



ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

5

А. Н. Малыгин, Б. Н. Шувалов

КОНТРОЛЛЕР МАГНИТНЫХ ДИСКОВ  
DM-2.5 ДЛЯ МИНИ-ЭВМ

ПРЕПРИНТ 86-19



НОВОСИБИРСК

## А Н Н О Т А Ц И Я

В работе приводится краткое описание контроллера магнитных дисков с фиксированными головками DM-2.5, предназначенного для использования в системах, построенных на базе мини- и микро-ЭВМ. Особенностью контроллера является наличие в нем кольцевого буфера, позволяющего применять контроллер на любых машинах независимо от их пропускной способности.

## ВВЕДЕНИЕ

Структура современных вычислительных систем, в том числе построенных на основе мини- и микро-ЭВМ, предполагает многоуровневую организацию памяти. Наибольшее распространение на нижнем уровне памяти получили магнитные диски с различными характеристиками по емкости, размерам и времени доступа к данным. При выборе диска для систем коллективного пользования, работающих в режиме разделения времени, основным критерием является его скорость. К этому классу систем относится и разработанная нами многотерминальная интерактивная система МИСС [1], ориентированная на одновременное обслуживание 30 пользователей. Для достижения приемлемых скоростных характеристик системы в качестве внешней памяти был выбран небольшой по габаритам и емкости, но достаточно быстрый, диск DM-2.5.

Накопитель DM-2.5 (производство ВНР) имеет несъемный диск в герметически закрытом корпусе, обеспечивающем высокую надежность и простоту обслуживания накопителя. Другой отличительной особенностью накопителя является использование фиксированных головок, благодаря которым среднее время доступа к данным составляет около 10 мс. Если учесть, что скорость передачи информации равняется 3,9 Мбит/с, то данный накопитель можно отнести к разряду быстрых дисков.

Такие скоростные характеристики были достигнуты в ущерб емкости диска, которая составляет всего 2,5 Мбайт. Но этой емкости достаточно для размещения часто используемых частей операционной системы, справочников и небольших объемов информации.

Весь диск разбит на 256 информационных дорожек, при этом каждая дорожка имеет свою головку считывания/записи. Дорожки, в свою очередь, разбиты на 32 сектора по 256 байт, т.е. организация обмена информацией с диском посекторная. Начало каждого сектора сопровождается синхросигналом, который записан на специальной служебной дорожке. На накопителе предусмотрена также аппаратная защита от записи отдельных зон диска, при этом весь диск разбит на 8 зон одинаковой длины.

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНТРОЛЛЕРЕ

При разработке контроллера основными требованиями были надежность и скорость, т.е. те качества, которыми характеризуется и сам диск. Дополнительные требования предъявлялись к простоте интерфейса с той целью, чтобы в дальнейшем можно было легко адаптировать контроллер к любой мини- или микро-ЭВМ. В нашем случае это была мини-ЭВМ М-6000.

Относительно высокая скорость передачи информации диска может быть обеспечена для большинства машин в режиме прямого доступа к оперативной памяти ЭВМ. Однако при этом не исключается возможность потери информации вследствие передержек, причины которых могут быть разные, например, регенерация оперативной памяти.

Разработанный нами контроллер магнитных дисков имеет буферную память емкостью 2 кбайт, которая разбита на 8 секторов в соответствии с размером сектора на диске. ЭВМ заполняет буфер с доступной ей скоростью, и параллельно, при наличии хотя бы одного заполненного сектора, происходит запись на диск. При считывании с диска ЭВМ может читать информацию из буфера, не дожидаясь заполнения сектора. Буфер организован в виде кольца, т.е. освободившийся сектор (после записи на диск или считывания в память ЭВМ) ставится в конец свободных секторов. Наличие такого кольцевого буфера, во-первых, снимает проблему передержек и, во-вторых, позволяет организовать обмен с диском большими блоками с максимальной скоростью. Буферное запоминающее устройство (БЗУ) реализовано на микросхемах памяти статического типа К565РУ2А с циклом 450 нс. Для увеличения достоверности передаваемой информации в БЗУ введен контроль по четности.

При записи на диск в каждом секторе записывается контроль-

ная сумма, которая образуется последовательным сложением всех 16-разрядных информационных слов (перенос прибавляется к младшему разряду суммы) и физического адреса соответствующего сектора диска. Включение адреса в контрольную сумму позволяет выявлять ошибки адресации диска. При считывании информации с диска контроллер вычисляет заново контрольную сумму и сравнивает ее с записанной. В случае несовпадения контроллер вырабатывает соответствующий признак ошибки.

При записи или считывании больших блоков данных (более одного сектора) контроллер выполняет автоматический переход с сектора на сектор и с дорожки на дорожку без потери оборотов диска. Переход от одного диска к другому выполняется только по указанию ЭВМ. К настоящему контроллеру можно подключить до четырех накопителей.

Конструктивно устройство выполнено в стандартном каркасе М-6000. К ЭВМ М-6000 контроллер подключается с помощью двух простых интерфейсных карт: управляющей и информационной. Управляющая карта подключается к программному каналу, а информационная может работать как в программном канале, так и в канале прямого доступа в память. Для подключения контроллера к любой другой машине достаточно разработать вместо этих двух карт один или несколько несложных адаптеров, учитывающих особенности конкретной ЭВМ.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ КОНТРОЛЛЕРА

В любой момент контроллер может выполнять одну из двух операций: запись на диск или чтение с диска. Инициатором операции является ЭВМ, которая по тракту управления заносит в регистры контроллера соответствующую управляющую информацию: код операции, номер накопителя и начальный адрес на диске (номер дорожки и номер сектора).

По сигналу запуска операции включается микропрограммный автомат контроллера, который управляет обменом данными между ЭВМ и диском. С машиной контроллер обменивается пословно в асинхронном режиме, а с диском обмен идет побитно и непрерывно в пределах одного сектора в темпе, определяемом синхросигналом накопителя. По сигналу конца блока от ЭВМ микропрограммный автомат входит в фазу завершения операции. Об окончании обмена с диском (после записи всех заполненных секторов в

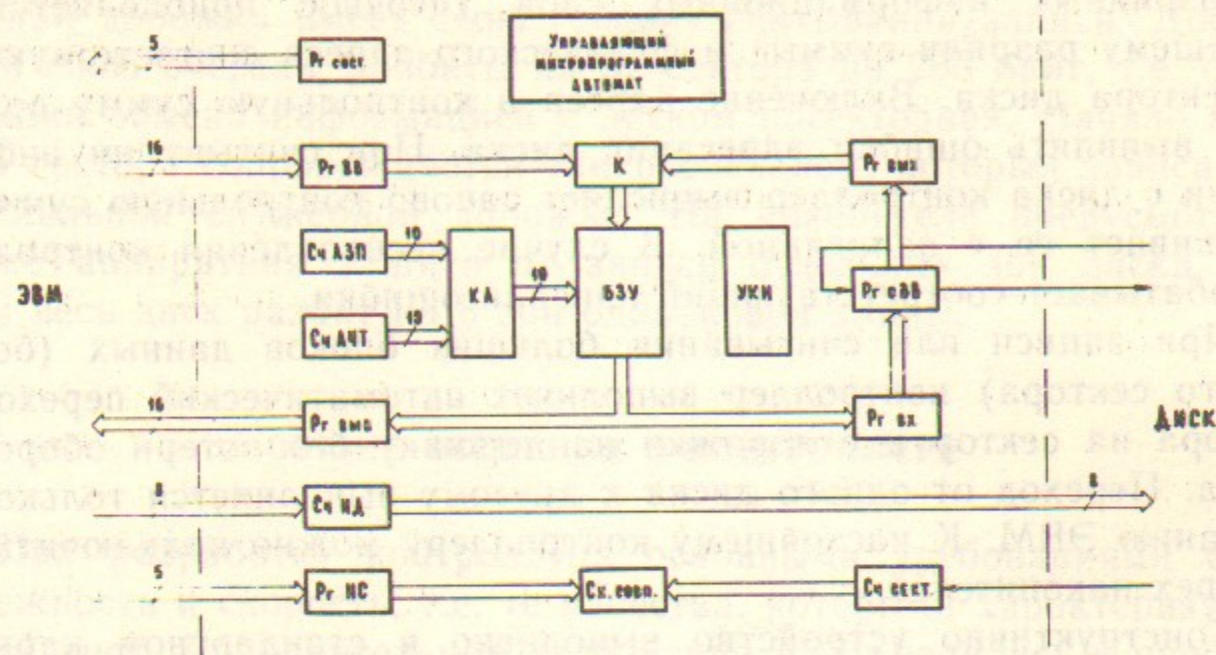


Рис. 1. Структура контроллера.

буфере или чтения контрольной суммы передаваемого в ЭВМ сектора) контроллер сообщает машине сигналом готовности. Операция может быть прервана контроллером аварийно в следующих ситуациях:

- отсутствует готовность накопителя,
- включена защита записи,
- нарушен паритет в БЗУ,
- не совпала контрольная сумма,
- адрес вышел за пределы диска.

Для проверки нормального окончания операции или выяснения причины аварийного завершения служит регистр состояния контроллера, доступный ЭВМ.

Функциональная схема контроллера приведена на рис.1. Назначение буферного запоминающего устройства уже рассматривалось. Коммутатор определяет направление потока данных, поступающих в БЗУ. Счетчики адреса БЗУ (СЧ.А.ЗП и СЧ.А.ЧТ) отслеживают текущий адрес, по которому ведется соответственно запись в буфер или чтение из буфера. Коммутатор адреса (КА) обеспечивает переключение счетчиков.

Внутренние регистры (РГ.ВВ, РГ.ВЫВ, РГ.ВХ, РГ.ВЫХ) предназначены для промежуточной фиксации данных. Сдвиговый регистр преобразует параллельный код в последовательный при

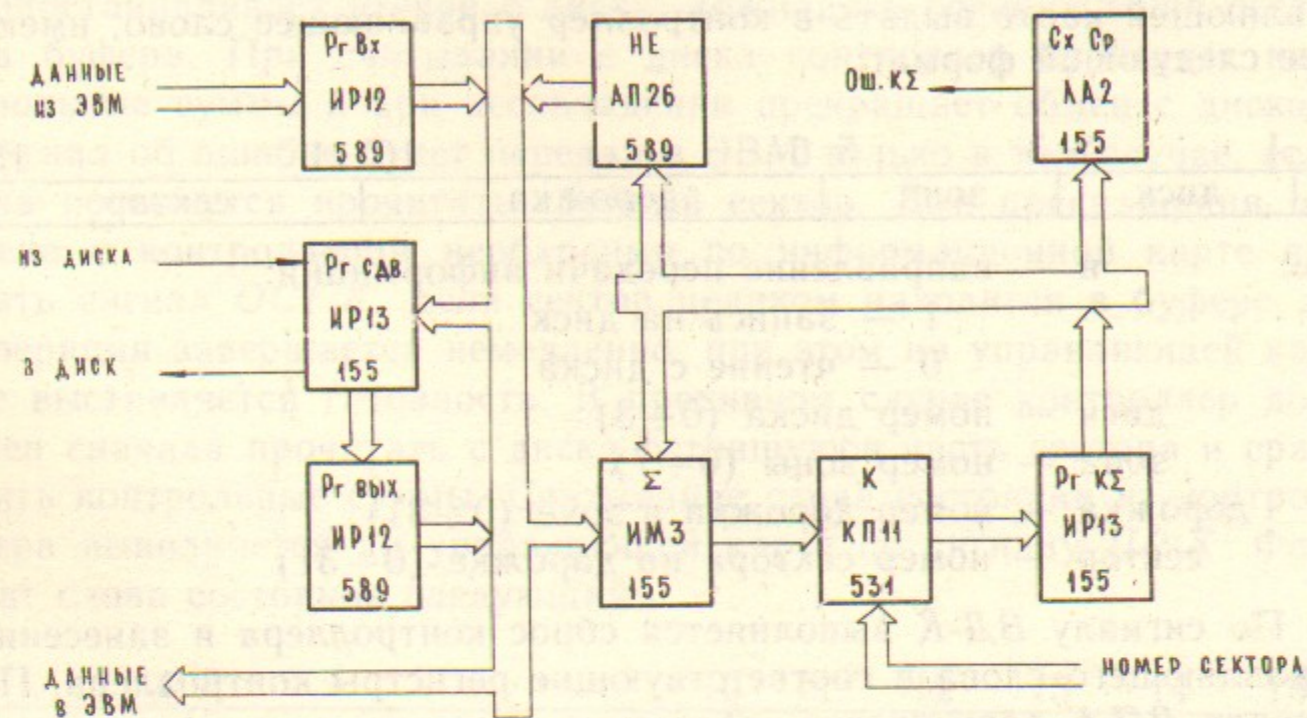


Рис. 2. Формирование контрольной суммы.

записи на диск и наоборот при чтении с диска. Счетчик секторов отслеживает текущий номер сектора на диске. Схема совпадения сравнивает номер заданного сектора (РГ.Н.С.) с содержимым счетчика секторов и разрешает при совпадении запись или чтение с диска.

Узел контроля информации осуществляет формирование и анализ контрольной суммы. Подробнее работу этого узла поясняет рис.2. При записи результат сложения 128 информационных слов и адреса сектора в инверсном коде записывается на диск. При чтении аналогично формируется новая контрольная сумма и складывается с прочитанной. В результате должен получиться код, состоящий из всех единиц, который легко поддается проверке.

#### ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Для приведения контроллера в начальное состояние достаточно выдать по управляющей карте любой из трех сигналов: *ОСБ-К*, *ОСТ-К* или *ВД-К*. При этом сбрасывается регистр состояния и сигнал готовности на информационной карте и устанавливается сигнал готовности на управляющей карте.

Для запуска операции чтения или записи необходимо по управляющей карте выдать в контроллер управляющее слово, имеющее следующий формат:

0	1	2 3	5 6	10 11	15
н	диск	зона	дорожка	сектор	

где: н — направление передачи информации:

1 — запись на диск

0 — чтение с диска

диск — номер диска (0 ÷ 3)

зона — номер зоны (0 ÷ 7)

дорожка — номер дорожки в зоне (0 ÷ 31)

сектор — номер сектора на дорожке (0 ÷ 31)

По сигналу *ВД-К* выполняется сброс контроллера и занесение управляющего слова в соответствующие регистры контроллера. По сигналу *ВП-К* запускается собственно операция, при этом снимается готовность на управляющей карте.

**Запись на диск.** После запуска операции контроллер выставляет сигнал готовности на информационной карте и ожидает появления данных на ней. При работе по программному каналу передача информации в контроллер выполняется по конъюнкции сигналов *ВД-К* и *ВП-К*. При этом темп появления информации может быть различным, т.к. она записывается в кольцевой буфер в асинхронном режиме. При наличии в буфере заполненного сектора он записывается на диск. Если ЭВМ успевает заполнить весь буфер, то готовность на информационной карте пропадает до освобождения слова в буфере сектора, записываемого на диск. Размер записываемого блока может быть различной длины. Если он не кратен длине сектора, то последний сектор дополняется последним записываемым кодом. Признаком конца блока является наличие сигнала *ОСТ-К* на информационной карте. После записи на диск всех заполненных секторов выставляется готовность на управляющей карте.

**Чтение с диска.** Контроллер запускает операцию чтения с указанного адреса и начинает заполнять буфер. При этом по первому считанному слову выставляется готовность на информационной карте. Если ЭВМ готова к приему информации, она может считывать ее параллельно с записью в тот же сектор буфера. При работе по программному каналу прием информации выполняется по конъюнкции сигналов *ПР-К* и *ВП-К*. Если ЭВМ не успевает за

диск, то буфер может переполниться. В этом случае контроллер приостанавливает чтение с диска, дожидаясь освобождения сектора буфера. При считывании с диска контроллер проверяет контрольные суммы и при несовпадении прекращает обмен с диском. Сигнал об ошибке будет передан в ЭВМ только в том случае, если она попытается прочитать сбойный сектор. Для прекращения обмена с контроллером необходимо по информационной карте выдать сигнал *ОСТ-К*. Если сектор целиком находится в буфере, то операция завершается немедленно, при этом на управляющей карте выставляется готовность. В противном случае контроллер должен сначала прочитать с диска оставшуюся часть сектора и сравнить контрольные суммы. Считывание слова состояния из контроллера выполняется по управляющей карте по сигналу *ПР-К*. Формат слова состояния следующий:

0	4 5	10 11	12	13	14	15
сектор	не задействованы	БЗУ	ПАД	НЗЗ	НГД	ОКС

где: ОКС — ошибка в контрольной сумме

НГД — нет готовности диска

НЗЗ — попытка записи в защищенную зону

ПАД — переполнение адреса диска (может появиться только при записи, т.к. при чтении адрес в этом случае сбрасывается в нуль)

БЗУ — ошибка по паритету в БЗУ

сектор — номер сектора, на единицу превышающий номер сектора, над которым в текущий момент проходят головки (может использоваться для экономии оборотов диска при множественном доступе к нему).

Для выяснения номера сбойного сектора при считывании больших блоков (более одного сектора) необходимо воспользоваться программным или аппаратным (при использовании канала прямого доступа в память) счетчиком считанных в ЭВМ слов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт эксплуатации контроллера подтвердил правильность выбранных нами системотехнических решений. Высокая надежность и гибкость в использовании контроллера диска при улучшении эк-

сплуатационных характеристик самого накопителя позволяют применять его в самых различных системах коллективного пользования. Надо заметить, что принятая нами организация буферной памяти не является лучшей по скорости доступа к данным. Можно придумать решения, позволяющие исключить лишние обращения к диску при сохранении данных в буферной памяти, но все они не столь очевидны, чтобы оправдать затраты, которые потребуются для их реализации.

*Литература:*

1. А.Г.Зоркольец, Б.Н.Шувалов. Многотерминальная интерактивная система для ЭВМ М-6000. - Новосибирск, 1981. (Препринт/ ИЯФ СО АН СССР, №81-24).

*А.Н.Малыгин, Б.Н.Шувалов*

**КОНТРОЛЛЕР МАГНИТНЫХ ДИСКОВ  
DM-2.5 ДЛЯ МИНИ-ЭВМ**

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

---

Работа поступила 21 ноября 1985 г.  
Подписано в печать 21 января 1986 г. МН 11631  
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 0,7 печ.л., 0,6 уч.-изд.л.  
Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ № 19

---

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и отпечатано на ротапинтере Института ядерной физики СО АН СССР,  
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*