

чи данных отвлекаться от выполнения своих основных функций по обработке данных, находящихся в оперативной памяти. Такой подход упрощает подсистему ввода — вывода, но в то же время ведет к замедлению операций обработки данных микропроцессором. При необходимости к общей магистрали во многих микро-ЭВМ можно подключать канал прямого доступа (КПД). По функциональному назначению КПД аналогичен селекторному каналу и обеспечивает без участия микропроцессора прямой доступ внешнего устройства, связанного с КПД,

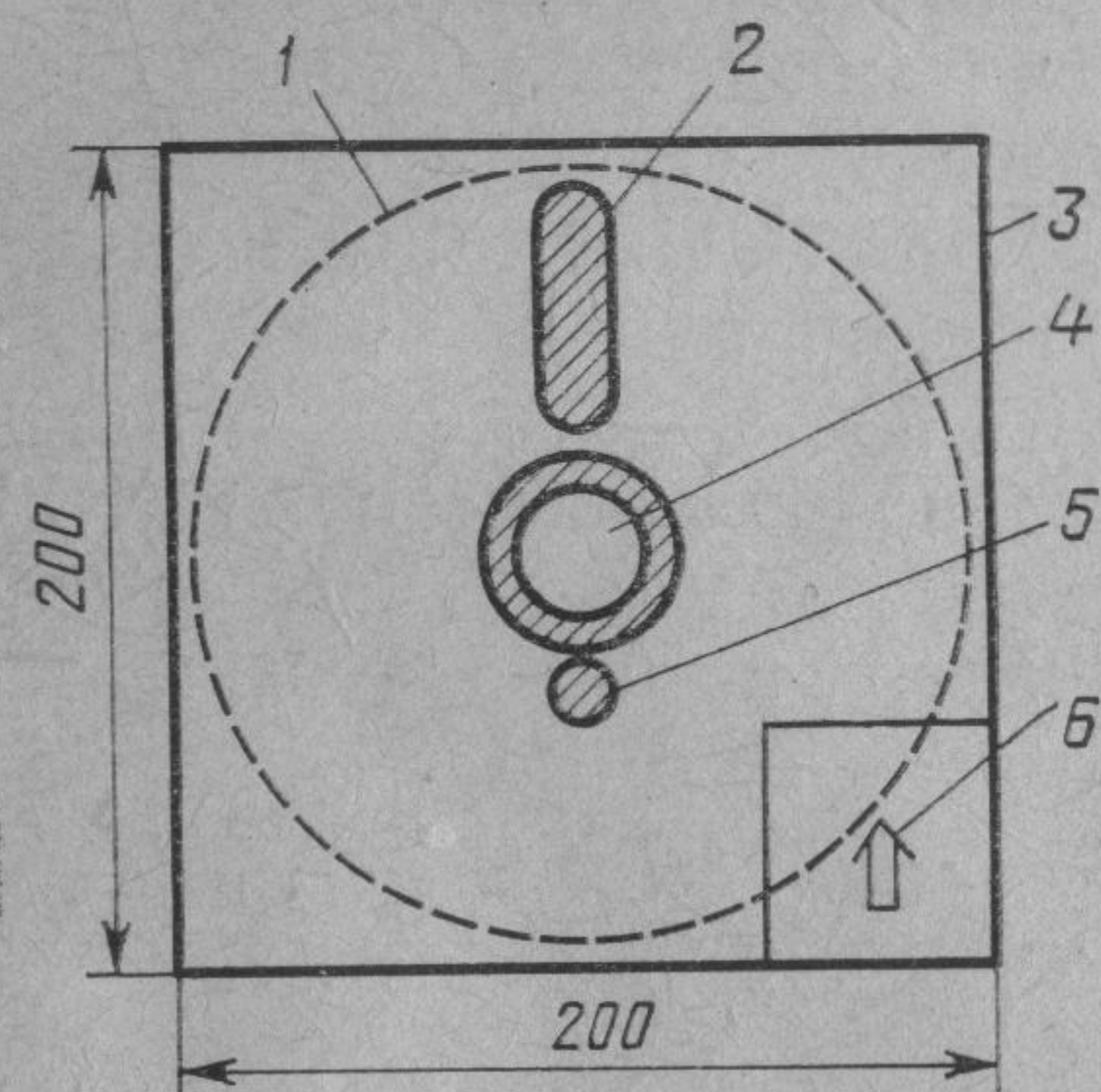


Рис. 1.20. Схематическое представление гибкого магнитного диска в защитном конверте для накопителя «Электроника ГМД-7012»

к оперативной памяти микро-ЭВМ. При использовании КПД в функции микропроцессора входит лишь инициирование операции ввода—вывода, а на интервале передачи данных влияние КПД будет проявляться главным образом в некотором снижении быстродействия микропроцессора из-за конфликтов при одновременном обращении к оперативной памяти со стороны микропроцессора и КПД.

Как уже отмечалось, в подсистему ввода—вывода могут входить различные внешние устройства. Минимальная конфигурация микро-ЭВМ содержит обычно электрифицированную пишущую машинку (ЭПМ), устройство чтения перфо-

лент и перфоратор лент. Этого набора устройств ввода—вывода достаточно лишь для перфокарной операционной системы (см. § 4.2). Расширенная конфигурация микро-ЭВМ может дополнительно включать в себя дисплей, подходящие устройства внешней памяти и другое оборудование. В качестве устройства внешней памяти в микро-ЭВМ чаще применяются накопители на гибких магнитных дисках (НГМД).

Накопитель на гибком магнитном диске. Рассмотрим накопитель на гибких магнитных дисках типа «Электроника ГМД-7012». В этом накопителе носителем данных служит гибкий магнитный диск (ГМД). Диаметр диска около 200 мм. Диски хранятся и используются в защитных конвертах из мягкого картона. Конверт имеет вырезы для установки диска в накопитель, регистрации маркера начала дорожек и перемещения головки чтения/записи (рис. 1.20, где 1 — ГМД; 2 — прорез для чтения—записи; 3 — конверт; 4 — установочное отверстие; 5 — отверстие маркера начала дорожек; 6 — указатель направления установки в накопитель).

Данные на гибком диске 1 запоминаются обычно на одной из его двух поверхностей. Рабочая поверхность диска состоит из 77 концентрических дорожек с номерами от 0 (внешняя) до 76 (внутренняя) и разделена на 26 равных угловых секторов с номерами

от 1 до 26. Между секторами 1 и 26 на каждой дорожке имеются так называемая домаркерная зона и маркер начала дорожки 5. Сектор на каждой дорожке состоит из нескольких полей, одно из которых называется областью данных (рис. 1.21). Емкость области данных равна 128 байт. Именно в этой области помещаются данные, передаваемые из оперативной памяти микро-ЭВМ. Следовательно, полная емкость одного ГМД составляет

$$77 \frac{\text{дорожка}}{\text{диск}} \cdot 26 \frac{\text{сектор}}{\text{дорожка}} \cdot 128 \frac{\text{байт}}{\text{сектор}} = 256\,256 \frac{\text{байт}}{\text{диск}}.$$

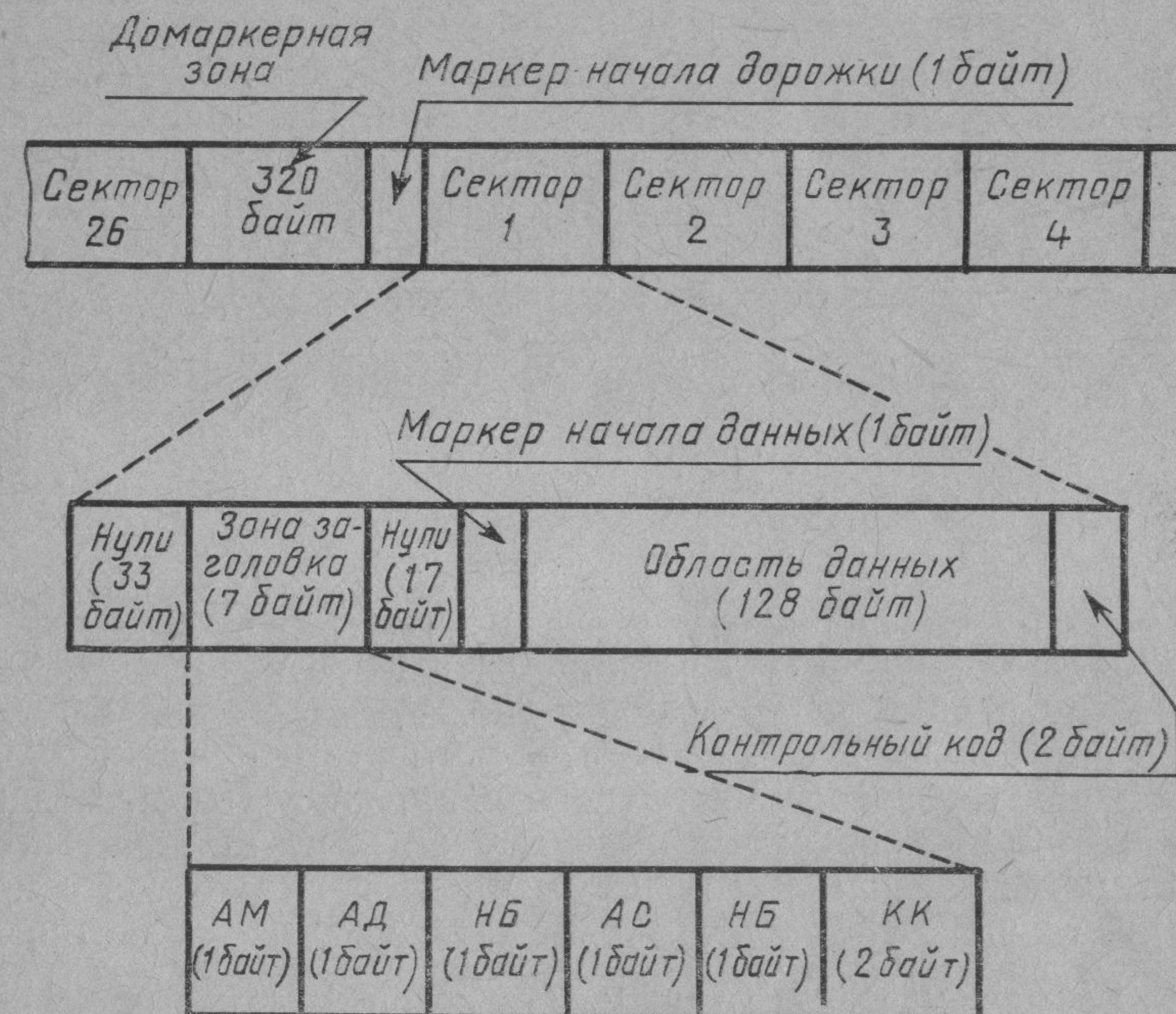


Рис. 1.21. Секторная организация данных на накопителе «Электроника ГМД-7012»:

АМ — адресный маркер; АД — адрес, или номер, дорожки; НБ — нулевой байт; АС — адрес, или номер, сектора; КК — контрольный код

Поскольку в дисковод устройства «Электроника ГМД-7012» можно, например, одновременно устанавливать два (или более) ГМД, общая емкость накопителя будет равна 512512 байт.

Временные характеристики накопителя «Электроника ГМД-7012» следующие. При частоте вращения диска, равной 360 об/мин, на один оборот затрачивается около 167 мс. Для перемещения головки чтения/записи на одну дорожку, осуществляемого шаговым двигателем, требуется 7 мс. Кроме того, затрачивается около 20 мс на то, чтобы опустить головку чтения/записи на дорожку. Среднее время на механические перемещения головки

чтения/записи не превышает 380 мс. Скорость передачи данных составляет примерно 50К байт/с, и поэтому для выполнения запроса на ввод — вывод блока данных размером 128 байт в среднем потребуется не более 0,4 с, причем почти все это время будет затрачено на механические перемещения головки чтения/записи.

Кассетный накопитель на магнитной ленте. В качестве устройства внешней памяти в микро-ЭВМ нередко используются кассетные накопители на магнитных лентах (КНМЛ). Важными достоинствами КНМЛ являются компактность, дешевизна, малая масса, незначительное потребление энергии и простота эксплуатации. Вследствие этого кассетные НМЛ особенно перспективны для микропроцессорных систем, не нуждающихся в быстром доступе к внешней памяти. В кассетных НМЛ используется, как правило, кассета с двумя катушками магнитной ленты, ширина которой в большинстве кассетных НМЛ равна 3,8 мм, длина около 90 м, максимальная емкость — 150К байт, скорость передачи данных 300 байт/с.

Накопители на цилиндрических магнитных доменах. Для микро-ЭВМ весьма перспективны также электронные устройства внешней памяти, не требующие механических перемещений конструктивных элементов и поэтому характеризующиеся высоким быстродействием, компактностью, малым потреблением энергии и гораздо более высокой, чем электромеханические устройства, надежностью. Большой интерес для применения в микро-ЭВМ представляют накопители на цилиндрических магнитных доменах (НЦМД), где двоичные данные хранятся в механически неподвижной запоминающей среде в форме цилиндрических магнитных доменов, или магнитных пузырьков. Домены циклически перемещаются под действием вращающегося магнитного поля, причем при снятии этого поля домены перестают циркулировать, но не разрушаются, а при новом включении магнитного поля могут быть опять приведены в движение. Это значит, что память на ЦМД является в отличие от полупроводниковой памяти энергонезависимой, т. е. не разрушающейся при выключении источника питания.

Логически НЦМД эквивалентен многоразрядному сдвиговому регистру с последовательным доступом к хранящимся в нем битам данных. В простейшем случае все биты данных, которые можно запомнить в НЦМД, организованы на носителе в виде замкнутой цепочки (подобной бусинкам на связанной нитке). Число позиций для доменов в цепочке строго фиксировано, причем в каждой позиции домен может присутствовать или отсутствовать, что соответствует наличию двоичной единицы или двоичного нуля данных. При регистрации в фиксированной точке носителя прохождения доменов при их движении друг за другом по замкнутой траектории можно последовательно считывать, не разрушая, двоичные данные с НЦМД. Процесс записи двоичных данных в НЦМД осуществляется также последовательно и состоит в том, что в фиксированной точке носителя, находящейся на траектории движения доменов, электрически генерируются или, наоборот, разрушаются домены в соответствии с заданной последовательностью двоичных чисел.