

Ц8418

М-482

2953/2-74

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



1/8-74

10 - 10572

Л.М.Мельникова, Ю.Ю.Морозов, А.И.Родин, Л.П.Челноков

НАКОПИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ  
НА КАССЕТНОМ МАГНИТОФОНЕ

1977

10 - 10572

Л.М.Мельникова, Ю.Ю.Морозов, А.И.Родин, Л.П.Челноков

**НАКОПИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ  
НА КАССЕТНОМ МАГНИТОФОНЕ**

Мельникова Л.М., Морозов Ю.Ю., Родин А.И.,  
Челноков Л.П.

10 - 10572

#### Накопитель информации на кассетном магнитофоне

Освещены вопросы регистрации редких событий, информация о которых поступает с частотой одно в час, одно в сутки и реже. Рассматривается способ накопления такой информации с помощью накопителя, созданного на базе кассетного магнитофона. Разработанный накопитель обеспечивает кодирование информации более чем с двадцатикратной избыточностью при записи на магнитную ленту. Введение такой избыточности существенно повышает достоверность записи и чтения информации. Конструкция накопителя позволяет использовать его как автономное устройство с питанием от аккумуляторов. Декодирование и окончательная обработка информации производится с помощью электронно-вычислительной машины.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

#### НАЗНАЧЕНИЕ

Среди экспериментов ядерной физики особое место занимают исследования редких событий - событий, регистрация которых должна осуществляться с частотой одно в час, одно в сутки и реже. Необходимая достоверность таких событий достигается специальными мерами по улучшению экспериментального оборудования, электронных схем, накопителей данных, низкофоновых условий и места экспериментов, а также повышенной многомерностью анализа каждого редкого события.

Требование надежности полученных данных вынуждает осуществлять электрическое питание аппаратуры от аккумуляторов, однако это входит в противоречие с большой сложностью установок многомерного анализа и многомесячной длительностью проведения измерений.

Приведенные соображения обусловили создание накопителя на магнитной ленте, обладающего малой скоростью записи-чтения, но более чем двадцатикратной избыточностью кодирования данных<sup>1/</sup>.

Система созданной аппаратуры служит для высоконадежной записи и чтения цифровой информации с помощью кассетного магнитофона. Для обеспечения высокой достоверности записанной информации разработан алгоритм кодирования и специальные электронные схемы.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1. Скорость движения ленты               | - 4,76 см/с                     |
| 2. Количество дорожек                    | - 2                             |
| 3. Вид записи информации                 | - параллельная по двум дорожкам |
| 4. Рабочая частота записи-чтения         | - 1 кГц                         |
| 5. Емкость кассеты /полезной информации/ | - 20000 байт /30 мин/           |
| 6. Плотность записи                      | - 1 байт /4-мм ленты/           |
| 7. Скорость записи-чтения информации     | - 12 байт/с                     |
| 8. Время разгона ленты                   | - 1 с                           |
| 9. Время останова ленты                  | - меньше 0,5 с                  |

## БЛОК-СХЕМА СИСТЕМЫ

Блок-схема системы, представленная на рис. 1, включает: источник информации, устройство записи информации, два двухдорожечных кассетных цифровых магнитофона, устройство чтения информации и источники питания.

Информация, поступающая от источника информации в виде восьмибитных слов /байтов/, преобразуется /кодируется/ устройством записи и записывается на магнитную ленту.

Конструктивно устройство записи, магнитофон и источники питания объединены в одном блоке и могут работать как автономное устройство накопления.

Кассета с записанной информацией переносится для дальнейшей обработки на ЭВМ к блоку чтения, включающего магнитофон, устройство чтения информации и канал связи с ЭВМ.

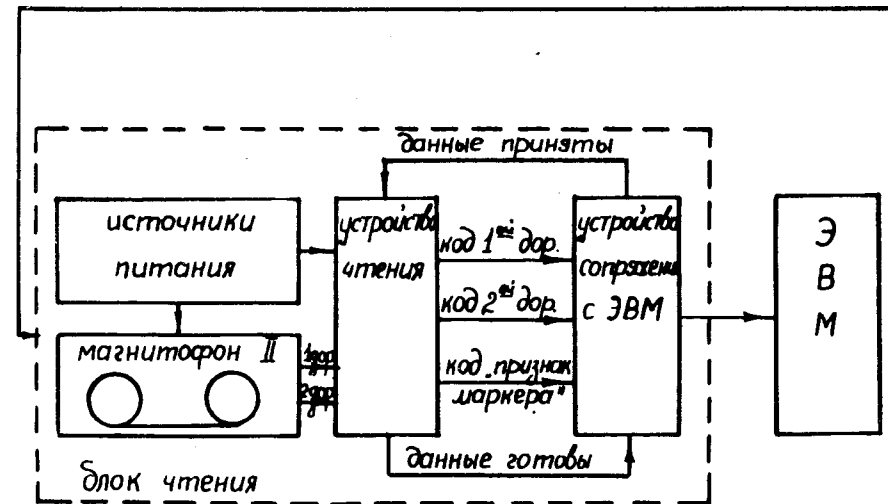
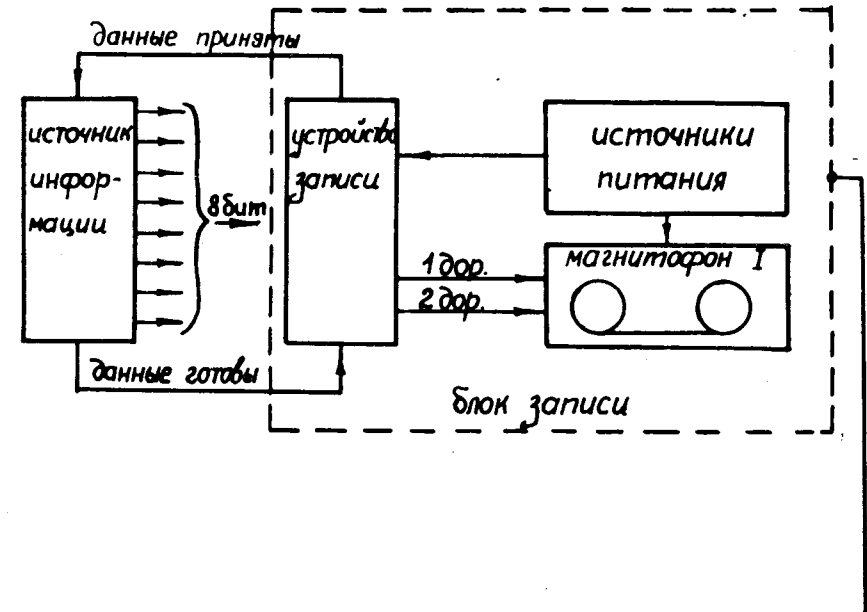


Рис. 1. Общая блок-схема соединений аппаратуры накопителя на магнитной ленте.

Таблица 1

Кодовые совокупности на выходе устройства записи

Кодовая совокупность входной информации „00”

№ разр.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 доп.	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2 доп.	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

Кодовая совокупность входной информации „01”

№ разр.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 доп.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 доп.	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Кодовая совокупность входной информации „10”

№ разр.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 доп.	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
2 доп.	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Кодовая совокупность входной информации „11”

№ разр.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 доп.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
2 доп.	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Кодовая совокупность разделительного маркера

№ разр.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 доп.	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2 доп.	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

## СПОСОБ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ

Основным условием при выборе способа записи информации на магнитную ленту являлось обеспечение высокого уровня сохранности записанной информации. Поэтому было применено помехоустойчивое кодирование принимаемой информации, основанное на введении избыточной записи.

Информация принимается устройством записи словами в виде байта /8 бит/ “полезной” информации и управляющего сигнала “Слово готово”. Принятое слово записывается в четыре такта, по два бита в каждом такте. После записи каждых двух бит входной информации происходит запись разделительного маркера. Каждые два бита “полезной” информации, а также разделительный маркер, кодируются тридцатидвухбитными кодовыми совокупностями /шестнадцатью двухбитными словами/, записанными по двум дорожкам и имеющими вид, показанный в табл. 1.

Верхние строки кодовых совокупностей являются отображением информации, записанной по первой дорожке магнитной ленты, а нижние - по второй. Необходимо отметить, что значения всех четных разрядов /2, 4, 6 и т.д./, записанных по второй дорожке всех кодовых совокупностей, одинаковы и равны 0 /см. табл. 1/.

Это свойство кодовых комбинаций будет учтено при чтении записанной информации.

Все образованные кодовые совокупности попарно обладают межкодовым расстоянием /то есть числом позиций, в которых их элементы не совпадают/, обеспечивающим возможность восстановления кода в случае искажения трех бит в любых разрядах кодовой совокупности, что является следствием введенной избыточности.

## БЛОК-СХЕМА УСТРОЙСТВА ЗАПИСИ

Рассмотрим работу устройства записи. Его блок-схема представлена на рис. 2.

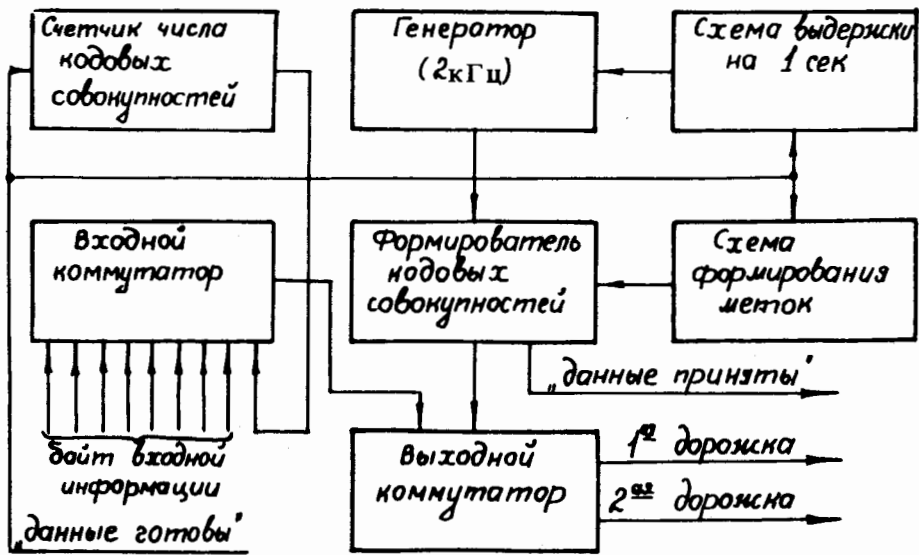


Рис. 2. Блок-схема устройства записи.

При поступлении байта входной информации и сигнала "Данные готовы" происходит сброс счетчика кодовых совокупностей. Этим достигается выбор входным коммутатором первых двух бит из байта входной информации. Выбранные два бита подаются на выходной коммутатор. Все эти действия совершаются во время записи кодовой совокупности разделительного маркера, и формирователь кодовых совокупностей запрещает на это время выбор какой-либо иной кодовой совокупности, кроме кодовой совокупности разделительного маркера. После окончания записи кодовой совокупности разделительного маркера этот запрет снимается и происходит выбор информационной кодовой совокупности, соответствующей выбранным первым двум битам входного байта.

После окончания записи этой очередной информационной кодовой совокупности начинается запись кодовой совокупности разделительного маркера, в счетчик кодовых совокупностей записывается единица и происходит выбор следующих двух бит байта входной информации.

Этим оканчивается такт записи байта входной информации. После окончания четвертого такого такта во время записи кодовой совокупности разделительного маркера счетчиком кодовых совокупностей выставляется сигнал "Данные приняты", по которому источник информации должен сменить байт входной информации, снять старый, дождаться снятия сигнала "Данные приняты" и выставить новый сигнал - "Данные готовы", сбросив тем самым счетчик кодовых совокупностей. После этого начинается запись следующего байта входной информации.

В состав устройства записи входит также схема выдержки на одну секунду для "разгона" мотора и схема формирования меток начала и конца массива записанной информации и метки о временном сбое в обмене между устройством записи и источником информации. Об их работе будет сказано ниже.

Необходимо отметить простоту аппаратной реализации выбранных кодовых совокупностей. Так, например, формирователь кодовых совокупностей является простым пятиразрядным счетчиком, построенным на триггерах. Устройство записи выполняется на микросхемах серии К-158. Количество корпусов интегральных схем в устройстве равно двадцати.

### ПРОЦЕСС ЗАПИСИ МАССИВА ИНФОРМАЦИИ

Массив входной информации поступает на устройство записи словами в виде байтов информации совместно с сигналом "Данные готовы". При появлении первого сигнала "Данные готовы" включается схема выдержки, которая обеспечивает разгон двигателя магнитофона в течение секунды. Затем схемно обеспечивается запись подряд двух кодовых совокупностей разделительного маркера. Такая парная запись маркера является меткой, обозначающей "Начало массива" записываемой информации.

После записи метки "Начало массива" происходит запись восьми бит входной информации за четыре такта

по два бита в каждом такте попеременно информационными и кодовыми совокупностями /см. табл.2/. После того как записаны все восемь бит принятой информации с момента начала записи последней четвертой кодовой совокупности разделительного маркера, устройством записи выставляется сигнал "Данные приняты". По этому сигналу за время, равное длительности кодовой совокупности разделительного маркера /8 мс/, должен быть снят сигнал "Данные готовы". Только тогда снимается сигнал "Данные приняты".

Начиная от момента появления сигнала "Данные приняты" источник информации имеет право менять значение входного кода и должен успеть выставить следующий сигнал "Данные готовы" до момента окончания записи всей кодовой совокупности разделительного маркера.

В том случае, если источник информации не успеет выдать сигнал "Данные готовы" и сменить входную информацию за время 8 мс, то схемно осуществляется запись второй подряд кодовой совокупности разделительного маркера /предполагается, что закончился массив входных данных/. Если к концу времени записи второй подряд маркерной совокупности появляется следующий сигнал "Данные готовы", то записывается третья подряд маркерная совокупность, после которой начинается запись первых двух бит полученной информации, и в дальнейшем запись происходит в обычном порядке. В случае, если сигнал "Данные готовы" не выдается в течение времени двух маркерных совокупностей /16 мс/, то считается, что запись массива информации окончена. Таким образом, в качестве метки обрамления конца массива информации схемно осуществляется запись двух кодовых совокупностей разделительного маркера, а весь массив данных оказывается обрамленным метками, состоящими из двух кодовых совокупностей разделительного маркера. Запись трех кодовых совокупностей разделительного маркера подряд свидетельствует о временном сбое в обмене между источником информации и устройством записи. Вид массива записанной информации показан на рис. 3.

Таблица 2  
Кодовые совокупности на выходе устройства чтения

Кодовая совокупность входной информации "00"

0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Кодовая совокупность входной информации "01"

0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0

Кодовая совокупность входной информации "10"

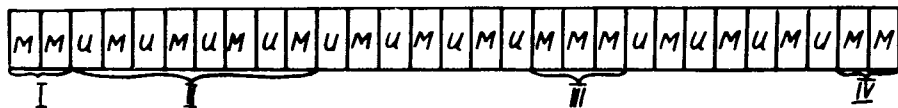
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Кодовая совокупность входной информации "11"

0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Кодовая совокупность разделительного маркера

0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1



- М** - кодовая совокупность разделительного маркера
- И** - кодовая совокупность, соответствующая двум битам полезной информации
- I** - метка начала массива записанной информации
- II** - запись одного байта входной информации
- III** - метка сбоя в обмене между устройством записи и источником информации
- IV** - метка конца массива записанной информации

*Рис. 3. Вид массива записанной информации.*

### ЧТЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ С МАГНИТОФОНА

Процесс передачи записанной информации из магнитофона в ЭВМ является непрерывным, а включение и выключение движения магнитной ленты не управляется сигналами ЭВМ и подчиняется лишь воздействию оператора. То есть с точки зрения ЭВМ устройство чтения можно рассматривать, как непрерывный источник информации.

Устройство чтения преобразует кодовые совокупности, записанные устройством записи, в новый вид. При этом тридцатидвухбитные кодовые совокупности преобразуются устройством чтения в двадцатичетырехбитные путем отбрасывания четных разрядов /2, 4, 6 и т.д./, записанных в кодовых совокупностях по второй

дорожке /см. табл. 1/. Эти разряды у всех кодовых совокупностей одинаковы /они равны 0/ и поэтому не несут информационной нагрузки. Оставшиеся 24 бита кодовой совокупности на выходе устройства чтения являются новой совокупностью восьми трехразрядных слов. Первые разряды всех трехразрядных слов составлены из значений нечетных разрядов /1, 3, 5 и т.д./ кодовых совокупностей, записанных по первой дорожке. Эти разряды условно названы разрядами "кода первой дорожки" /см. табл. 2/. Вторые разряды всех восьми трехразрядных слов составлены из значений нечетных разрядов /1, 3, 5 и т.д./, записанных по второй дорожке. Эти разряды названы разрядами "кода второй дорожки". Третьи разряды всех трехразрядных слов составлены из значений четных /2, 4, 6 и т.д./ разрядов, записанных в кодовых совокупностях по первой дорожке. Эти разряды названы разрядами "кода признака маркера". Они имеют значение, равное единице только в случае чтения записанной кодовой совокупности разделительного маркера.

Выходные для устройства чтения двадцатичетырехбитные кодовые совокупности показаны в табл. 2.

### БЛОК-СХЕМА УСТРОЙСТВА ЧТЕНИЯ

Блок-схема устройства чтения показана на рис. 4. Считанные с магнитной ленты усилителями воспроизведения импульсы имеют пологие фронты, что определяется полосой пропускания тракта "запись-чтение" магнитофона и отсутствием необходимой частотной коррекции. Поэтому они подаются на формирователи /2/, представляющие собой триггеры Шмитта, и осуществляют формирование стандартных логических сигналов с амплитудой +5 В и с крутыми фронтами. Эти импульсы подаются на синхронизацию генератора, который генерирует импульсы типа "меандр" с частотой приблизительно 1 кГц. Кроме того, они поступают на D-входы триггеров выходного регистра.



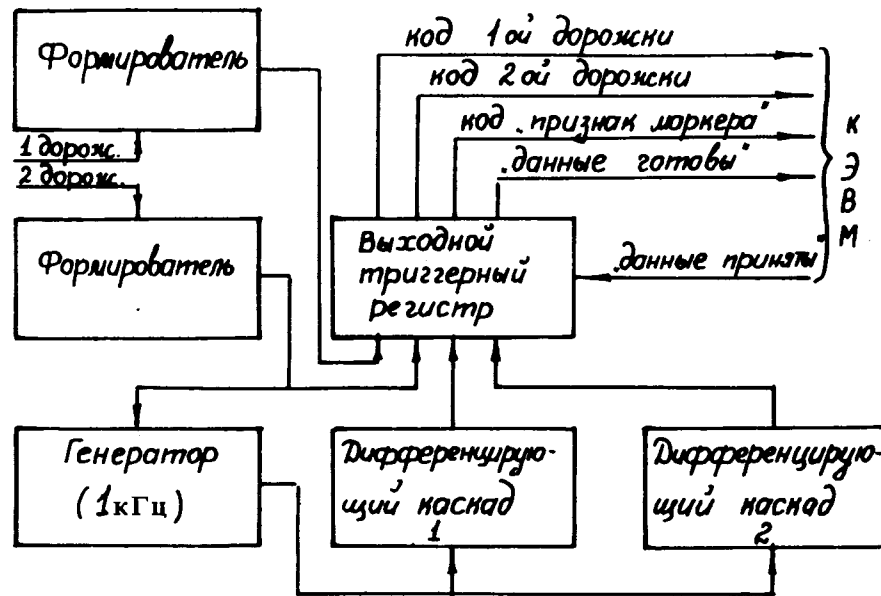


Рис. 4. Блок-схема устройства чтения

Импульсы с разных плеч генератора подаются на дифференцирующие каскады 1 и 2, на выходе которых появляются короткие "стробирующие" импульсы от двух фронтов импульсов генератора. Последние поступают на счетные входы триггеров выходного регистра. По времени появления "стробирующие" импульсы на выходе первого дифференцирующего каскада появляются посередине импульсов, соответствующих нечетным 1, 3, 5 и т.д. /см. табл. 1/ разрядам кодовых совокупностей, а импульсы на выходе второго дифференцирующего каскада - посередине импульсов, соответствующих четным разрядам кодовых совокупностей. Такое взаимное расположение пар импульсов допускает изменение частоты следования импульсов, считываемых с магнитной ленты /10-15%/. Это изменение частоты может быть обуслов-

лено колебаниями скорости движения магнитной ленты и разностью в скоростях магнитофонов в блоке записи и в блоке чтения.

По переднему фронту импульса с выхода одного дифференцирующего каскада формируются разряды "код первой дорожки" и "код второй дорожки" /см. табл. 2/, а по переднему фронту импульса с выхода второго дифференцирующего каскада формируется "код признака маркера" и выдается сигнал "Данные готовы" для ЭВМ. После того, как ЭВМ приняла это сформированное трехразрядное слово, она выдает сигнал "Данные приняты", который сбрасывает выходной регистр, и начинается формирование нового трехразрядного слова.

Устройство чтения выполняется на транзисторах и интегральных схемах серии К-155 и содержит восемь транзисторов и пять корпусов интегральных схем.

#### ДЕКОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

С выхода устройства чтения двадцатичетырехбитные кодовые совокупности передаются по каналу связи в ЭВМ, где происходит процесс их декодирования в исходную информацию, полученную от источника информации. При этом одна двадцатичетырехбитная совокупность /кроме кодовой совокупности разделительного маркера/ соответствует двум битам "полезной" информации, полученной от источника информации.

Декодирование производится путем поочередного сравнения принятой двадцатичетырехбитной /восемь трехразрядных слов/ кодовой совокупности с известными кодовыми совокупностями, показанными в табл. 2. При этом решение об идентичности принятой и какой-либо из известных совокупностей принимается на основании "голосования" по совпадению большинства трехразрядных слов. При этом общее количество совпадающих трехразрядных слов при сравнении двух кодовых совокупностей должно быть больше или равно 5 из 8 трехразрядных слов принятой кодовой совокупности.

В случае получения двузначного решения или в случае, если полученная совокупность не имеет ни с одной из известных кодовых совокупностей больше четырех совпадающих трехразрядных слов, выдается сигнал ошибки.

В заключение авторы выражают благодарность В.П.Перельгину и И.П.Петушко за помощь в разработке устройства записи, а также Г.М.Куликовой за помощь в данной работе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров А.М. Методы контроля электронных цифровых машин. Изд-во "Сов. радио", 1966.
2. Борейко В.Ф. и др. ОИЯИ, Р13-8705, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел  
6 апреля 1977 года.