

## **Лекция 7-1.** **ДИСКОВОД ДЛЯ ГИБКИХ ДИСКОВ**

Накопители на гибком диске, основные разновидности,  
характеристики, интерфейсы.

Конструкция и принцип действия накопителей на гибком  
диске.

# ФЛОППИ-ДИСК

Гибкий диск (floppy disc), или дискета – исторически первый сменный носитель на основе магнитного принципа записи и чтения данных. Представляет собой гибкий лавсановый диск малой толщины, покрытый ферромагнитным слоем и упакованный (для защиты от внешних воздействий) в пластиковый корпус-конверт. Для считывания требуется соответствующий привод – дисковод.

Ввиду наличия дисковода к формату дискеты предъявляются весьма строгие требования. Попытки изменить формат в сторону увеличения емкости всегда сопровождаются определенными трудностями, связанными с необходимостью замены дисковода. Поэтому развитие флоппи проходило весьма медленно, и в итоге эта технология ушла с рынка.

Флоппи-дисковод прочно вошел в архитектуру x86 ПК и до сих пор является основным устройством для загрузки операционной системы.

# Музыка на дисковом гибких дисков

<http://habrahabr.ru/post/147658/>

Внутри дисковода с дискетой с заданной частотой вращается диск с намагничиваемой поверхностью, а считывающая с него информацию магнитная головка позиционируется небольшим шаговым двигателем. Вся конструкция издает характерный шум, и, задавая его ритм и тон, можно получить мотив доставляющих удовольствие музыкальных мелодий.

Ноты для игры на дисководах задаются скоростью движения магнитной головки, как правило, используется MIDI-запись нужной мелодии. Для игры на нескольких дисководах необходимо разбивать ноты для устройств, и в таком случае лучшим решением будет подготовка MIDI-файлов вручную.

Конечно есть, с незапамятных времен (когда ДОС был основной ОС) есть программка размером в 516 байт, которая играет мелодию «Чижик-Пыжик» на установленном FDD.

# История развития флоппи : 8", 5.25"

Первые гибкие диски были выпущены в 1971 компанией IBM под маркой 23FD. Они были 8" (200 мм), дисководы не поддерживали запись.

Первая 5.25" (133 мм ) дискета емкостью 110 Кб была предложена фирмой Sugart в 1976. На ее базе было создано несколько вариантов, распространение получила дискета без физического форматирования (без индексных меток в виде отверстий в носителе).

Диски 5.25" развивались в сторону увеличения количества секторов и дорожек (и соответственно емкости): 360 Кб, 720 Кб, 1.2 Мб. Для дисководов сохранялась совместимость «вниз» (поддержка дискет старых форматов).

# История развития флоппи : 3.5”

В связи с недостаточной надежностью и большими габаритами разработчики предлагали разные варианты более компактных дискет диаметром от 2 до 3.5”, но общепринятый стандарт появился только через 10 лет – в 1987 году.

За стандарт был принят формат дискеты 3.5” (90 мм) , разработанный фирмой Sony. Первоначально дискета имела емкость 720 Кб, в 1987 появились диски емкостью 1.44 Мб, которые стали общепринятыми.

Широкое распространение этот тип дискет получил в 1984 году, когда Apple использовала новый формат для компьютеров Macintosh.

Фирма IBM приняла решение использовать 3,5-дюймовые дисководы только в 1987 году в компьютерах серии PS/2.

# Форматы дискет

Могут использовать одну или две поверхности дискеты - это зависит от используемого количества головок.

Головки могут перемещаться вдоль поверхности дискеты с помощью шагового двигателя.

Различают НГМД, у которых шаговые двигатели могут сделать 40 и 80 шагов.

В связи с этим стандартные дискеты могут иметь 40 или 80 дорожек на одной стороне.

Для обозначения типа дискеты используются двухбуквенные метки

# Форматы дискет

SS (single sided) - односторонние;

DS (double sided) - двухсторонние;

SD ( *Single Density*, одинарная плотность, впервые появился в IBM System 3740),

DD ( *Double Density*, двойная плотность, впервые появился в IBM System 34),

QD ( *Quadruple Density*, четверная плотность, использовался в отечественных клонах Robotron-1910 — 5¼" дискета 720 К, Amstrad PC, ПК Нейрон — 5¼" дискета 640 К) клонах Robotron-1910 — 5¼" дискета 720 К, Amstrad PC, ПК Нейрон — 5¼" дискета 640 К),

HD ( *High Density*, высокая плотность, отличался от QD повышенным количеством секторов),

ED ( *Extra High Density*, сверхвысокая плотность).

# Плотность записи

- продольная:

(SD) - нормальная: 24 TPI (tape per inch - метки на дюйм);

(DD) - двойная: 48 TPI;

(HD - high density) - учетверенная (Quadro density): 96 TPI;

- поперечная:

одинарная (20 дорожек);

двойная (40 дорожек);

учетверенная (80 дорожек): (QD-9 объемом 720 Кбайт), (QD-15 объемом 1,2 Мбайта (размер сектора в QD-15 равен 1 Кбайт)).



# Форматы дискет

Тип дискеты <sup>3)</sup>	5¼" DS/DD	5¼" DS/QD
Размер, Кбайт	360	1200
Год выпуска	1978	1984
Дорожек/секторов <sup>4)</sup>	40/9	80/15

Тип дискеты	3½" DS/DD	3½" DS/HD	3½" DS/ED
Размер, Кбайт	720	1440	2880
Год выпуска	1984	1987	1991
Дорожек/секторов <sup>4)</sup>	80/9	80/18	80/36

# История развития флоппи: 3.5" ED ... HiFD

- 1991 - 3.5" **ED** емкостью 2.88 Мб (удвоенная плотность), IBM;
- 3.5" **Floptical** емкостью 21 Мб (с новой оптической системой стабилизации и слежения за дорожкой);
- **Zip** – не совместимое с 3.5" устройство фирмы Iomega с дисками емкостью 100, 250 и позднее 750 Мб;
- 1996-1997 - **SuperDisc (LS-120)** (Laser Servo - лазерное позиционирование головок) емкостью 120 Мб – реальный претендент на замену дискетам, разработанный Panasonic. Поддержка была внедрена в базовый код BIOS всех производителей, но рынок не принял этот формат. Доработка до 240 Мб (**LS-240**) не помогла.
- 1998/99 Sony - **HiFD** – High capacity Floppy Disk) - дискеты высокой емкости . Емкость дискеты – 150 Мб / 200 Мб. Не выдержала конкуренции с Zip и CD.

# Конструкция дискеты

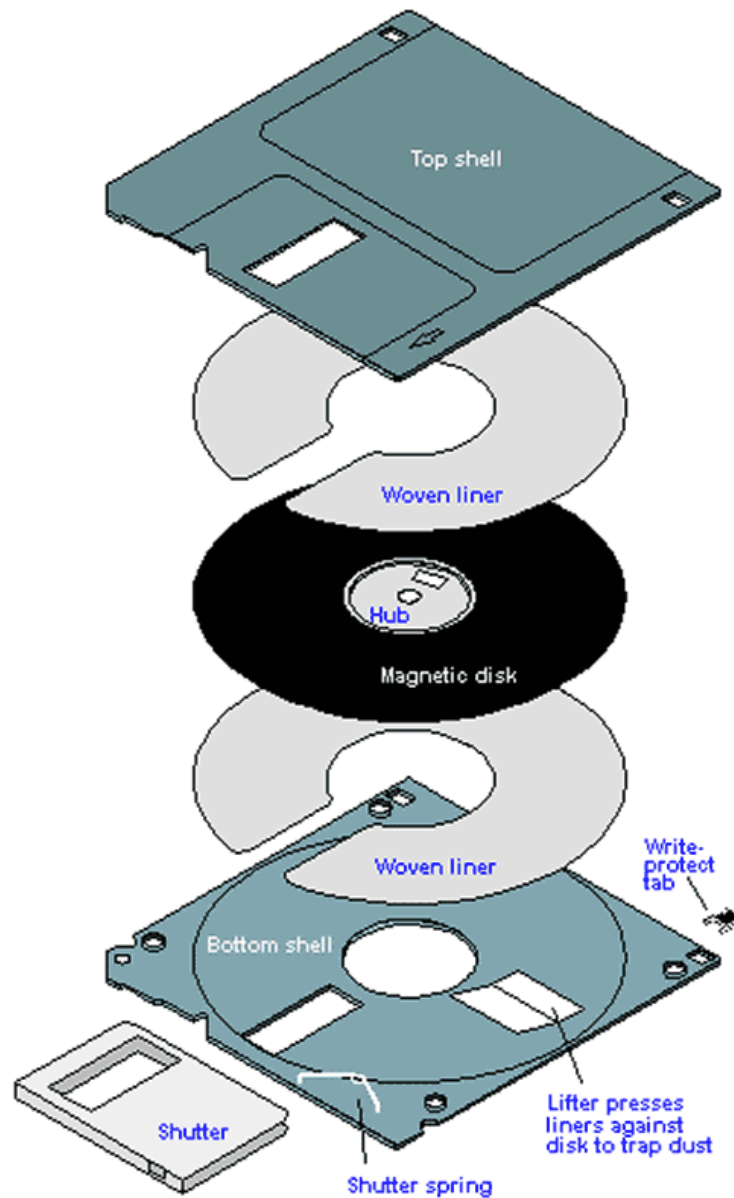
Гибкий диск (дискета) состоит из:

- пластикового защитного корпуса с отверстиями для головки и индексного датчика (последний – для 5.25” дискет);
- лавсанового гибкого диска с ферромагнитным напылением;
- защитной металлической шторки с пружинным механизмом (для 3.5” дискет);
- заглушки отверстия защиты от записи (для 3.5” дискет);
- двух тканевых безворсовых прокладок для очистки от пыли.

Несмотря на большое разнообразие предложенных форм-факторов (от 2 до 8 дюймов в диаметре), на рынке по-настоящему массовыми стали два варианта – 5.25” и 3.5”. Они выпускались в различных емкостях, но по размеру и конструкции не менялись (в целях полной совместимости).

Дискета 5.25” не имела жесткого корпуса и защитной шторки, а отверстие защиты от записи требовалось заклеивать.

# Конструкция дискеты



# Формат дискеты

Все разновидности дискет (за исключением не принятых рынком перспективных вариантов) форматировались без применения зонального метода – разбивались на дорожки равной толщины с секторами равного углового размера.

Т.е. все дорожки содержат одно и то же количество секторов

Емкость сектора - это то наименьшее количество данных, которое может быть записано на дискету (или считано с нее) за одну операцию ввода-вывода.

Количество дорожек, число секторов на одной дорожке, емкость одного сектора и количество рабочих поверхностей у дискеты определяют ее емкость.

# Формат дискеты

Дорожка с номером 0 располагалась на внешней стороне диска.

Первый сектор на дорожке (номер 1) определялся по положению индексной метки (отверстия для 5.25" или выемки на втулке для 3.5").

Изначально существовал вариант 5.25" с индексными метками для каждого из секторов (на внутренней стороне), но от него вскоре отказались.

Форматы IBM PC :

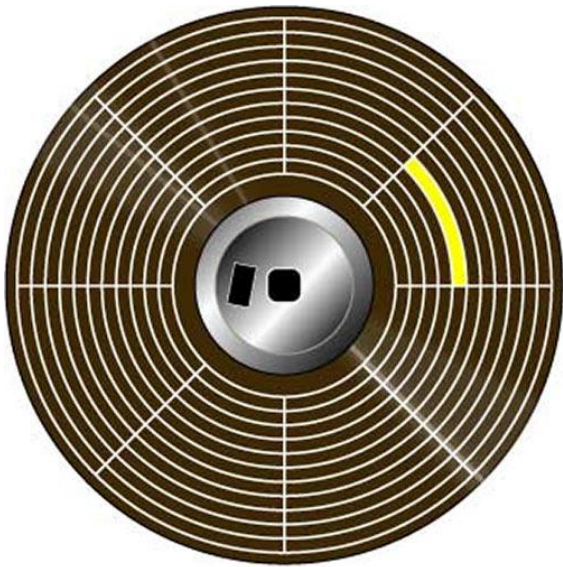
- две рабочие поверхности;
- 40 или 80 дорожек на поверхности
- 8, 9, 15 или 18 секторов на дорожке.
- 128, 256, 512 или 1024 байта в одном секторе

Стандартный формат:

- 3.5" HD: 80 дорожек по 18 секторов;
- 5.25" HD: 80 дорожек по 15 секторов.

Дисководы, как правило, корректно работают с дискетами, отформатированными по 20 и более секторов на дорожку.

# Формат дискеты

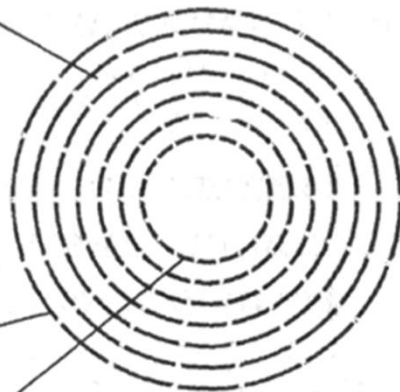


На дискете без индексных отверстий (Soft Sectored, в противовес методу с индексными метками для каждого сектора – Hard Sectored) на каждой дорожке, число которых определяется шагом блока головок, имеется заданное количество секторов с равными угловыми размерами (их число можно изменить программно).

Сектор  
512 байтов

0-я дорожка

79-я дорожка

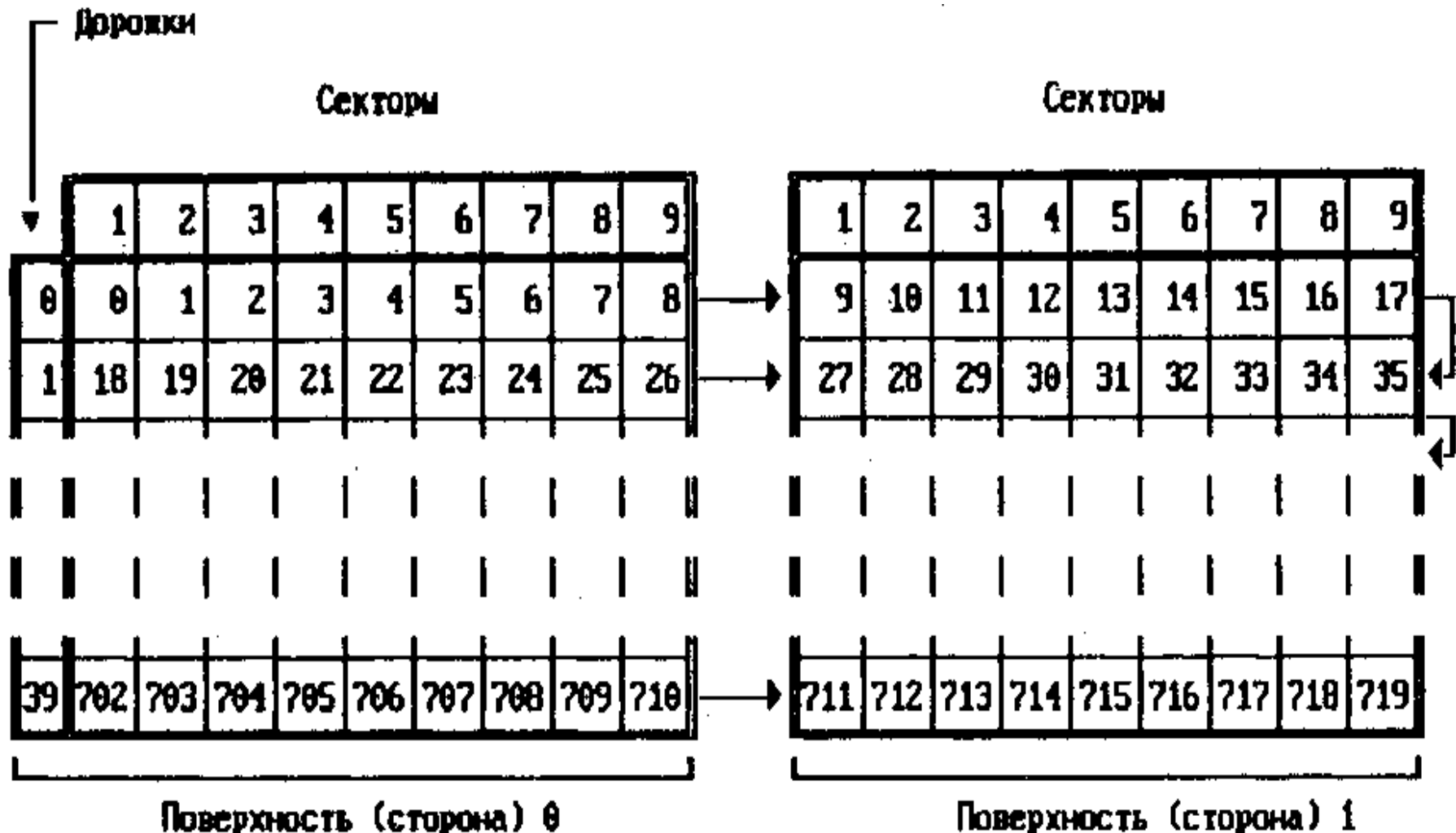


Каждый сектор сопровождается преамбулой и постамбулой, формат которых производители копируют друг у друга, поскольку он не документирован.

Физическая структура дискеты

# Логическая структура дискеты

На логическом уровне считается, что секторы логического диска имеют непрерывную нумерацию





## Пример

Файл записывается в произвольные свободные сектора, которые могут находиться на различных дорожках.

Например, Файл\_1 объемом 2 Кб может занимать сектора 34, 35 и 47, 48, а Файл\_2 объемом 1 Кбайт - сектора 36 и 49.

[illegible]

# Каталог и FAT

Файл\_1 - сектора 34, 35 и 47, 48,    Файл\_2 - сектора 36 и 49.

Структура записей в каталоге (секторы со 2 по 33, 0 – загрузочный, с 34 - данные)

Имя файла	Адрес первого сектора	Объем файла, Кбайт	Дата создания	Время создания
Файл_1	34	2	14.01.99	14.29
Файл_2	36	1	14.01.99	14.45

Фрагмент FAT

															35	47	49
										48	K	K					

Цепочка размещения для файла Файл\_1 выглядит следующим образом:  
в начальном 34-м секторе хранится адрес 35, в 35-м секторе хранится адрес 47, в 47-м - 48, в 48-м - знак конца файла (K).

# Формат записи

На гибком диске минимальным адресуемым элементом является **сектор**.

Сектор	Интервал		Интервал	Сектор	Интервал	Сектор	Интервал	Сектор	...	Сектор	Интервал		Интервал	Сектор	Интервал
m	4		1	1	3	2	3	3	..	m	4		1	1	3

574  
байта

Идентификатор сектора	Интервал 2	Поле данных
-----------------------	------------	-------------

Адресный маркер	Номер дорожки	Номер головки	Номер сектора	Длина сектора	Контрольные байты	Маркер данных	Данные	Контрольные байты
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	-------------------	---------------	--------	-------------------

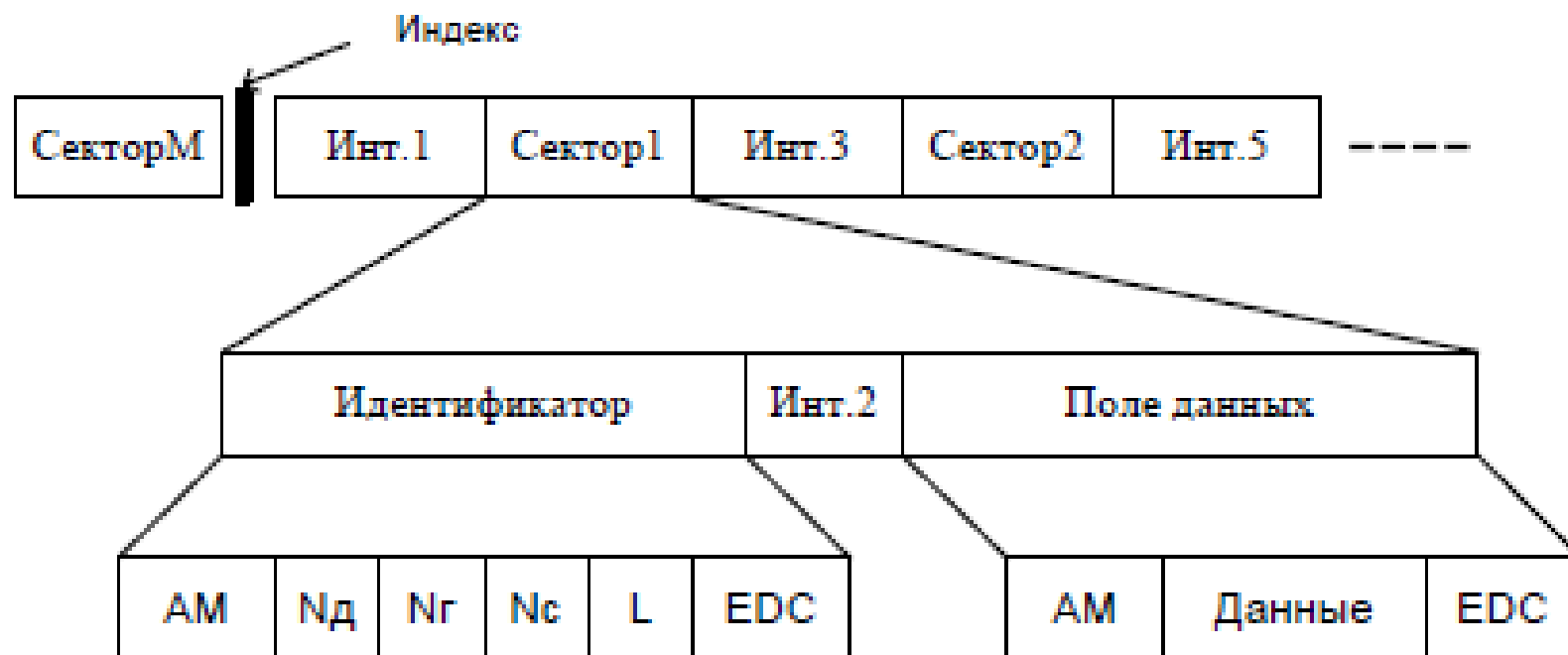
12 байт '00'  
3 байта 'A1'  
1 байт 'FE'


1 байт 2 байт 3 байт 4 байт 5, 6 байт

12 байтов '00'  
3 байта 'A1'  
1 байт 'FE'  
или 'F8'

512 байт  
Циклический контроль  
2 байта


# Формат записи






Началом (и концом) каждой дорожки является точка пересечения окружности дорожки с радиусом, проходящим через центр **индексного отверстия** дискеты. В начале дорожки записана последовательность из 80 байтов 4E, называемая GAP4A. Далее находится адресный маркер дорожки (IAM), который необходим для нормальной работы FDC.

IAM содержит маркерные байты C2 (здесь и далее двоичные числа представлены 16 - ричной записью) и идентификатор FC. Затем идет последовательность из 50 байтов 4E, называемая GAP1 и заголовок, или идентификатор (ID) первого сектора, состоящий из адресного маркера заголовка (IDAM), 4-х байтов C,H,R,N, 2-х байтов CRC.



Маркерные байты IDAM имеют код A1, идентификатор - FE. За заголовком каждого сектора следует последовательность из 22-х байтов 4E, которая называется GAP2 (внутрисекторный промежуток), затем адресный маркер данных сектора (DATA AM), информационные байты (содержимое сектора) и два байта CRC. DATA AM состоит из маркерных байтов A1 и идентификатора FB или F8. FB соответствует нормальным данным, F8 - так называемым удаленным данным (deleted data), причем такое разделение имеет чисто условный характер, удаленные данные записываются и читаются точно так же, как и нормальные, просто используются разные команды контроллера.



За концом первого сектора следуют байты межсекторного промежутка, имеющие код 4E. Межсекторный промежуток, имеющий название GAP3, в отличие от вышеописанных, имеет переменную длину. Его длина задается при форматировании дорожки параметром GPL. Промежуток от конца последнего сектора до конца дорожки называется GAP4B. Этот промежуток, заполненный байтами 4E, имеет переменную длину, и, фактически, представляет собой незаполненный остаток дорожки. Этот промежуток имеет весьма важное значение в технике защиты дискет от копирования, о чем будет рассказано в дальнейшем.

# Объём данных на диске

$$V_d = N_{\text{дор}} \times N_{\text{сек}} \times V_{\text{сек}} \times N_{\text{пов}},$$

где

$N_{\text{дор}}$  – количество дорожек,

$N_{\text{сек}}$  – количество секторов,

$V_{\text{сек}}$  – объём сектора,

$N_{\text{пов}}$  – количество поверхностей.



# Метод MFM (Double Density).

Данные в секторе закодированы методом MFM (Double Density).

"1" переводится в комбинацию "01",

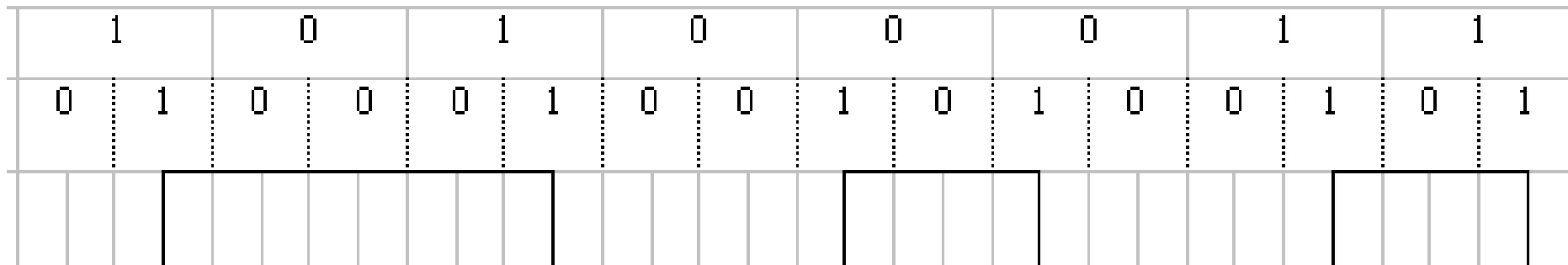
"0" - в комбинацию "10", если следует за битом "0",

или в "00", если следует за битом "1".

("1" кодируется сменой намагниченности на соответствующем участке, а логический "0" - отсутствием смены

**(0)"0" - "NN", (1)"0"="NN" 1= NT.**

Т.е. один переход намагниченности соответствует 1-3 битам



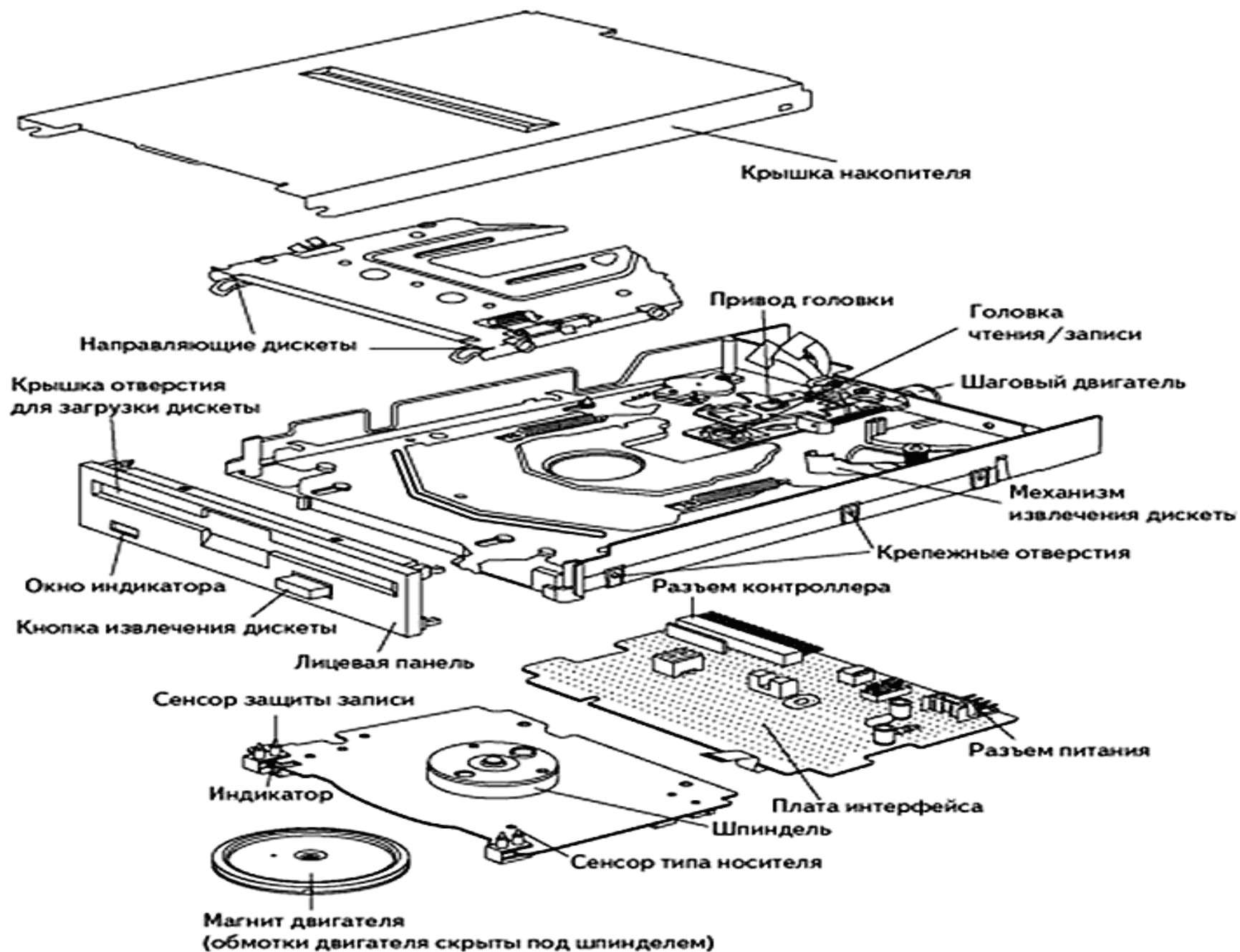
Отсутствие обратной связи делает дисковод ответственным за качество и формат дискеты. Даже небольшое смещение блока головок приводит к тому, что дискета не читается на других дисководах.

# Конструкция дисковода

Дисковод для дискет 3.5" состоит из следующих частей:

- корпус (как правило, включающий шасси и две крышки);
- шпиндельный двигатель (300 об/мин для 3.5", 360 об/мин для 5.25");
- головки чтения/записи на держателе (по одной для каждой стороны дискеты);
- шаговый привод головок с червячной передачей;
- сенсоры: индексного отверстия, защиты от записи, смены дискеты, типа дискеты;
- механизм извлечения дискеты (пружинный), работающий от кнопки;
- светодиод – индикатор работы шпиндельного двигателя;
- плата электроники с разъемами (питания и интерфейса);
- лицевая панель с подпружиненной шторкой.

Дисковод имеет стандартный форм-фактор 3.5" для установки в корпус типа АТ/АТХ, совпадающий с форм-фактором жестких дисков. Дисководы 5.25" соответственно имеют больший форм-фактор.



# Основные функциональные блоки НГМД

- Приводной механизм.
- Механизм позиционирования (шаговый двигатель).
- Механизм центрирования и крепления.
- Блок магнитных головок.
- Система управления и контроля.
- Система записи/чтения.
- Три сигнальных датчика.
- Индикатор.

# Механическая часть НГМД

*Механическая часть* НГМД состоит из

- механизма позиционирования магнитной головки с шаговым двигателем,
- двигателя привода вращения диска,
- маховика, конусного замка для центровки и фиксации диска на шпинделе маховика,
- системы датчиков.

# Приводной механизм ГМД

Типичный приводной механизм ГМД содержит микродвигатель постоянного тока вращения диска, позволяющего регулировать число оборотов, и шпиндель.

Скорость вращения диска обычно находится в пределах от 300 до 360 об/мин. Вращение диска с требуемой скоростью обеспечивается сервосистемой.

В различных конструкциях приводного механизма используется как непосредственное соединение вала двигателя со шпинделем, так и передача через малорастягиваемый ремень.

# Позиционирующая система

Позиционирующая система служит для установки магнитной головки точно над определенной дорожкой на поверхности носителя.

Перемещение каретки с магнитной головкой в радиальном направлении осуществляется от дорожки к дорожке с помощью червячной передачи шагового двигателя при подаче на него (двигатель) импульсного напряжения.

Шаг перемещения зависит от количества дорожек на дискете.

## Другие блоки

Механизм центрирования и крепления обеспечивает крепление и прецизионное центрирование дискеты с помощью конусного замка и (или) других точно выполненных элементов конструкции НГМД.

Механическая система записи/считывания состоит из магнитных головок с устройствами гашения канала и прижима головок, расположенных на подвижной каретке.

Устройство гашения канала ограничивает ширину дорожки при записи.

Устройство прижима осуществляет прижим головки к магнитному носителю (возможен вариант прижима головки с помощью соленоида).



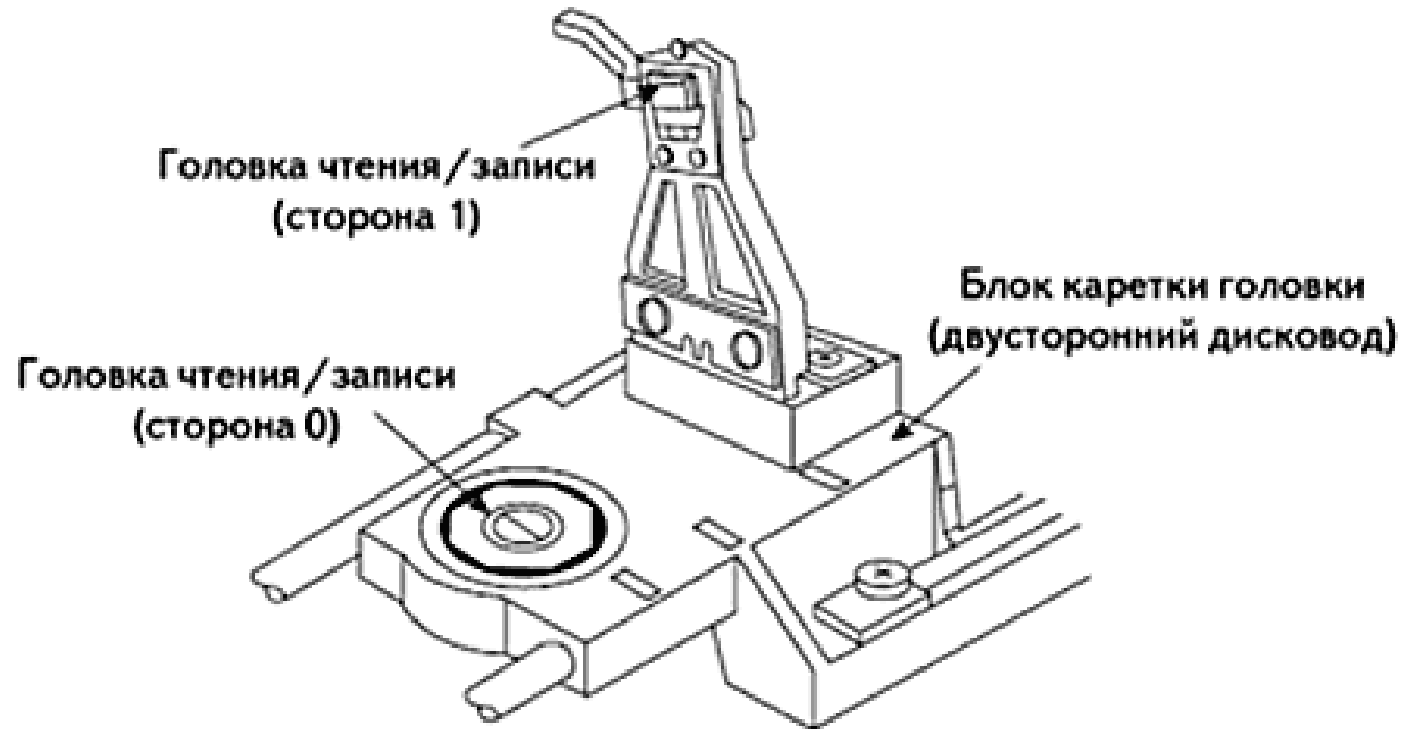
# Конструкция головок

Дисковод содержит пару головок для обеих сторон диска – нижняя фиксированная, верхняя на поворотной платформе с прижимной пружиной.

Каждая головка содержит индуктивный элемент чтения/записи с простым ферритовым сердечником. Для обеспечения высокой чувствительности головки прижимаются к носителю, входя с ним в контакт.

Для снижения уровня перекрестных помех в процессе записи выполняется дополнительное стирание междорожечного пространства (стирается более широкая дорожка, чем требуется для записи). Для этого применяют либо отдельные индуктивные головки стирания, либо дополнительные зазоры в ферритовом сердечнике головки.

# Конструкция головок



Вставляемая в щель дискета попадает внутрь дискетной рамы, где с нее сдвигается защитная шторка, а сама рама при этом снимается со стопора и опускается вниз - металлическое кольцо дискеты при этом ложится на вал шпиндельного двигателя, а нижняя поверхность дискеты - на нижнюю головку (сторона 0).

Одновременно освобождается верхняя головка, которая под действием пружины прижимается к верхней стороне дискеты.

# Электрическая часть НГМД

Составляет Система управления и контроля, включающую в себя:

- усилитель чтения, • усилитель записи • блок контроля и управления

*Усилитель чтения* предназначен для усиления сигнала с магнитных головок и передачи его по интерфейсу в адаптер. Блок представляет собой дифференциальный усилитель.

Для формирования сигнала чтения имеется компаратор, ложные срабатывания которого устраняются временным фильтром. После формирования данных, считанных с головки они передаются в последовательном виде в адаптер, где разделяются, дешифруются и передаются по системной шине.

*Усилитель записи* предназначен для формирования сигнала, управляющего током записи через головки. Данные записи передаются последовательно от адаптера .

*Блок контроля и управления* состоит из регулятора частоты вращения двигателем, блока управления шаговым электродвигателем и логики управления всей схемой. Регулятор оборотов вращения производит сравнение напряжения с тахогенератора с опорным напряжением, и управляет частотой вращения при отклонении от этого напряжения.

# Принцип работы дисковод

*Дисковод не имеет собственного контроллера и все команды в аналоговом виде получает от контроллера FDC, входящего в состав моста Super I/O (в современных ПК). Плата электроники содержит усилители сигналов и схемы управления двигателями.*

Работа с дискетой начинается с подачи сигналов выбора дисковода (коих может быть подключено до 4 к одному шлейфу) и запуска шпинделя. Проверка наличия диска не предусмотрена, поэтому без запуска двигателя и анализа индексных сигналов (которые должны приходить от вращающейся дискеты) определить отсутствие дискеты нельзя.

Перемещение головок выполняется пошагово (сигналы Step, Direction) до тех пор, пока не будет обнаружена нулевая дорожка (сигнал Track 00). Первый сектор определяется по сигналу Index. *Обратной сервосвязи не имеется.*

От контроллера дисковод получает уже закодированный MFM-сигнал, который передается на головку.

После записи требуется остановить мотор.

# Интерфейс Sugart SA-400

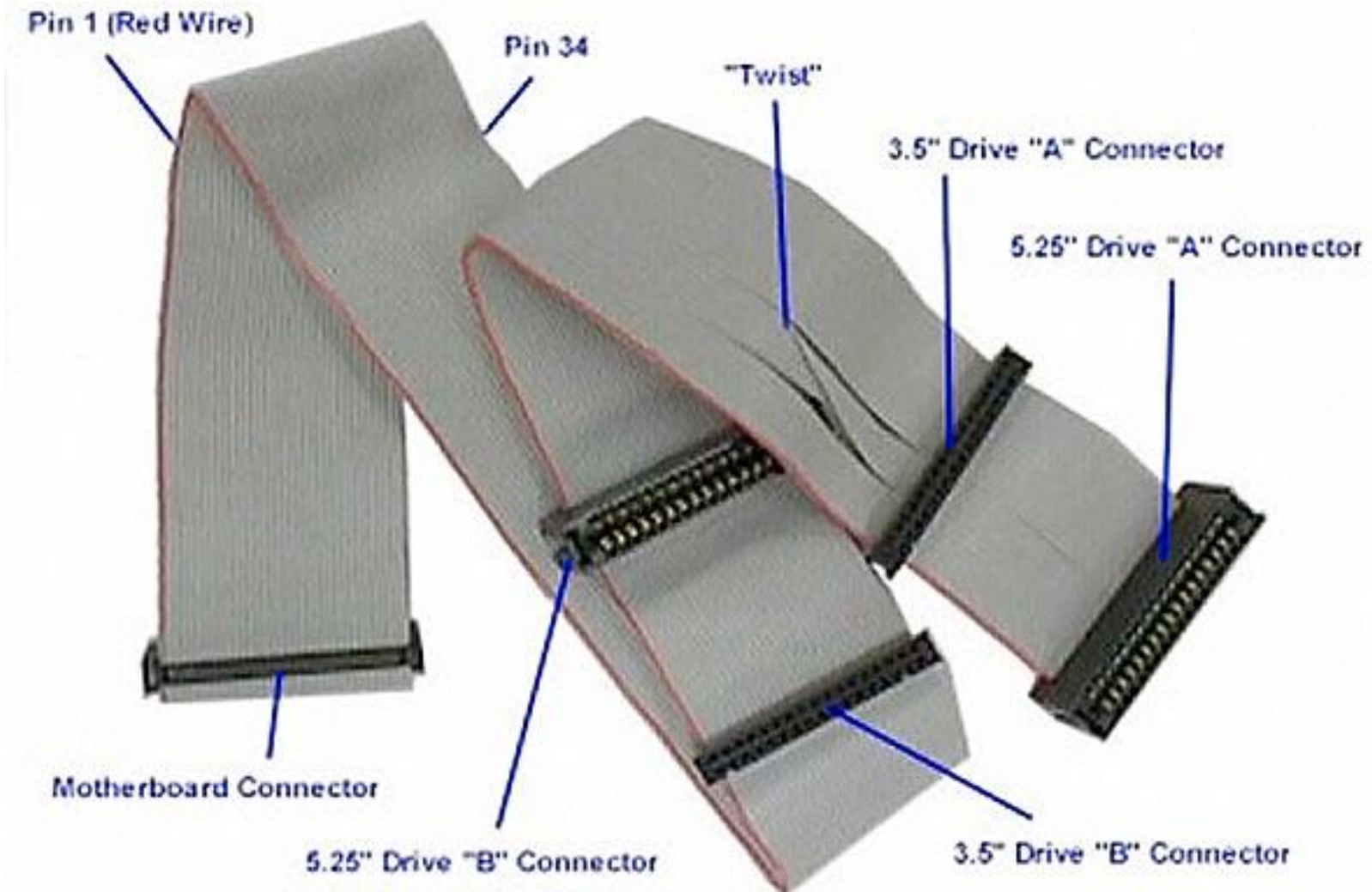
Во всех массовых дисководах в целях сохранения совместимости с контроллерами FDC применялся один и тот же интерфейс, рассчитанный на модуляцию MFM и поддержку 4 устройств. Это по сути это слегка видоизмененный интерфейс первого 5.25” дисковода – Sugart SA-400.

**Интерфейс относится к категории интерфейсов на уровне устройства**, т.к. содержит сигналы, характерные для функций устройства (Motor On - включить мотор, Index - проход индексной метки, Side 1 Select - выбор головки и т.п.). Скорость ок. 300 Кбит/с.

Данный интерфейс предусматривает соединение между контроллером FDC и дисководом (без контроллера) с подачей управляющих сигналов непосредственно на узлы дисковода (шаговый двигатель, шпиндель, головки) и снятие данных с датчиков.

Наиболее распространенный вариант интерфейса предусматривал использование плоского ленточного кабеля с 34 линиями и контактами. На этом кабеле крепятся разъемы для контроллера (штырьковый) и 4 дисководов – по два для 5.25” (с печатными двусторонними ламелями) и для 3.5” (с двухрядными штырьковыми контактами).

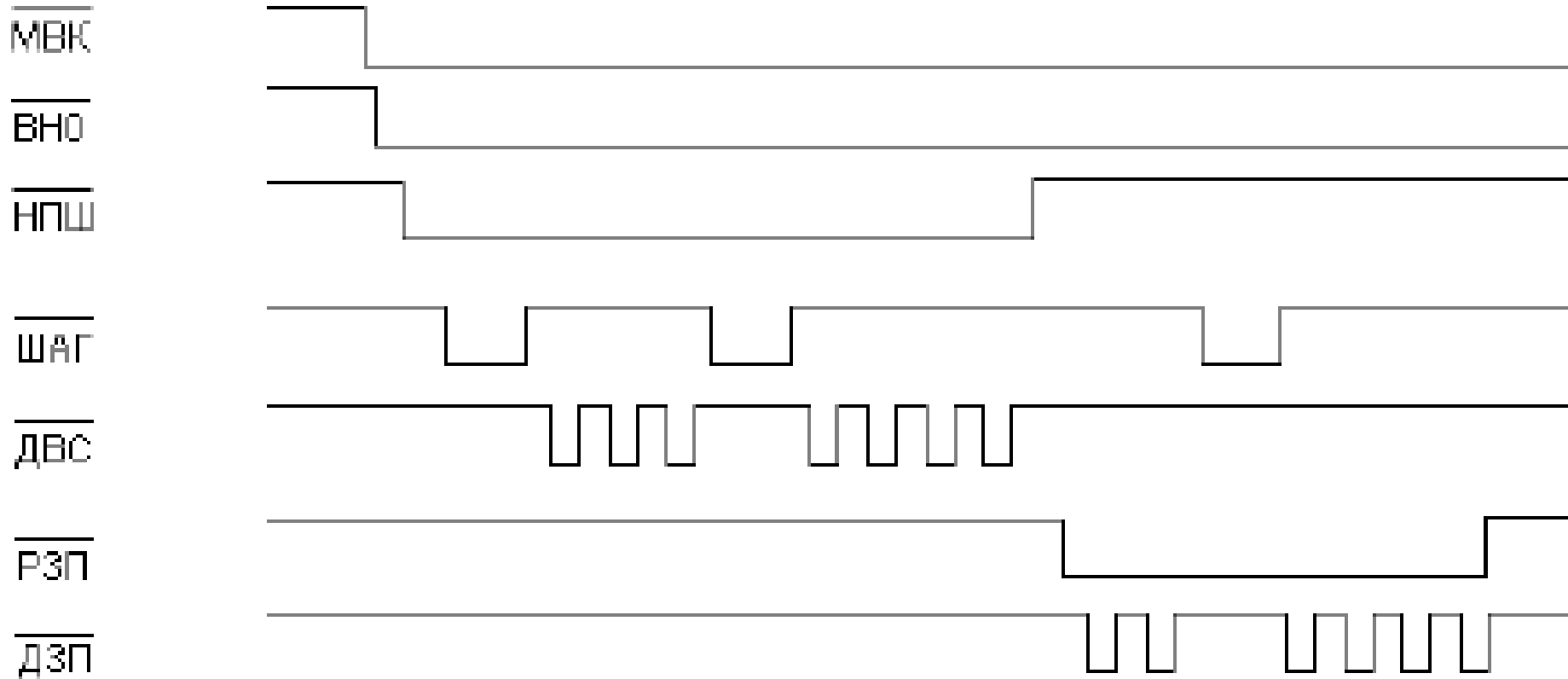
# Шлейф интерфейса




# Распиновка кабеля (для FDC)

#	Назначение	#	Назначение
1	NC	2	FDHDIN
3	Key	4	NC
5	Ground	6	FDEDEIN
7	Ground	8	Index
9	Ground	10	Motor On (A:)
11	Ground	12	Drive Select 1
13	Ground	14	Drive Select 0 (или NC)
15	Ground	16	Motor On (B:)
17	Ground	18	Direction
19	Ground	20	Step
21	Ground	22	Write Data
23	Ground	24	Write Gate
25	Ground	26	Track 00
27	Ground	28	Write Protect
29	Ground	30	Read Data
31	Ground	32	Head 1 Select
33	Ground	34	Disc Change

# Общие временные диаграммы работы







Сигналы ВН0...ВН3 используются для выбора конкретного НГМД из нескольких. При отсутствии такого сигнала все остальные входные и выходные цепи отключаются, за исключением сигналов МВК и УИ.


По сигналу МВК обеспечивается начало вращения шпинделя двигателя вращения диска.

Сигнал НГТ предназначен для определения готовности НГМД к считыванию или записи данных. Он снимается после снятия сигнала УИ.

Сигнал УИ обеспечивает индикацию состояния НГМД. Положением головки управляют два сигнала.

Первый сигнал - ШАГ - указывает шаговому двигателю дисководов, что необходимо переместить головку точно на одну дорожку вперед или назад по отношению к центру диска. Этот сигнал блокируется отсутствием сигнала ЗЗП при наличии сигнала РЗП, а также при наличии сигнала Д00, если сигнал НПШ имеет высокий уровень.

Второй сигнал - НПШ - управляет направлением движения магнитной головки при подаче сигнала ШАГ. При низком уровне сигнала НПШ головка движется к центру диска. При высоком - в противоположном направлении.



Для определения текущей рабочей стороны двусторонней дискеты используется сигнал ВПВ. При наличии данного сигнала на линии дисковод работает с верхней головкой, при отсутствии (по умолчанию) используется нижняя головка.

Для записи на диск используются два сигнала. Сигнал ДЗП содержит последовательные данные для записи на магнитный носитель. Во избежание случайной записи информации используется еще один сигнал - РЗП. Без него на головку считывания/записи не подается ток и сигнал ДЗП оказывается недействительным. Этот сигнал блокируется сигналом ЗЗП, поступающим от датчика защиты записи.

# Контроллер диска

Контроллер диска - это специальное устройство, предназначенное для подключения жестких и гибких дисков к компьютеру. Контроллер выполняет всю работу по обмену данными между компьютером и дисками.

Физически контроллер может быть выполнен в виде отдельной платы, вставляемой в слот расширения материнской платы компьютера, или может быть расположен непосредственно на материнской плате.

Обычно один контроллер диска можно использовать для подключения двух жестких и двух гибких дисков. Без использования дополнительных программных средств операционная система MS-DOS может задействовать два накопителя на жестких дисках и два накопителя на гибких дисках.

Наиболее распространены контроллеры и диски с интерфейсами ST506/412, SCSI, SCSI-II, ESDI и IDE. Контроллеры и диски с интерфейсами ST506/412, SCSI, SCSI-II, ESDI и IDE обладают различными характеристиками.

# Контроллер FDC

В отсутствие стандарта производители дисководов ориентировались на контроллер NEC PD765 и его полный аналог Intel i8272.

Он отображает на пространство портов ввода-вывода все сигнальные линии интерфейса Shugart, а также способен выполнять основные операции чтения/записи/форматирования с генерацией MFM-кода.

FDC формирует данные в аналоговой форме по методу MFM и транслирует их с заданной частотой, зависящей от типа дискеты (для 3.5" HD это 500 Кбит/с). Уровни интерфейса Shugart – TTL (0 – 5 В с активным низким), усиление до нужного уровня (зависит от типа дискеты) выполняет сам дисковод.

Процесс записи и чтения протекает с привлечением контроллера DMA.

Программно требуется выбрать дисковод и включить двигатель. Данные и команды подаются на FDC через регистр данных.

# Регистры FDC

Архитектурой PC AT предусмотрено два FDC, занимающих порты 3F2-3F7h и 372-377h соответственно. Кроме того, FDC использует IRQ 6 и DMA 2 для обмена данными.

Регистры FDC:

- Digital Output Register (3x2h) – регистр **управления** (выбор дисководов, шпиндель, разрешения на IRQ/DMA).
- Tape Drive Register (3x3h) – управление стримером.
- Main State Register (3x4h, чтение) – регистр **состояния** (занятость дисководов и FDC, использование DMA, направление обмена между CPU и FDC, готовность к приему команд/данных).
- Datarate Select Register (3x4h, запись) – выбор скорости чтения/записи (250, 300, 500, 1000 Кбит/с).
- Data Register (3x5h) – регистр **данных** для приема команд/данных и выдачи данных при чтении;
- Configuration Control Register (3x7h, запись) – регистр выбора скорости чтения/записи (вместо 3x4h).
- Digital Input Register (3x7h, чтение) – регистр смены носителя.

# Процедура обмена данными

1. Запуск мотора и выбор дисководов (записью в регистр DOR).
2. Установка скорости (записью в регистр CCR).
3. Выполнение команды рекалибровки.
4. Ожидание раскрутки двигателя (если мотор работает еще менее 0,5 с).
5. Позиционирование головки на требуемый цилиндр (по соответствующей команде).
6. Инициализация контроллера DMA.
7. Посылка команды чтения/записи (за данные отвечает DMA-контроллер).
8. Ожидание прерывания от контроллера. Прерывание произойдет, когда завершится фаза исполнения, во время которой контроллер обычно обменивается данными с хостом. Если за определенное время прерывание не получено, фиксируется неудачная попытка обращения с ошибкой тайм-аута.
9. По прерыванию от контроллера считываются байты результата, и если ошибок нет, на этом обмен успешно завершается. Если есть ошибки, то снова переходят на шаг инициализации DMA и далее повторяют команду чтения/записи. Если за несколько (3) раз успех не достигается, то выполняется рекалибровка, затем инициализация DMA и повторные попытки чтения/записи. Если успех не достигается и после нескольких рекалибровок, обмен прекращается аварийно.

# Фазы исполнения команд

Исполнение каждой команды имеет три фазы.

1. *Фаза команды.* Контроллер устанавливает биты DQM=1 и DIO=0, что является приглашением к вводу команды. В регистр DR посылается байт команды, после которого посылаются байты параметров в строго предписанном порядке. На прием каждого байта контроллер отзывается обнулением DQM на время обработки. После получения последнего требуемого байта DQM остается обнуленным и контроллер переходит в фазу исполнения. В качестве параметров фигурируют номер цилиндра C, номер головки H, номер сектора R, код размера N или длина поля данных сектора DTL, номер последнего сектора на треке EOT, число секторов SC, длительность зазоров GPL и некоторые другие данные.

# Фазы исполнения команд

2. *Фаза исполнения* требует передачи данных от хоста к контроллеру или обратно, передача может происходить как в режиме DMA, так и чисто программно (PIO). В режиме DMA обмен выполняется по сигналам DRQ и DACK# используемого канала. Если DMA не используется, то запросом на передачу является бит DQM и сигнал прерывания. По окончании фазы вырабатывается сигнал прерывания (и его признак в регистре ST0), и контроллер переходит в фазу результата.
3. В *фазе результата* DQM=1 и 010=1, хост должен считать байты результата из DR, после чего биты установятся в значение DQM=1 и 010=0, что соответствует переходу в фазу приема команды.



# Интерфейсы накопителей на гибких дисках

Традиционный контроллер флоппи работает внутри системы

В современных системах используется USB, с интерфейсным преобразователем USB-to-floppy

В системах типа legacy-free стандартный контроллер накопителя на ГМД не применяется, а для подключения используется шина USB , иногда FireWire (IEEE-1394)

# Программный эмулятор «флопика»!

**Виртуальный диск**, или образ диска (image) — файл, содержащий в себе полную копию содержания и структуры файловой системы и данных, находящихся на диске — таком как компакт-диск, дискета или раздел жёсткого диска. Термин описывает любой такой файл, причём не важно, был ли образ получен с реального физического диска или нет. Таким образом, образ диска содержит всю информацию, необходимую для дублирования структуры, расположения и содержания данных какого-либо устройства хранения информации. Обычно образ диска просто повторяет набор секторов носителя, игнорируя файловую систему, построенную на нём.