывания по таймеру к от системы КАМАК переход на *M18*.
- М 14. - Разрешение прерывания от системы КАМАК.

Таким образом, для программы *C200.SAV* разрешены три источника прерываний: а) от клавиатуры дисплея; б) по таймеру; в) от системы КАМАК.

Причины прерываний перечислены по возрастанию приоритета.

Если прерывание от КАМАК произошло, то монитор передает управление подпрограмме обработки прерываний *ISR*. Адрес подпрограммы *ISR* загружается по адресу вектора КАМАК подпрограммой *ISB*. Рассмотрим алгоритм подпрограммы

- MI4.1 - Понижение приоритета до приоритета устройства, вызвавшего прерывание / в данном случае - КАМАК /.
- MI4.2 - Запрещение и маскирование прерываний КАМАК.
- MI4.3 - Начало цикла по каналам АЦП. Считывание информации со всех каналов АЦП.
- MI4.4 - *FORK* процесс.
- MI4.5 - Заполнение гистограмм, для всех трубок.  
Разрешение прерывания от КАМАК
- MI4.5 - Возврат из программы обработки.
- MI5 - Диалог с оператором. Вызов подпрограммы *HIST* для ввода заказанной гистограммы на экран дисплея.  
Прерывание по таймеру обсуживает подпрограмма *IND*.  
Работа подпрограммы *IND*.
- MI5.1 - Вызов подпрограммы *HIST* для обновления гистограммы на экране дисплея.
- MI5.2 - Определение причины прерывания:
  - а) окончания времени измерений;
  - б) текущее обновление информации на экране.
 В случае а) установления флага - время измерений истекло и запрещение прерываний по таймеру.
- MI5.3 - Возврат в программу диалога.
- MI6 - Переход на MI3.
- MI7 - Оператору выдается сообщение о том, что время измерений истекло.

- M18 - Проверка выбранного режима.  
 Режим 1 - просмотр набранных гистограмм.  
 Режим 2 - переход на M19.
- M19 - Проверка флага записи информации на МЛ и /или диск. Если флаг записи не установлен, переход на M21.
- M20 - Позиционирование МЛ, запись на МЛ и/или диск.
- M21 - Проверка флага продолжения измерения, если флаг установлен, переход на M4.
- M22 - Возврат в KMON.

Алгоритм работы программы CI.SAV принципиально не отличается от C200. SAV

### 3. Руководство пользователя

Загрузка системы в память ЭЭМ.

Последовательно включить: стойку, крант КАНАК, дисплей, микро-ЭЭМ "Электроника-60" / клавиши: питание, работа, таймер / при правильном включении на экране дисплея появится знак "⊙", включить диск MON.

⊙	0/XXXX	400	< ПС >
	2/XXXX	0	< ПС >
	4/XXXX	0	< ВК >
⊙	170000/XXXXX	∅	< ВК >
⊙	7 /XXX	0	< ВК >
⊙RS	/XXX	200	< ВК >

Система сообщает о своей загрузке в память, выводом на экран дисплея:

R T - I I F B ( S ) V 5.00

## II

DATE [d d - m m m - yy] 5-OCT-84 &lt;BK&gt;

TIME [hh : min : SS] 10:20 : 00 &lt;BK&gt;

STARTF

D EOF

Для измерения pedestалов и коэффициентов, организовать мастер и запустить программу COEFF :

. R COEFF

Программа COEFF. SAV записывает результаты измерений pedestалов и коэффициентов в файл FTW2 .DAT и выводит на экран дисплея таблицу результатов измерений.

Устаковать МЛ.

R C200

Chamber... &lt;BK&gt; ввести номер исследуемой камеры;

Magtape ... &lt;BK&gt; ввести номер МЛ;

High voltage... &lt;BK&gt; ввести значение высокого напряжения в вольтгах;

Gas ... &lt;BK&gt; ввести процентное содержание аргона в газе;

Time of <BK> ввести время измерений.  
measurements

На экран дисплея выводится введенные параметры и вопрос.

Agree ... &lt;YES (Y = &lt;BK&gt; / N &gt;

В случае 'Y' начальный диалог окончен и разрешаются прерывания от КАНАК, в случае 'N' повторяется начальный диалог;

Parameter /A,C,F,M,L,S,T,W/...T &lt;BK&gt;

Описание параметров приводится в приложении I.

Tabe... 2 . &lt;BK&gt; на экран выводится гистограмма для второй трубки.

По окончании измерений выводится сообщение

```
End of measurements ... <BK>?      <BK>
Parameter /A,C,F,H,L,S,T,WI? ...    <BK>
Write on tape, disc <Y>?             Y <BK>
Continue measuring <Y>?              Y <BK>
```

Для просмотра выбранных гистограмм на экране дисплея или вывода их на DARG (DZM -180)  
R CP200

PARAMETER / E <xit>, D <isplay>, P <rint> T <ube> S, L, W / ?

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт работы СПК позволяет наметить некоторые направления ее усовершенствования:

- создание системы автоматического ведения протокола проверки камер и каталога магнитных лент;
- разработка системы диалога с использованием функциональной клавиатур дисплея "Электроника-1513";
- разработка платы графики, позволяющей более широко возможности при отображении информации, а также некоторую дополнительную память, которая может быть использована программой как буферная;
- подключение графопостроителя к СПК.

В заключение авторы благодарят Косова М.В., Пожидаева В.Е. и Терюзовского Е.И. за помощь при запуске СПК и полезные замечания по усовершенствованию системы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ I.

- A** ..... Задав всех параметров (верхняя граница по оси  $Y$ , левая граница по оси  $X$ , диапазон по оси  $X$ , номер трубки) для выводимой на экран дисплея гистограммы.
- C** ..... Очистить набранные гистограммы
- F** ..... Завершить работу с программой *S200.SAV*.
- H** ..... Вывод на экран дисплея вспомогательной информации по работе с программой *S200.SAV*.
- L** ..... Выбор левой границы по оси  $X$ , для выводимой на экран дисплея гистограммы (по умолчанию  $\min X = 0$ ).
- S** ..... Выбор верхней границы по оси  $Y$ , для выводимой на экран дисплея гистограммы.
- T** ..... Выбор номера трубки, для которой выводится гистограмма.
- W** ..... Выбор числа каналов *ADC*, выводимых по оси  $X$  (по умолчанию диапазон равен 128 каналам в отсчетах АЦП).

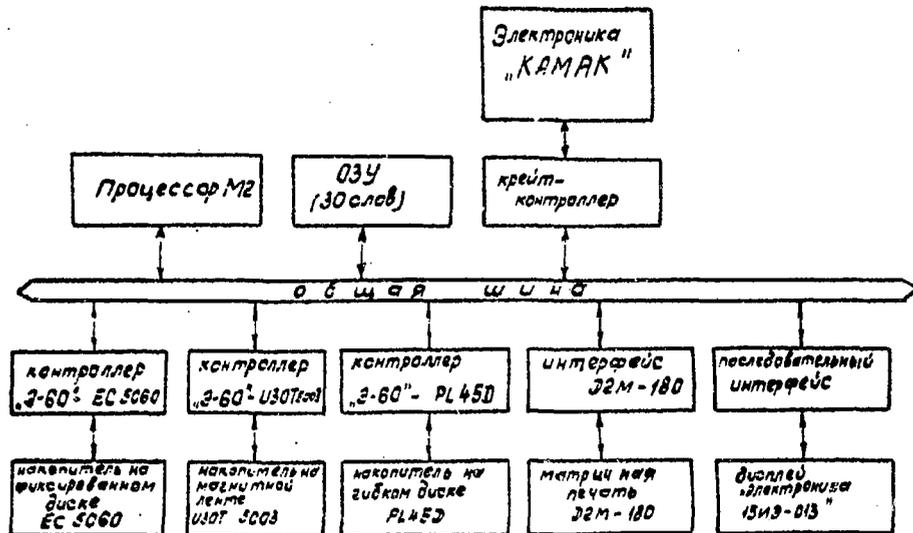


Рис.1. Структура вычислительного комплекса

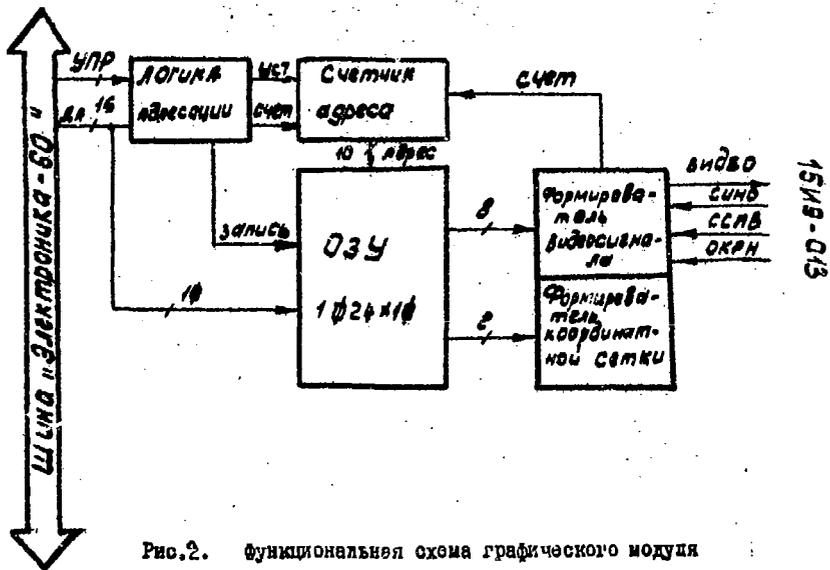


Рис.2. функциональная схема графического модуля

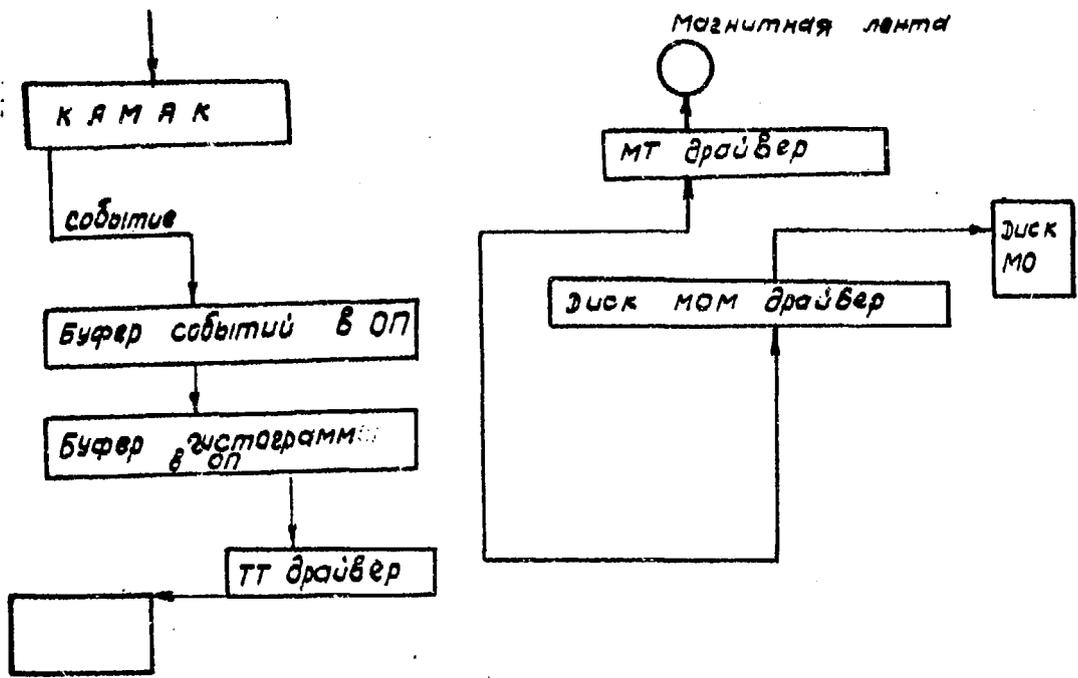


Рис.3. Прохождение данных в системе

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Г а л а к т и о н о в Ю.В. Адронный урановый калориметр.  
М., Препринт ИГЭФ, 1984, № 23.
2. RT-11 System User's Guide DEC-AA-5279B-TC.
3. RT-11 Software Support Manual DEC-AA-N379A-TC.

С.И.Буров и др.

Система проверки проволочных камер.

Редактор И.Н.Ломкина

Корректор О.Ю.Ольховникова

Работа поступила в ОВТИ 27.06.85

---

Подписано к печати 2.07.85 Т13987 Формат 60х90 1/16

Офсетн.печ. Усл.-печ.л.1,0. Уч.-изд.л.0,7. Тираж 200 экз.

Заказ 104

Индекс 3624

Цена 10 коп.

---

Отпечатано в ИГЭФ, И17259, Москва, Б.Черемушкинская, 25

Юкоп

ИНДЕКС 3624

М., ПРЕПРИНТ ИТЭФ, 1985, № 104, с.1-17