

Белорусско-Российский университет

Кафедра «Программное обеспечение
информационных технологий»

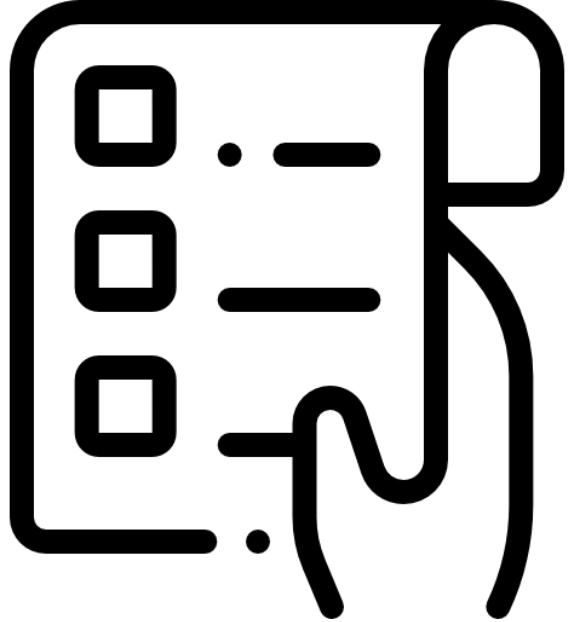
ЭВМ, периферийные устройства и контроллеры

Тема: Организация данных
на магнитных носителях

Кутузов Виктор Владимирович

Республика Беларусь, Могилев, 2025



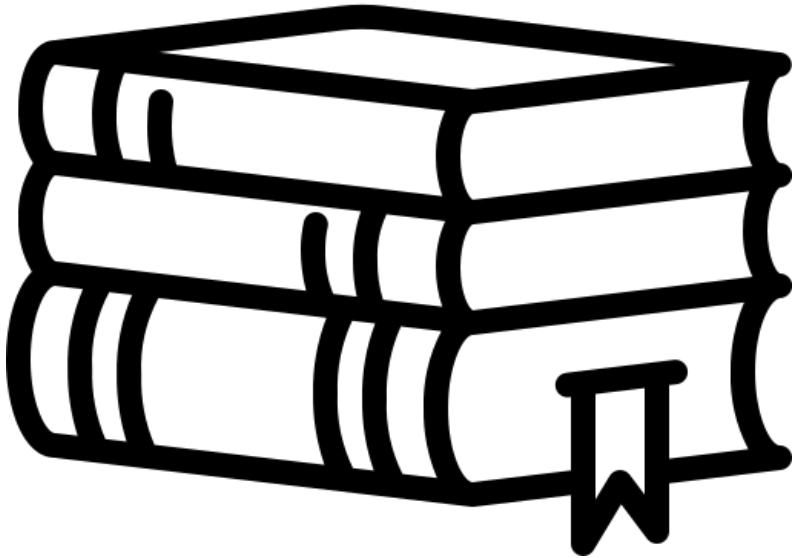


Содержание лекции

Содержание лекции

Тема: Организация данных на магнитных носителях

1. Рекомендуемые материалы по теме
2. Накопители на гибких магнитных дисках, дискеты
3. Конструкция накопителей на гибких магнитных дисках (дискет)
4. Методы кодирования данных на магнитных носителях (дискетах). Доступ к файлам.
5. Конструкция и принцип действия привода дисководов
6. Дискеты? Живы? Что сейчас с ними?
7. Дополнительные материалы по теме на YouTube
8. YouTube - Дискеты
9. YouTube – Дисководы
10. Список использованных источников



Рекомендуемые
материалы
по теме

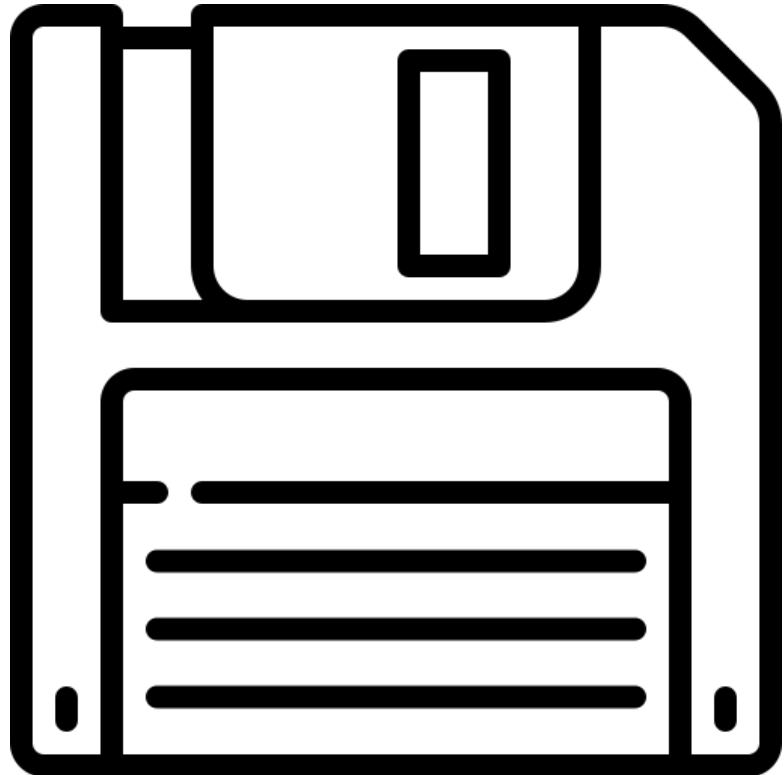


Рекомендуемая литература по теме

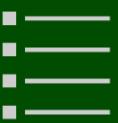


Периферийные устройства ЭВМ. Внешние запоминающие устройства : учебное пособие для вузов / В. М. Прудников, В. В. Кутузов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 182 с. <https://urait.ru/bcode/556103>

**Тема 3. Накопители на гибких магнитных дисках.
Стр. 38 – 48**



**Накопители
на гибких магнитных
дисках, дискеты**

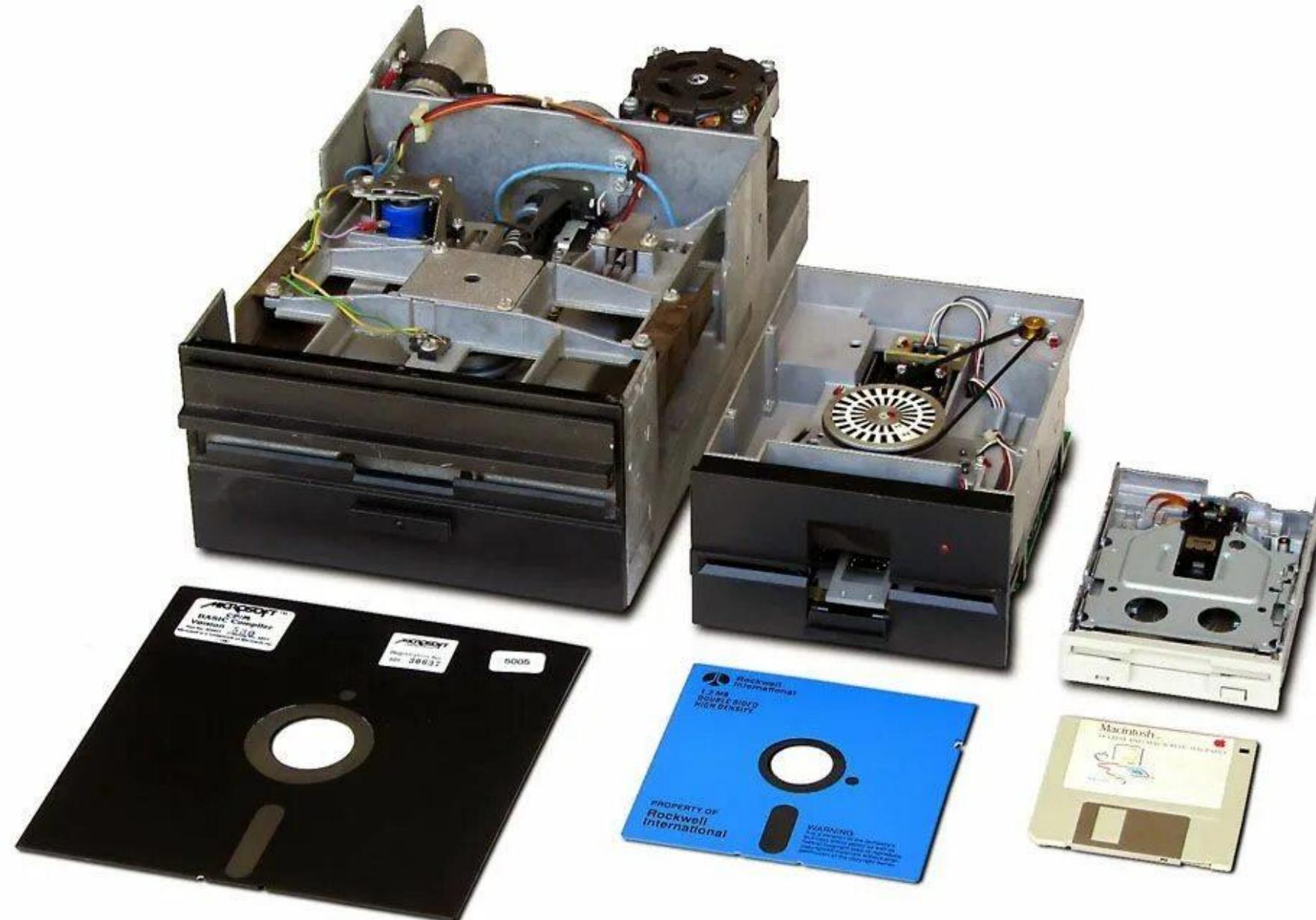


Накопители на гибких магнитных дисках

- **Накопители на гибких магнитных дисках (НГМД, FDD – Floppy Disk Drive)** – накопители на сменных подвижных носителях **на основе магнито-электрической (магнитной) записи с прямым доступом к данным.**
- Могут изготавливаться как в встроенном (Internal, Int) исполнении, так и во **внешнем** (External, Ext) **исполнении.**



Приводы для дискет 8 дюймов, 5,25 дюйма и 3,5 дюйма



Дискеты

- Дискеты раньше были не только стандартным, но и самым распространенным носителем программ и данных для персональных компьютеров.
- Широкое использование дискет в ЭВМ обусловливалось как сравнительно низкой стоимостью и малыми их размерами, так и относительно быстрым доступом к хранимым данным.
- Кроме того, дискеты были удобны в эксплуатации, удобны также смена, хранение и пересылка носителя.
- **Первые дискеты (диаметром 8" (дюймов)) начали применяться еще в конце 1970-х гг. (емкость 180 Кбайт).**
- По мере совершенствования технологий максимальный объем хранимых данных на носителе постепенно увеличивался.
- Для этого дискеты сначала сделали двухсторонними (360 Кбайт), а позже увеличили плотность и перешли на формат 5,25".
- Затем удвоили и четвертили плотность записи и хранения информации (720 Кбайт и 1,2 Мбайт).
- В 1983 году был разработан (фирмой IBM) накопитель на дискетах диаметром 3,5" емкостью 720 КБ, которые **во второй половине 80-х достигли ёмкости 1,44 МБ при высокой плотности записи**, а затем и ёмкости 2,88 МБ.

НГМД - Накопители на гибких магнитных дисках

Дискеты

Increased efficiency
reported with IBM's new
data entry system.



В 80-90е годы дискеты были самым популярным средством для хранения и обмена информацией.

Дискеты



Дискеты форм-факторов 8 дюймов, 5,25 дюйма и 3,5 дюйма



Размеры, плотность и ёмкость дискет

Размер дискеты	Число треков	Поперечная плотность, tpi	Обозначение	Емкость
5,25"	40	96	DD	360 КБайт
5,25"	80	96	QD	720 КБайт
5,25"	80	96	HD	1,2 МБайт
3,5"	80	135	QD	720 КБайт
3,5"	80	135	HD	1,44 МБайт
3,5"	80	135	ED	2,88 МБайт

- По плотности записи (**Density**) различают следующие типы дискет:
 - **SD (Single Density)** – одинарная плотность 48 tpi (180 КБайт дискеты 8 дюймов, первоначальный тип);
 - **DD (Double-Density)** – двойная поперечная плотность 96 tpi (стандартные дискеты 360 КБайт);
 - **QD (Quadro-Density)** – двойная продольная плотность с удвоенным количеством треков (720 КБайт);
 - **HD (High-Density)** – высокая плотность >100 (обычно 135) tpi (стандартные дискеты 1,2 и 1,44 МБайт);
 - **ED (Extra-High Density)** – сверхвысокая плотность (2,88 МБайт).

Наиболее употребимые форматы дискет

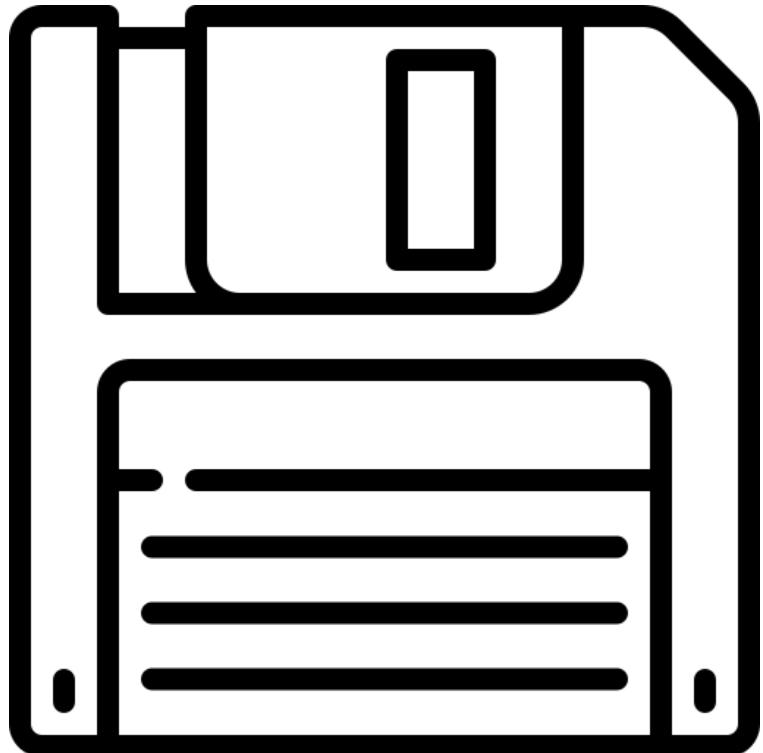
Ёмкость	Обозначение	Дисковод						Параметры команды DOS FORMAT	
		5,25"			3,5"				
		360	720	1,2	720	1,44	2,88		
360КВ	DD	S+	*	+	*	*	*	/T:40 /N:9	
400КВ	DD	*	*	*	*	*	*	/T:40 /N:10	
720КВ	QD	-	S+	*	S+	+	+	/T:80 /N:9	
800КВ	QD	-	*	*	*	*	*	/T:80 /N:10	
1,2МВ	HD	-	-	S+	-	*	*	/T:80 /N:15	
1,36МВ	HD	-	-	*	-	*	*	/T:80 /N:17	
1,44МВ	HD	-	-	-	-	S+	+	/T:80 /N:18	
1,6МВ	HD	-	-	-	-	*	*	/T:80 /N:20	
2,88МВ	ED	-	-	-	-	-	S+	/T:80 /N:36	

Условные обозначения: S — стандартные форматы по умолчанию; «+» — стандартные DOS-форматы; «*» — доступны через драйверы типа 800.COM.

- **Стандартизация форматов записи на дискеты обеспечивает переносимость данных между компьютерами.** При выдаче команды на форматирование дискеты без указания параметров (ключей) производится форматирование на стандартную емкость дискеты.
- Кроме стандартных форматов, для повышения надежности использующих поверхность диска не совсем полностью, распространены и некоторые другие форматы, доступные после загрузки драйверов типа 800.COM и им подобных.

Полная спецификация дисков

Category	Specification	360 KB 5.25"	1.2 MB 5.25"	720 KB 3.5"	1.44 MB 3.5"	2.88 MB 3.5"
Drive	Read/Write Heads (Data Surfaces)	2	2	2	2	2
	Spindle Motor Speed	300 RPM	360 RPM	300 RPM	300 RPM	300 RPM
Controller	Minimum Controller Transfer Rate	250 Kbits/s	500 Kbits/s	250 Kbits/s	500 Kbits/s	1 Mbits/s
Media	Track Density (TPI)	48	96	135	135	135
	Bit Density (BPI)	5,876	9,869	8,717	17,434	34,868
	Density Name	Double Density (DD)	High Density (HD)	Double Density (DD)	High Density (HD)	Extra-High Density (ED)
Geometry	Tracks (Cylinders)	40	80	80	80	80
	Sectors Per Track/Cylinder	9	15	9	18	36
	Total Sectors Per Disk	720	2,400	1,440	2,880	5,760
File System	Cluster Size	2 sectors	1 sector	2 sectors	1 sector	2 sectors
	Maximum Root Directory Entries	112	224	112	224	448
Capacity	Unformatted Capacity	~480 KB	~ 1.6 MB	~1 MB	~2 MB	~4 MB
	Formatted Capacity (binary kilobytes)	360	1,200	720	1,440	2,880
	Formatted Capacity (bytes)	368,640	1,228,800	737,280	1,474,560	2,949,120
	File System Overhead (bytes)	6,144	14,848	7,168	16,896	17,408
	Total Usable Capacity (bytes)	362,496	1,213,952	730,112	1,457,664	2,931,712
	Total Usable Capacity (binary KB)	354	1,185.5	713	1,423.5	2,863
	Total Usable Capacity (binary MB)	0.346	1.158	0.696	1.390	2.796

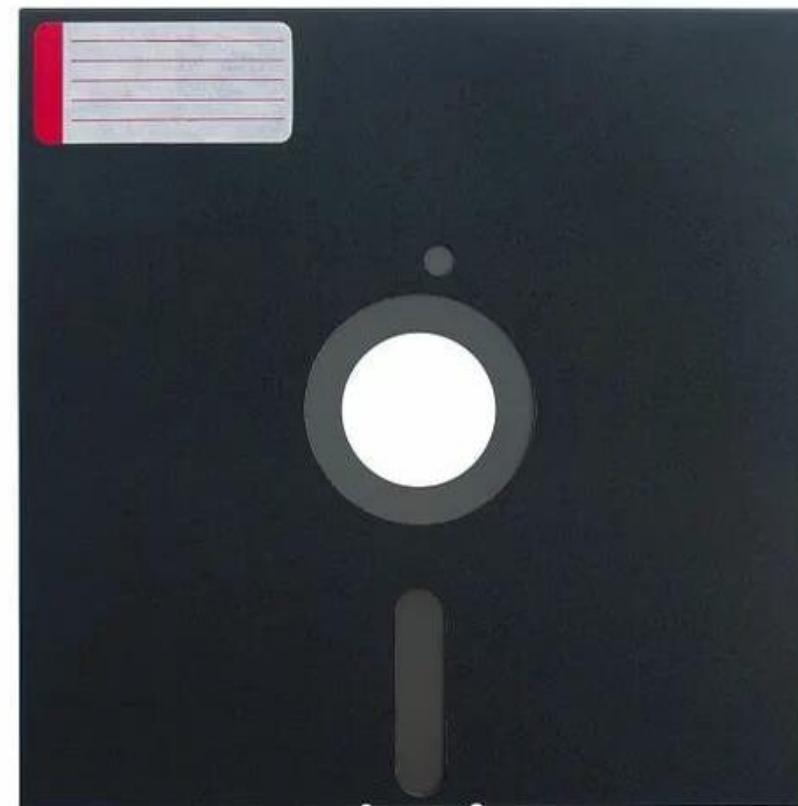


**Конструкция накопителей
на гибких магнитных
дисках (дискет)**



Особенности конструкции дисков

- Гибкий магнитный диск представляет собой гибкую лавсановую пластину толщиной 0,08 ... 0,12 мм, на поверхности которой нанесен ферромагнитный материал (ферролаковое или другое покрытие толщиной ~ 0,0025 мм).



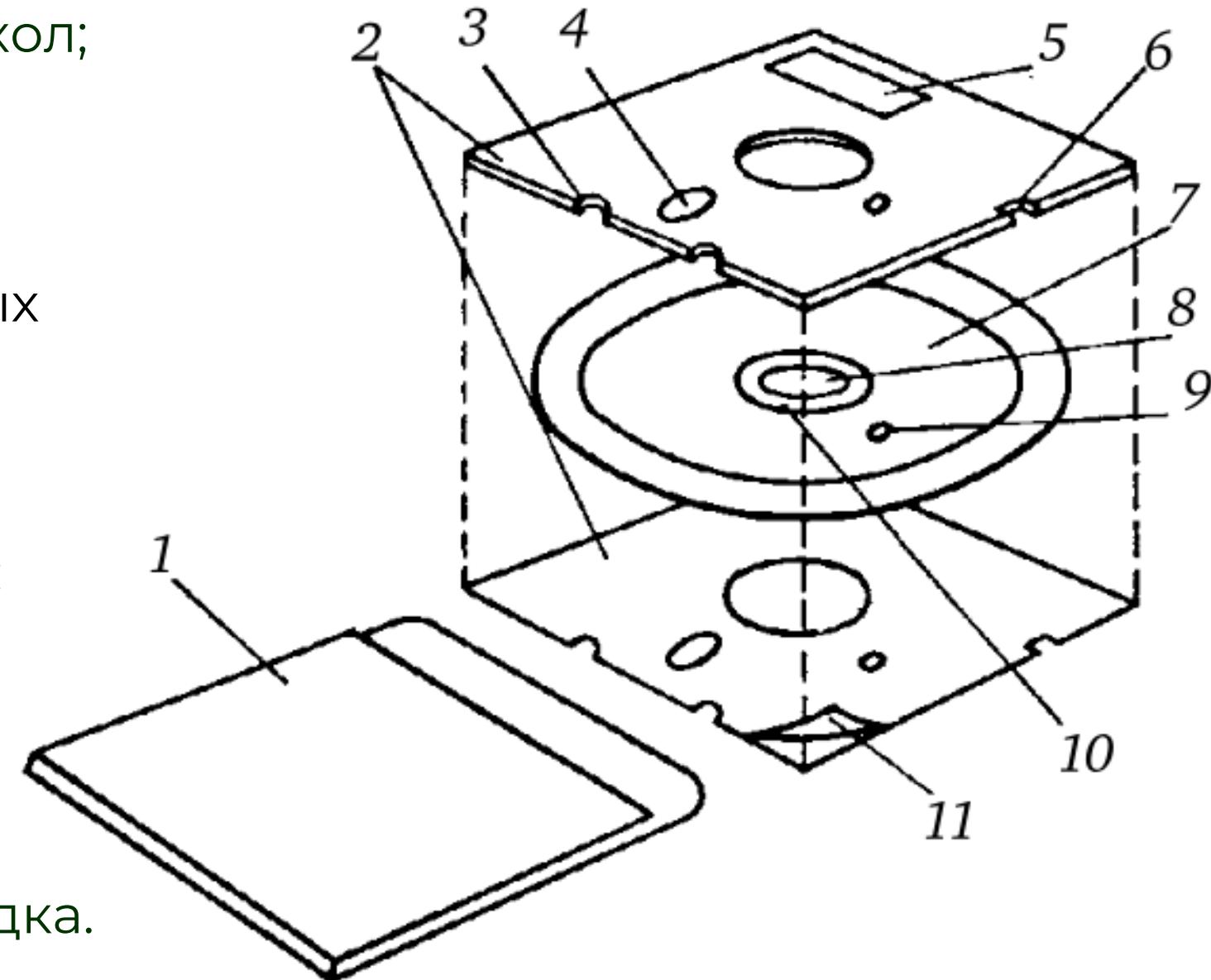
Диски форм-факторов 8 дюймов, 5,25 дюйма и 3,5 дюйма

Дискета 5.25"

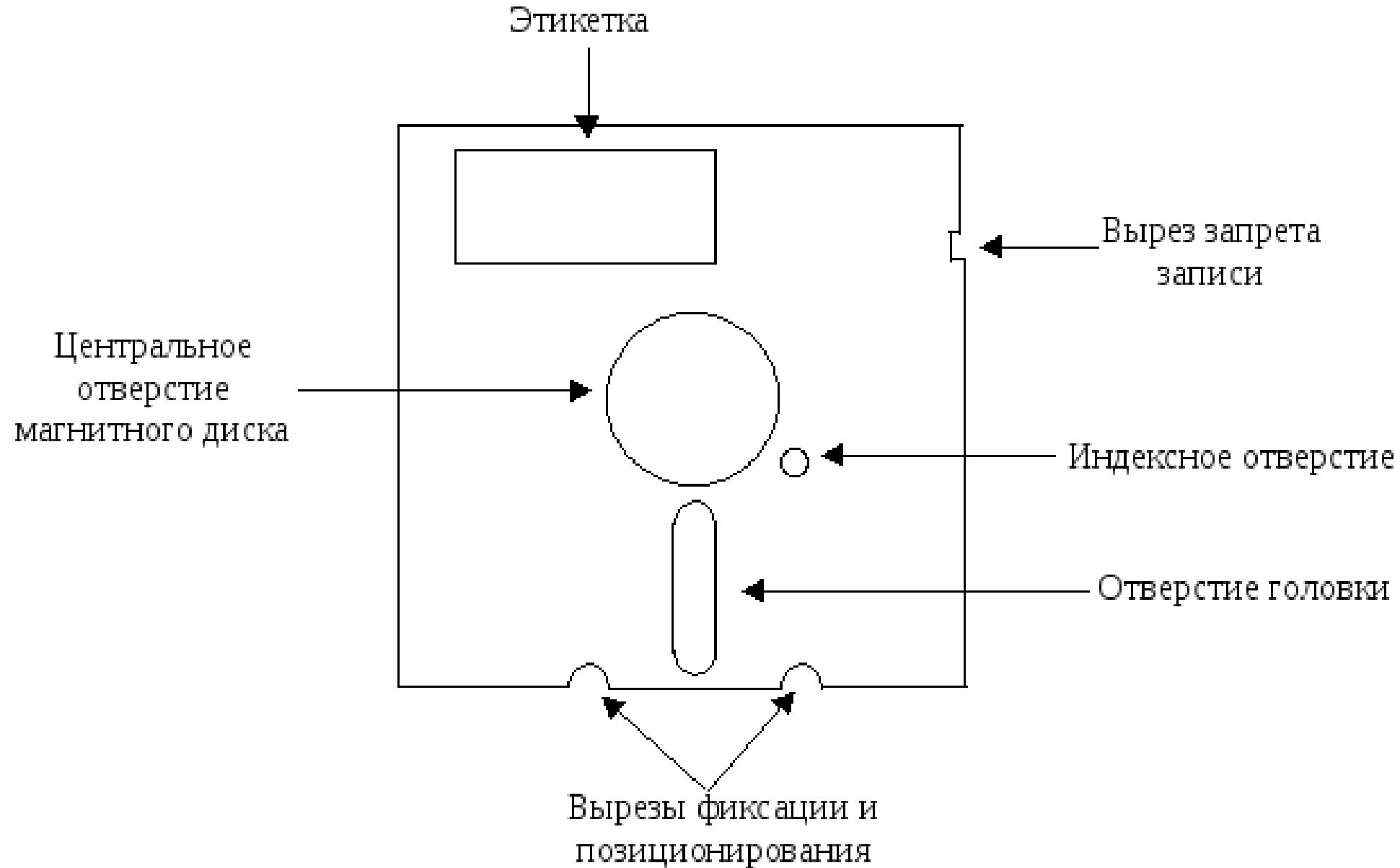


Конструкция 5.25" (133-миллиметровой) дискеты

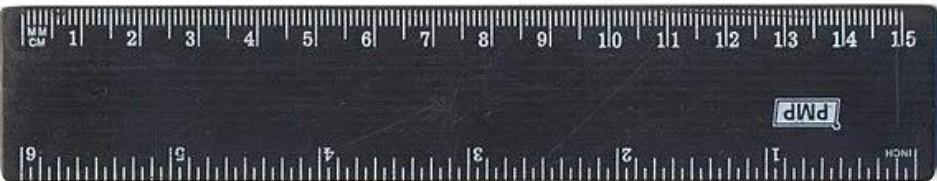
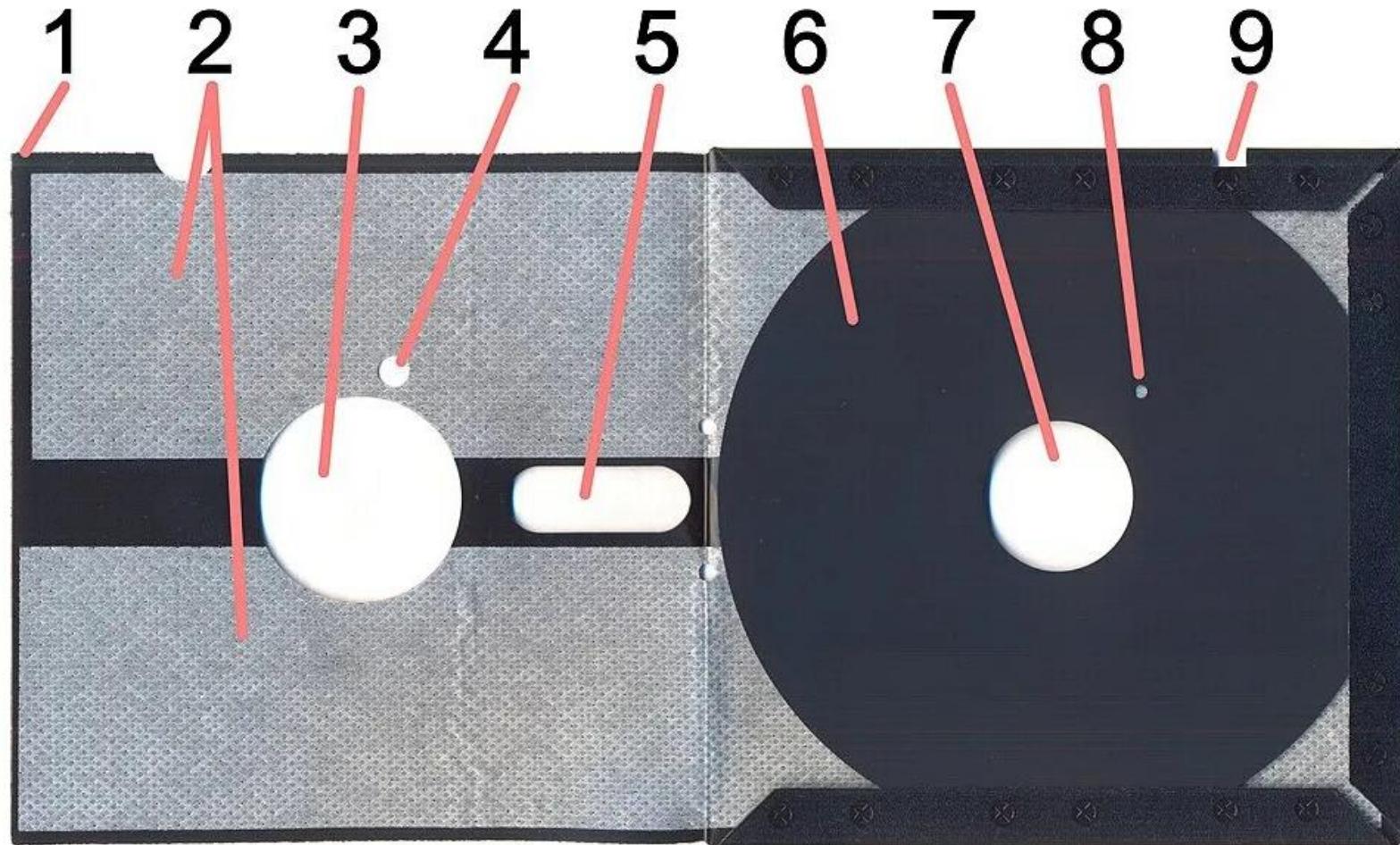
- **1** – защитный бумажный чехол;
- **2** – конверт;
- **3** – вырезы фиксации и позиционирования;
- **4** – отверстие для магнитных головок;
- **5** – этикетка;
- **6** – вырез запрета записи;
- **7** – гибкий магнитный диск;
- **8** – центральное отверстие магнитного диска;
- **9** – индексное отверстие;
- **10** – накладка-кольцо;
- **11** – фетроподобная прокладка.



Конструкция 5.25" (133-миллиметровой) дискеты



Конструкция 5.25" (133-миллиметровой) дискеты

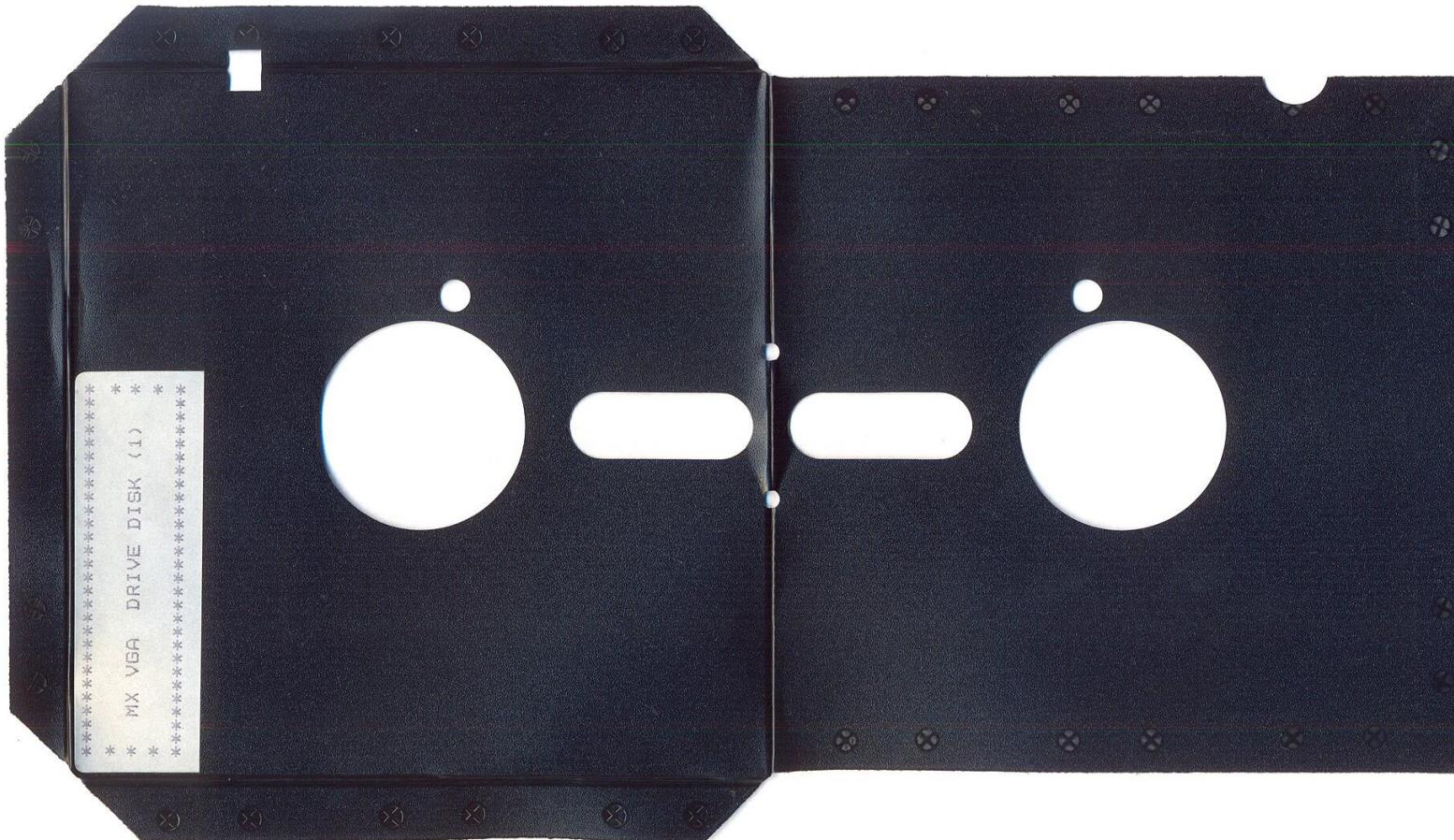


Дискета 5,25 дюйма в разобранном виде (с раскрытым футляром):

- 1 – футляр;
- 2 – антифрикционные прокладки;
- 3 – окно для шпинделя привода;
- 4 – окно индексного отверстия;
- 5 – окно для магнитных головок;
- 6 – полимерный диск с магнитным покрытием;
- 7 – отверстие для шпинделя привода;
- 8 – индексное отверстие;
- 9 – выемка защиты от записи

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Дискета>

Конструкция 5.25" (133-миллиметровой) дискеты



Конструкция 5.25" (133-миллиметровой) дискеты



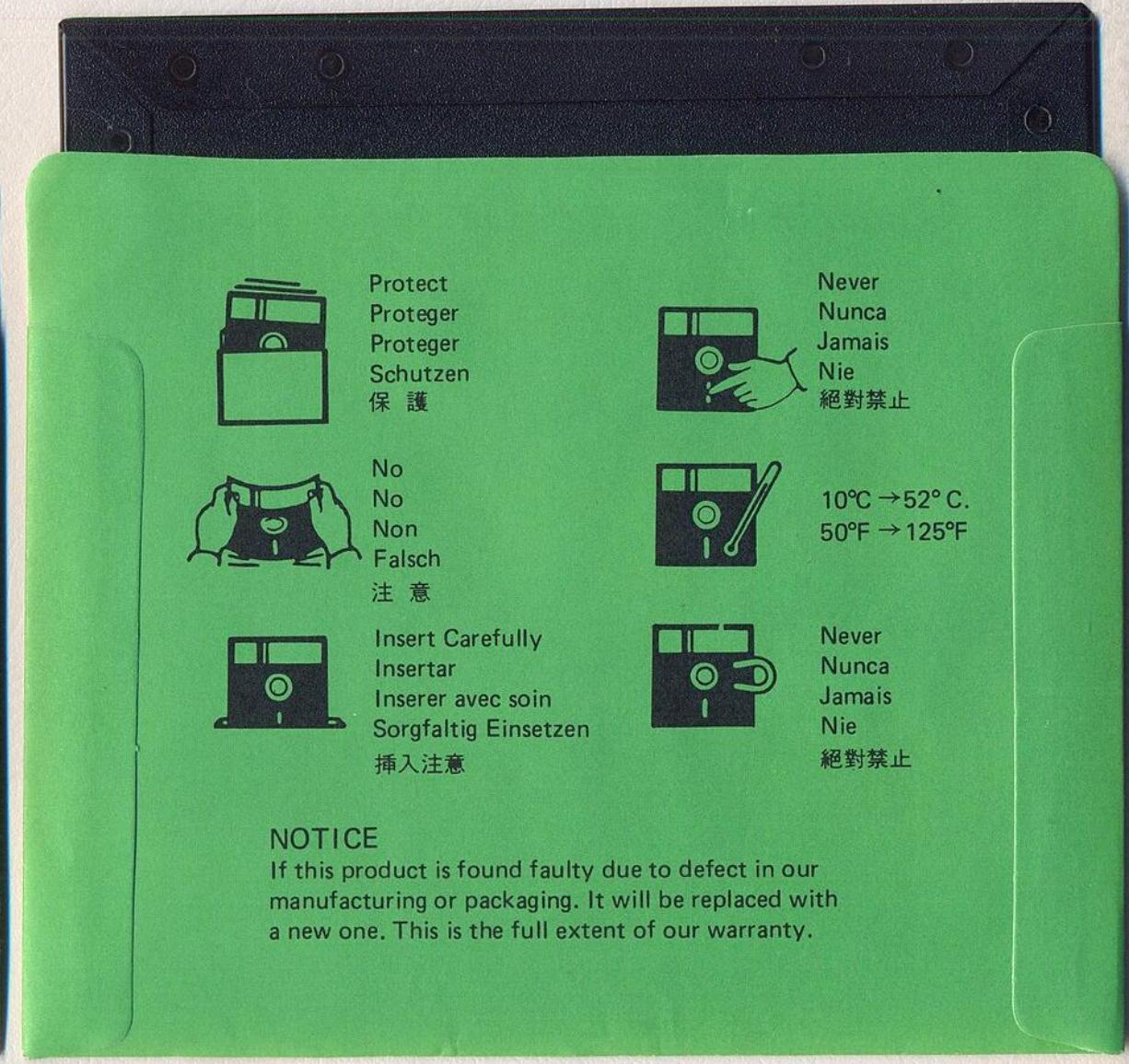
Круглый диск с магнитным покрытием помещен в квадратный предохранительный конверт. Внутренняя поверхность этого конверта покрыта слоем белого фетроподобного материала, который предназначен для: защиты дискеты; уменьшения трения дискеты при вращении; улавливания пыли.

- В конверте имеется четыре отверстия, каждое из которых имеет свое собственное назначение:
 - **1 Отверстие в центре** предназначено для захвата дискеты приводом дисковода чтобы привести её во вращение.
 - **2 Продолговатая прорезь**, через которую осуществляется доступ к дискете головок чтения/записи. Через эту прорезь осуществляется процесс чтения и записи информации.
 - **3 Третье отверстие** представляет собой небольшую дырочку возле центрального отверстия. Это отверстие в конверте позволяет следить за небольшим индексным отверстием в самой дискете. Индексное отверстие используется для указания начала любой дорожки на дискете, т.е. определяет точку отсчета при чтении или записи данных.
 - Для того чтобы увидеть индексное отверстие, осторожно поверните дискету внутри конверта, пока оно не совместится с отверстием в конверте.
- **4 Четвертое отверстие** – квадратная прорезь на краю предохранительного конверта – служит в качестве признака защиты записи. Если эта прорезь открыта, то запись на дискету может выполняться дисководом, если же она закрыта, то дискета защищена от записи.

Дискета 5.25", помещённая в конверт



5.25" Diskette Extra
100% Error Free · Two Sided



Дискета 3.5"



Дискета 3.5"



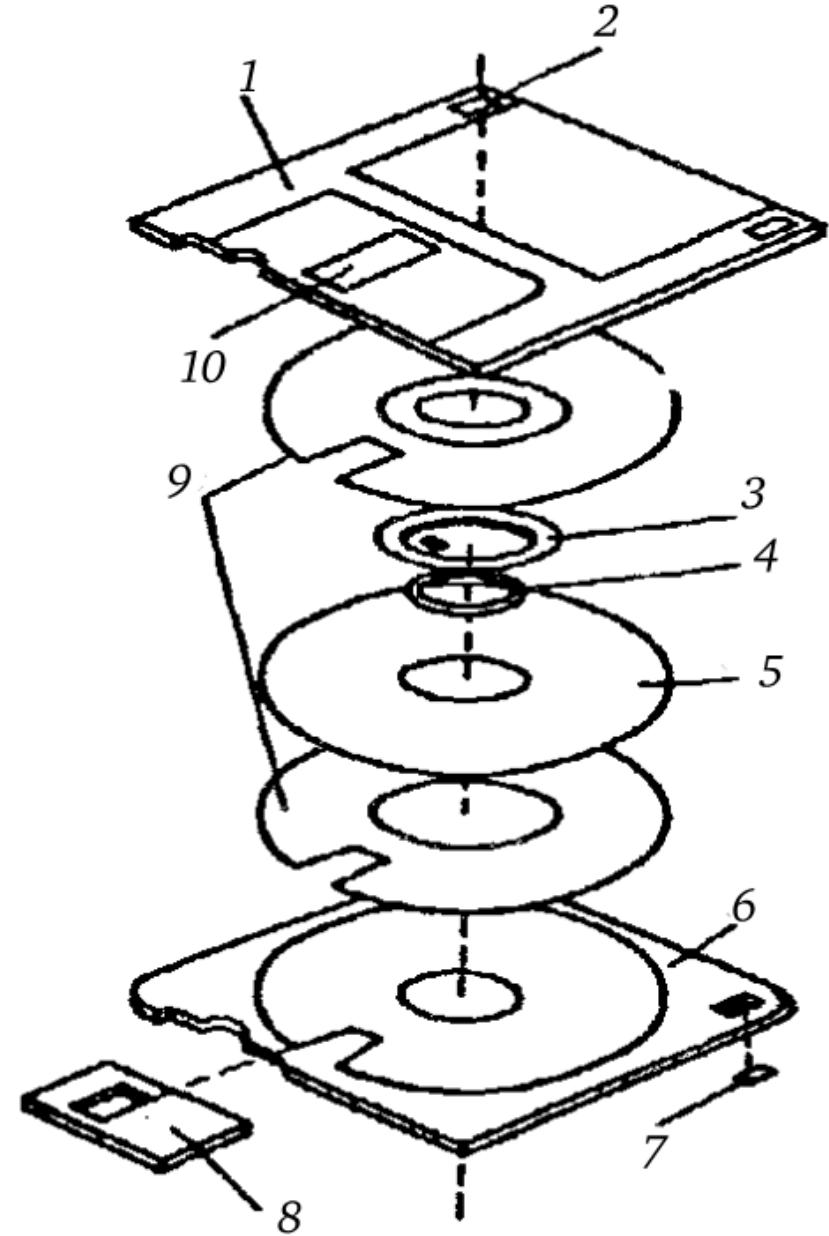
- Гибкий магнитный диск 3.5" с целью защиты от повреждения помещен в жесткую оболочку из пластмассы (обычно ударопрочного полистирола).
- Такая оболочка защищает диск гораздо лучше, чем тонкий синтетический конверт у 133-миллиметровых дискет. Дискеты данного вида прочны, надежны и могут переносить случайные падения.
- Доступ магнитных головок записи-считывания к носителю осуществляется через скользящую металлическую заслонку на корпусе дискеты, когда дискета вставляется в дисковод (заслонка автоматически смещается).
- Конструкция дискеты имеет ключ (резанный угол корпуса), предотвращающий ее некорректную установку в дисковод.
- Приспособление для защиты от записи размещено в верхней части дискеты и представляет собой пластмассовую скользящую задвижку. Если это отверстие на дискете открыто, то это означает, что диск защищен от записи.
- Для идентификации параметров плотности записи на диске с левой стороны корпуса симметрично отверстию защиты от записи у дискет могут располагаться:
 - одно квадратное отверстие – дискета HD;
 - два квадратных отверстия – дискета ED.

Дискеты 3.5"

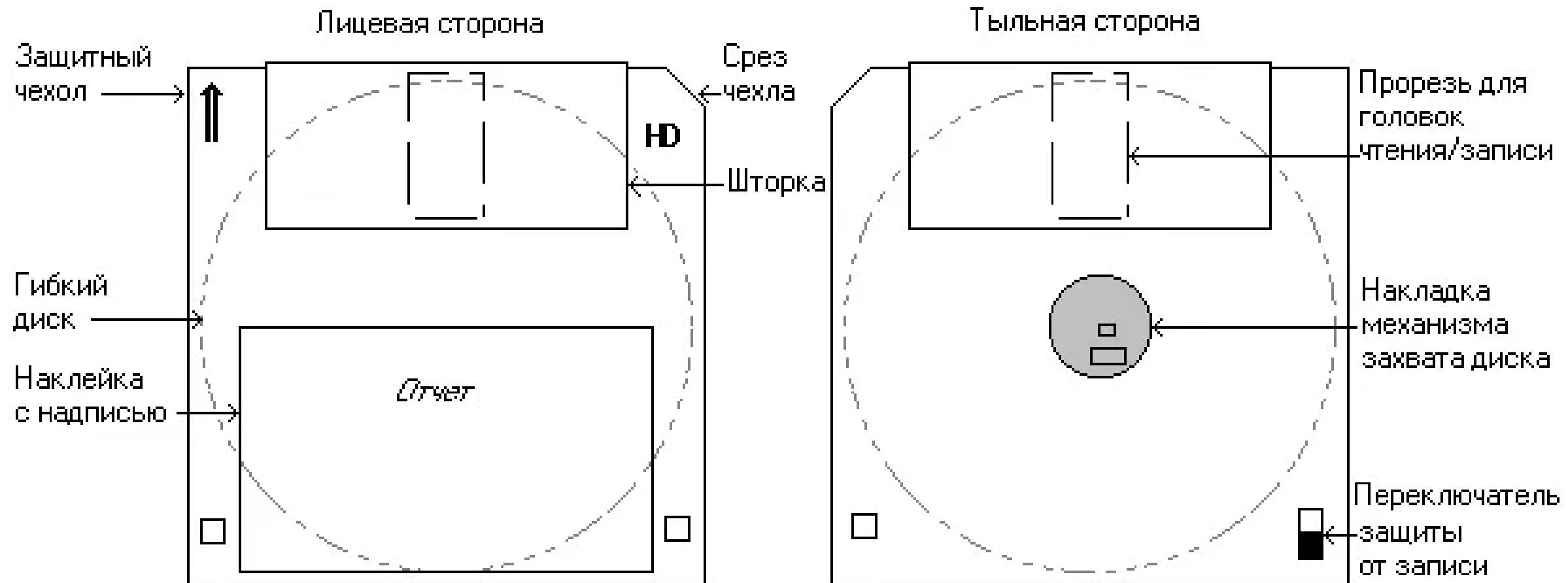


Конструкция 3.5" (89-миллиметровой) дискеты

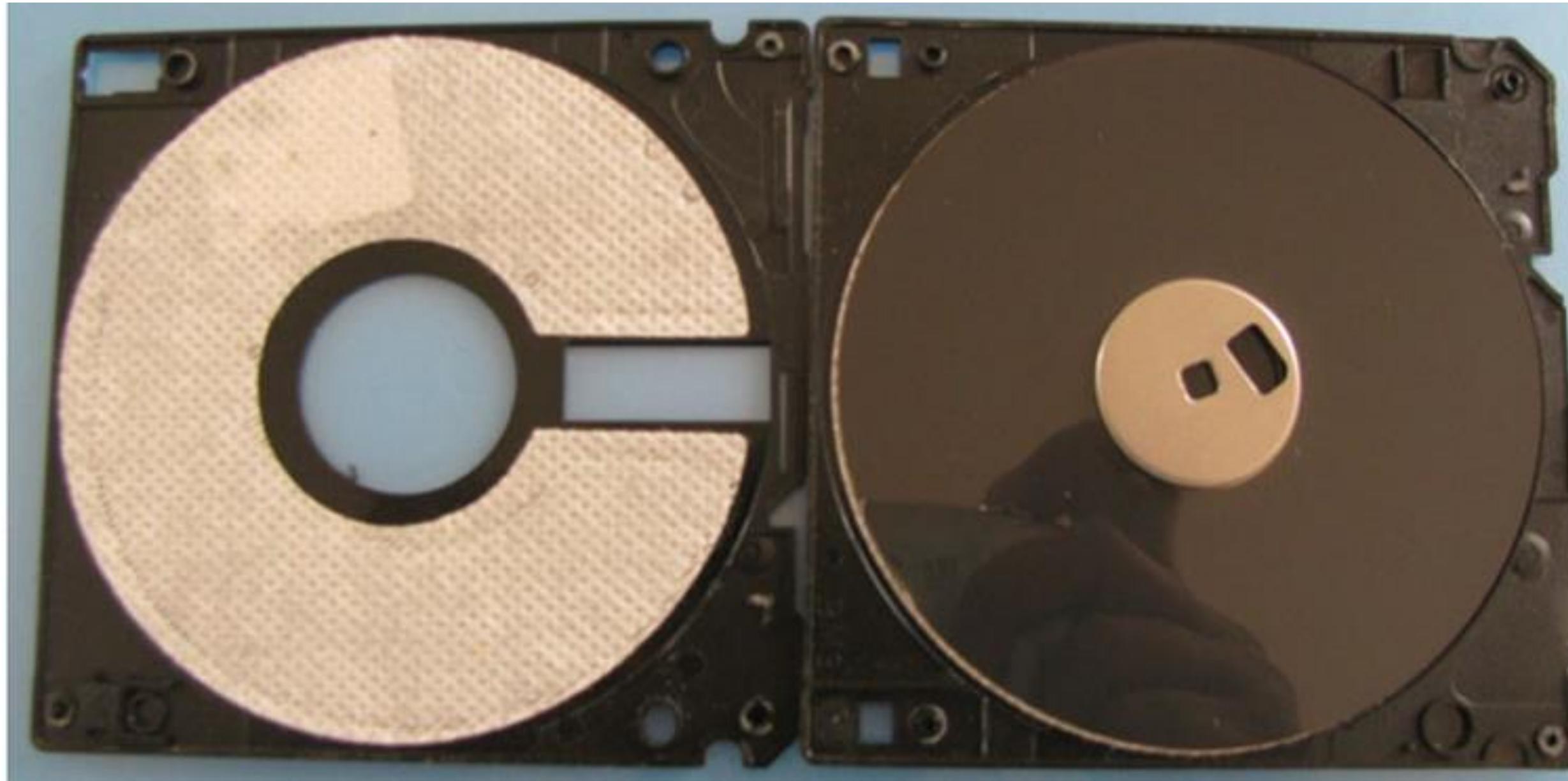
- 1 – верхняя крышка;
- 2 – идентификационное отверстие диска высокой плотности;
- 3 – металлическая прокладка;
- 4 – кольцо;
- **5 – гибкий магнитный диск;**
- 6 – нижняя крышка;
- 7 – приспособление для защиты от записи;
- 8 – защитная металлическая заслонка;
- 9 – прокладки;
- 10 – прорезь доступа к гибкому магнитному диску



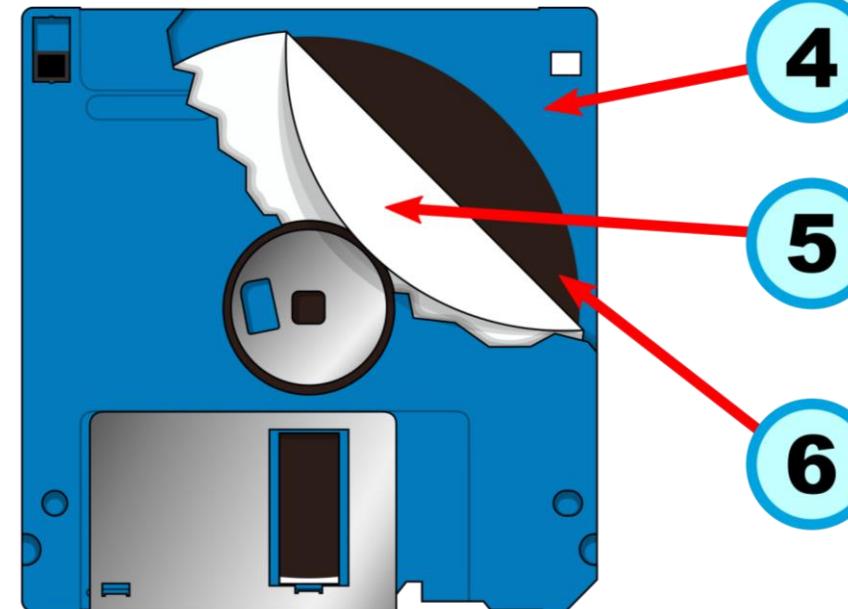
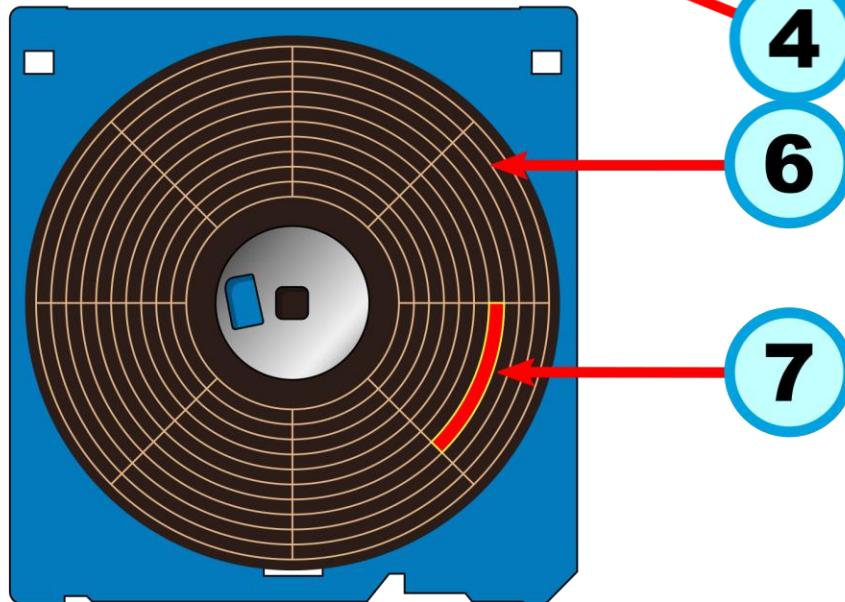
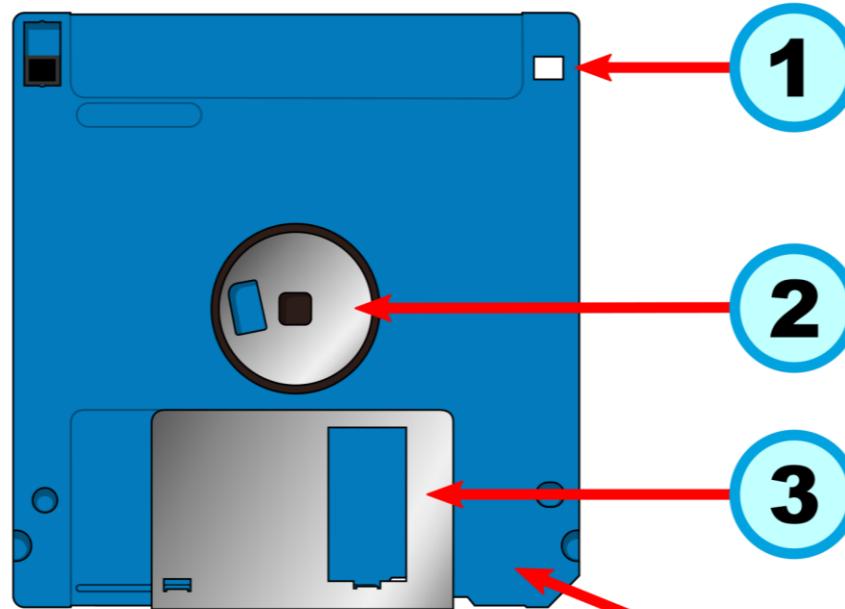
Дискета 3.5"



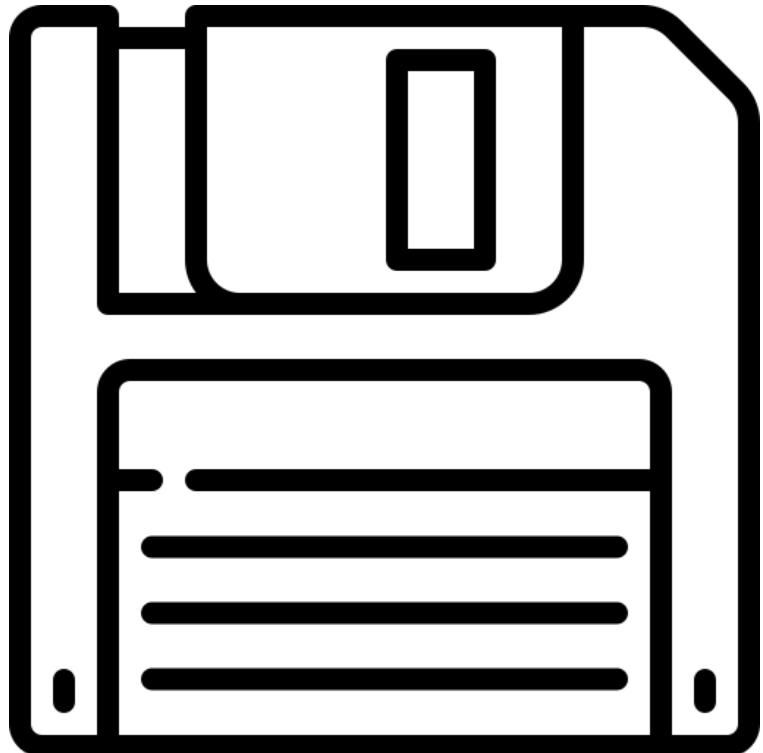
Дискета 3.5"



Дискета 3.5"



1 – окошко, определяющее плотность записи (на противоположной стороне – шторка защиты от записи), **2** – основа диска с отверстиями для приводящего механизма, **3** – защитная шторка открытой области корпуса, **4** – пластиковый корпус дискеты, **5** – антифрикционная прокладка, **6** – магнитный диск, **7** – область записи (красным условно выделен один сектор одной дорожки).



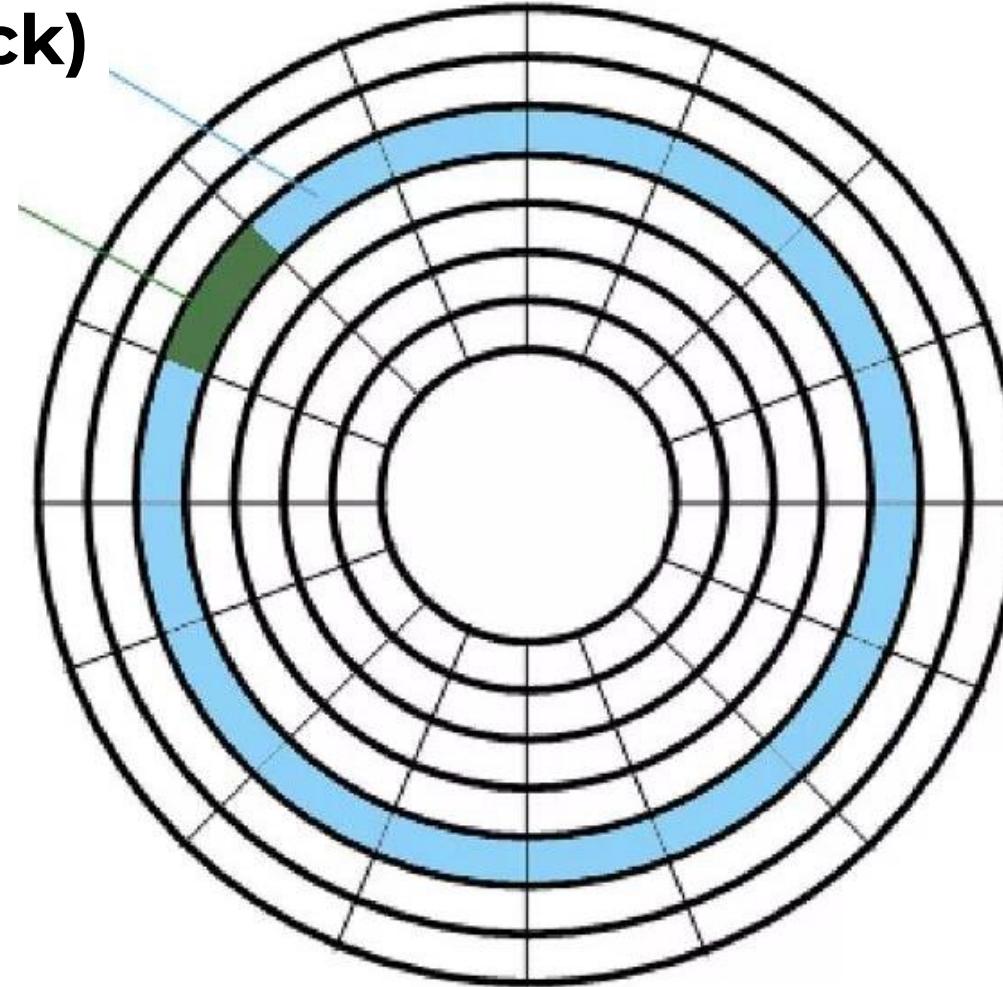
Организация размещения данных на диске



Гибкий магнитный диск

Дорожка (track)

Сектор
(sector)



У стандартного **3,5"** гибкого магнитного диска **2 стороны по 80 дорожек.**

На каждой дорожке по 18 секторов.

Объем одного сектора = 512 байт.

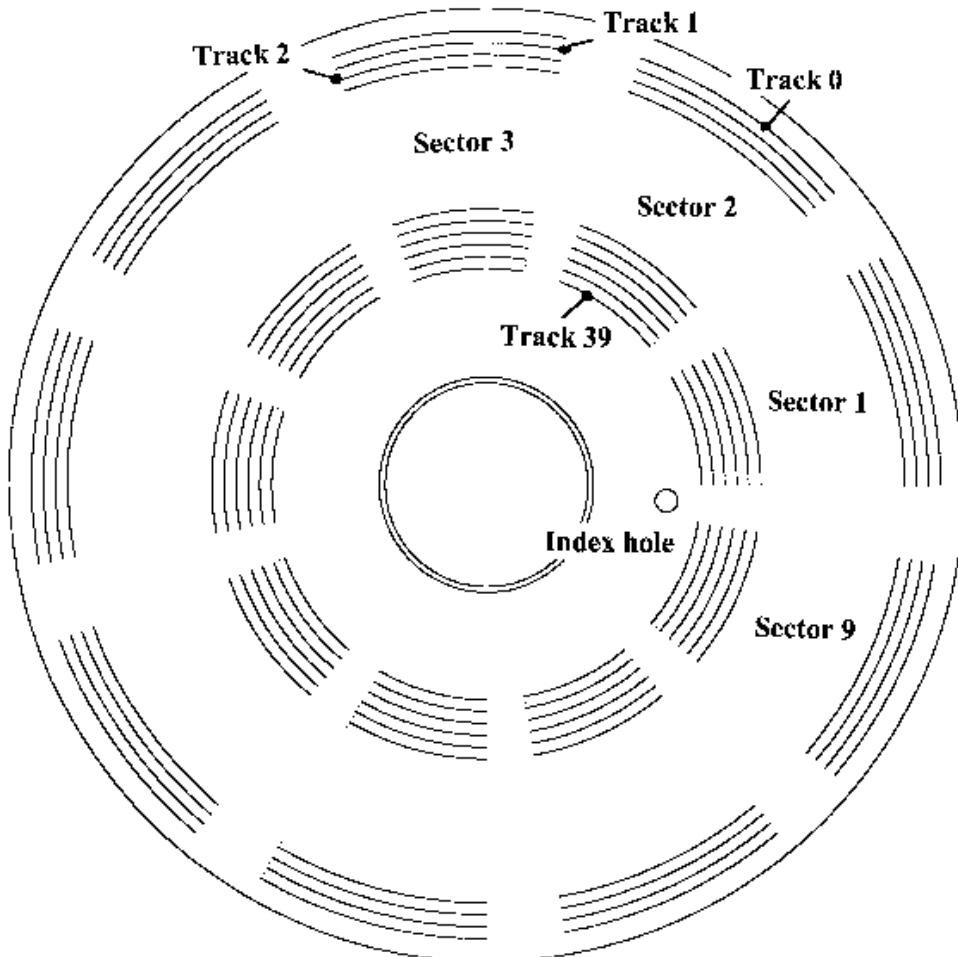
Объем диска = $2 \cdot 80 \cdot 18 \cdot 512 = 1,44$ Мбайт

Дискета

Размер, дюймы	Количество дорожек TRACKS (per side)	Количество секторов на дорожке SECTORS (per track)	Количество сторон SIDES	Номинальная емкость CAPACITY (nominal)
5.25	40	8	1	160 K
5.25	40	8	2	320 K
5.25	40	9	1	180 K
5.25	40	9	2	360 K
5.25	80	9	2	720 K (note 2)
5.25	80	15	2	1.2 Meg
3.5	80	9	2	720 K
3.5	80	18	2	1.44 Meg
3.5	80	21	2	1.72 Meg (DMF format)
3.5	80	36	2	2.88 Meg

Количество дорожек (**Track's**), секторов (**Sector's**) и сторон (**Side's**) на поверхности магнитного диска стандартных дискет

Гибкий магнитный диск



Организация размещения данных на 360Кб дискете с 40 дорожками, двухсторонними

Поверхность дискеты делится на **дорожки** (Track's), **сектора** (Sector's) и **участки** (Side's).

Дорожки (track) (также называемые цилиндрами (cylinders)) представляют собой концентрические окружности вокруг диска, и каждая дорожка делится на сектора.

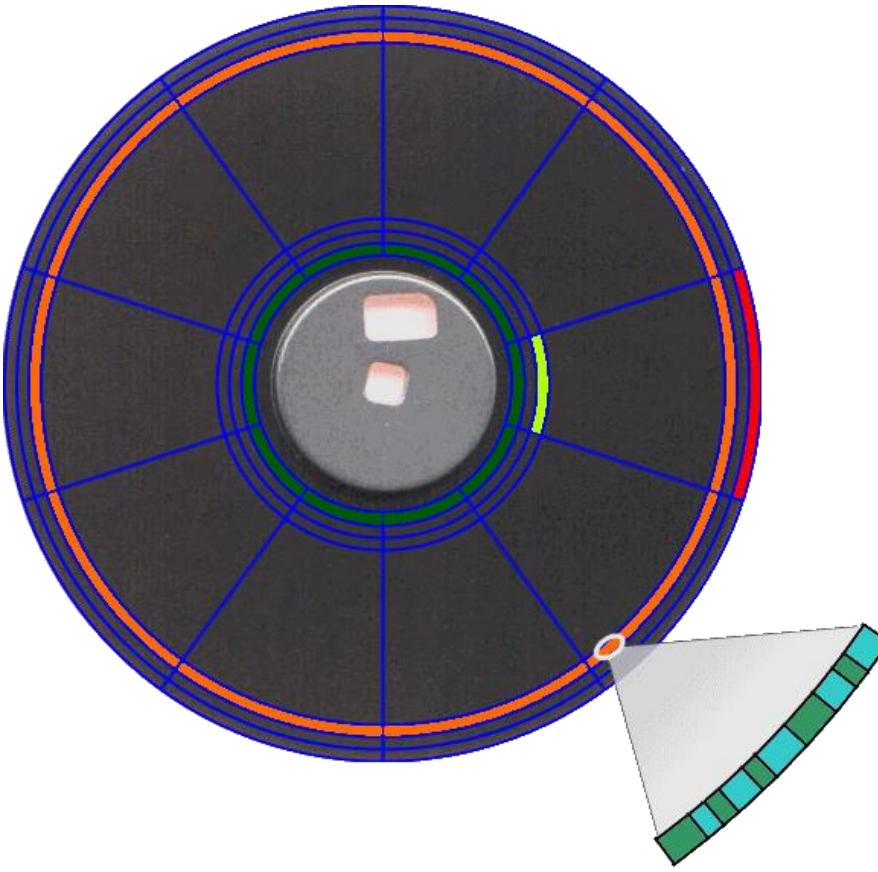
Дорожки (track) нумеруются с нуля, и на каждой стороне может быть максимум 39 или 79 дорожек. (40 или 80 дорожек).

Сектора (sector) нумеруются от 1, и на каждой дорожке может быть 8, 9, 15, 18 или 21 сектор.

Стороны (sides) имеют номера 0 и 1.

Первые IBM PC использовали односторонний дисковод для дискет.

Гибкий магнитный диск



Физическая поверхность дискеты однородна.

Однако эта поверхность логически разделена на более мелкие части, чтобы облегчить чтение и запись небольших объемов данных за один раз.

Сначала поверхность делится на дорожки.

Дорожка - это круглая область на диске.

Дорожки нумеруются, начиная с 0, и первая дорожка находится на внешнем краю поверхности.

Самая внутренняя дорожка, изображенная зеленым цветом, представляет собой последнюю дорожку.

Каждая дорожка делится на более мелкие части, называемые секторами.

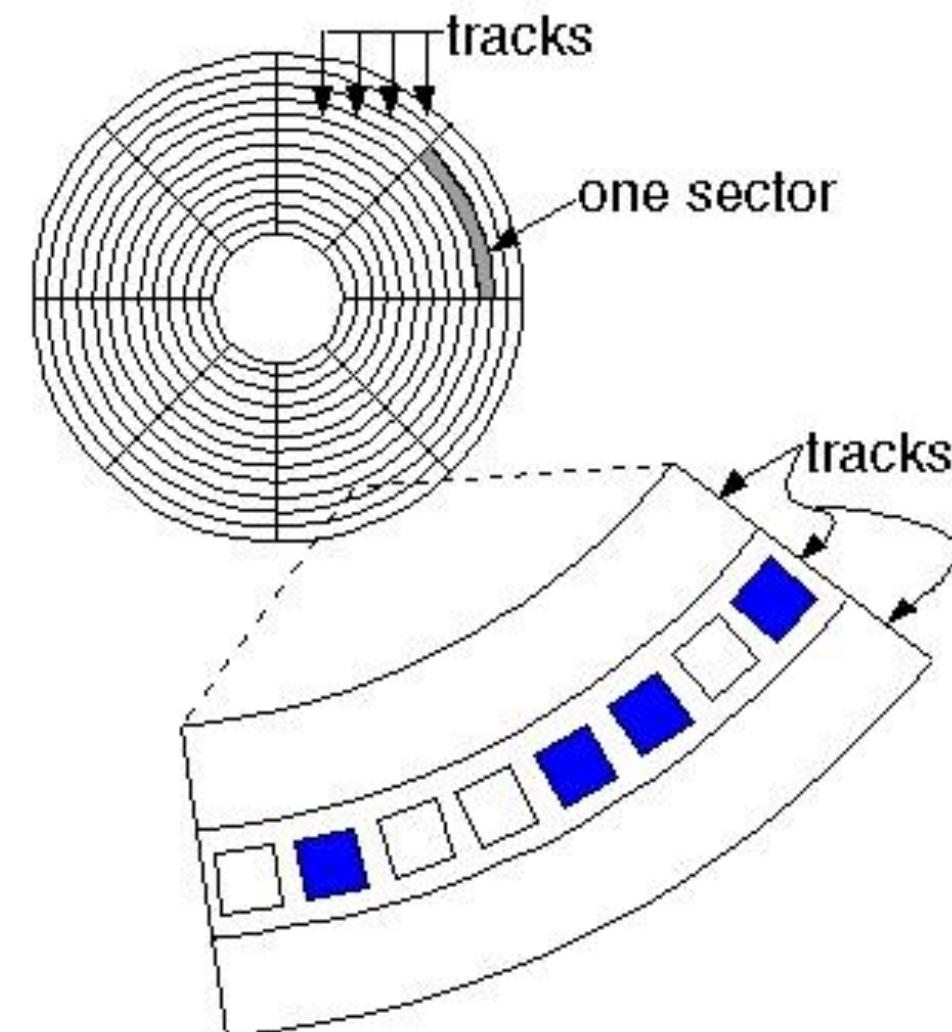
В большинстве систем количество секторов на всех дорожках одинаково, и дисковод вращает дискету с постоянной угловой скоростью (обычно 300 об/мин или 360 об/мин в японских системах), поэтому головка дисковода проводит одинаковое количество времени над всеми секторами, независимо от того, к какой дорожке они относятся.

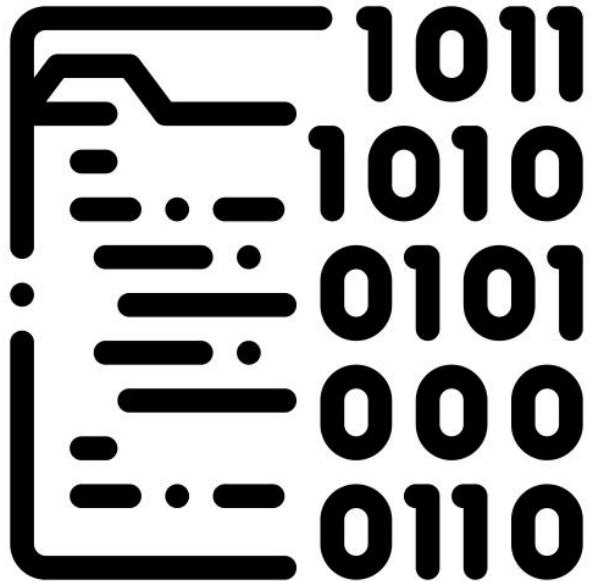
Например, красная область представляет сектор на дорожке 0, первой дорожке. Салатовая область представляет другой сектор. Хотя фактическая длина этих двух секторов очень разная (крайний из них намного длиннее), оба они содержат одинаковое количество данных. Обратите внимание, что на этом рисунке сектора всех дорожек выровнены, но на большинстве дисков это обычно не так.

Сектор диска

- **Сектор гибкого диска** - это фундаментальная единица хранения данных, содержащая ровно 512 байт полезных данных плюс дополнительные служебные данные.
- **В DOS используется размер сектора 512 байт.** Каждый сектор может хранить 512 байт данных. В дополнение к 512 байтам данных, хранящихся в секторе, каждый сектор также имеет несколько байтов избыточных заголовков, которые идентифицируют сектор, предоставляют контрольные суммы для проверки ошибок и обеспечивают синхронизацию диска при считывании данных из секторов.
- **Сектора на диске должны считываться и перезаписываться разными приводами,** обычно с небольшими изменениями в скорости вращения, поэтому между секторами необходимы межсекторные зазоры неиспользуемого дискового пространства, чтобы данные из одного сектора не накладывались на данные из другого.
- В дополнение к зазорам между секторами каждый сектор должен иметь идентификатор сектора, называемый полем **Sector ID**. Поле Sector ID записывается только один раз при форматировании диска и больше никогда не записывается, в нормальном режиме работы записываются только 512 байт данных в поле данных.

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co. Inc.

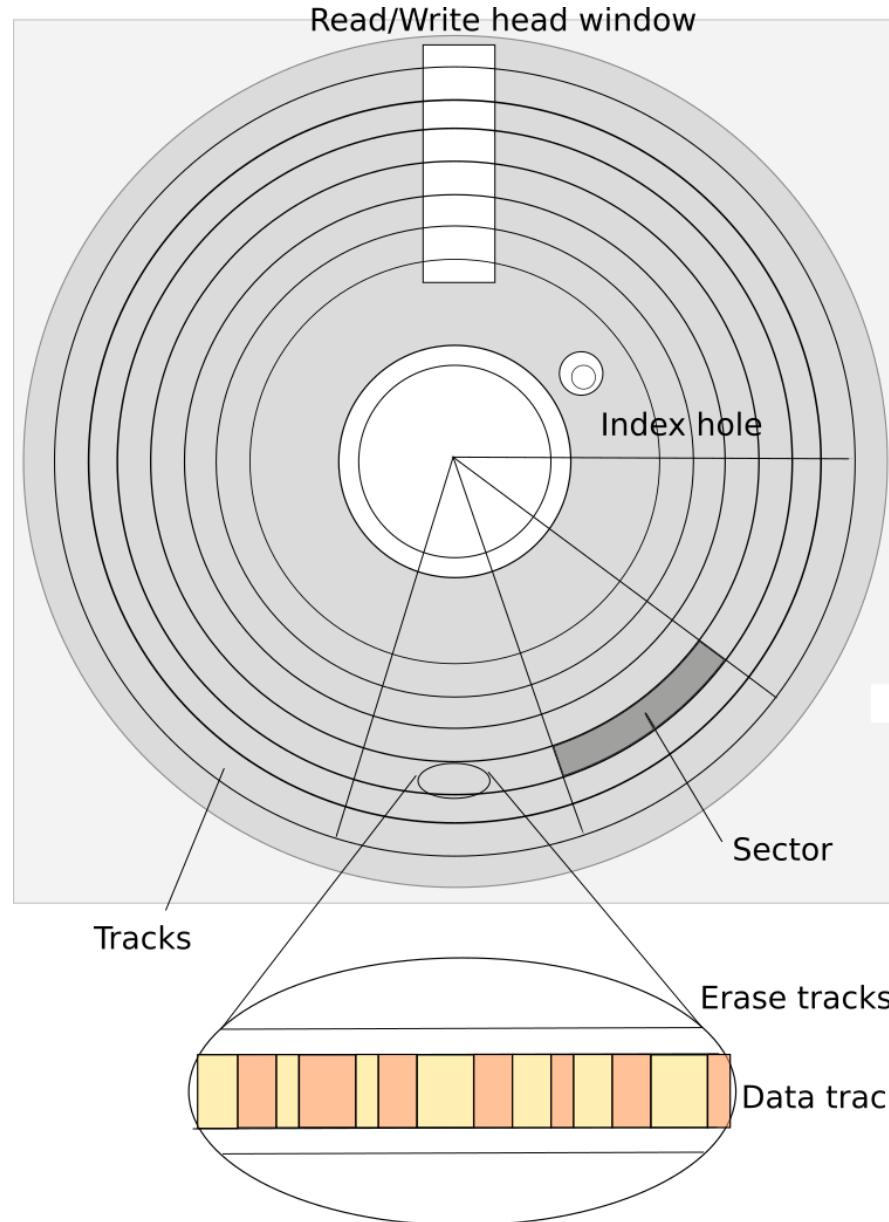




**Методы кодирования
данных на магнитных
носителях (дискетах).
Доступ к файлам**



Запись и считывание данных на диск



Запись на диск «проста» - это приложение магнитного поля, достаточно сильного, чтобы намагнить носитель на диске.

А как происходит считывание данных?

Та же магнитная головка перемещается по намагниченному носителю, но без подачи тока записи. Как и в электромагнетизме, мы не получаем сигнал на одной линии для одного типа намагниченности и другой сигнал на другой линии для другой намагниченности - мы получаем импульсный сигнал только при изменении намагниченности!

Таким образом, **реальная информация закодирована в местах изменения намагниченности**, а не в самой намагниченности (обратите внимание, что полярность не имеет значения - схема считывания обнаруживает оба изменения намагниченности туда и обратно как 1-битный сигнал).

Методы кодирования данных

- Для представления данных на магнитной поверхности дисков использовались различные схемы кодирования.
- Наиболее распространенной схемой на дисках 5.25" была модифицированная частотная модуляция (**MFM**), которая увеличивала емкость за счет использования битов данных вместо тактовых битов в исходном кодировании с частотной модуляцией (**FM**).
- В дисках 3.5 больше всего был распространен метод **RLL** (**Run Length Limited**).
- Кроме этих методов применялись и другие, но они были не так сильно распространены.
- Отдельно стояли носители данных для продукции Apple, которые использовали свои методы кодирования не совместимые со всеми остальными производителями.

Методы кодирования данных

Метод кодирования	Формат дискеты	Годы применения	Плотность записи	Емкость (макс.)	Применение в системах
FM (Frequency Modulation)	8"	1971-1985	250 Кбит/дюйм	1.2 МБ	IBM System/370, DEC PDP-11
MFM (Modified FM)	5.25"	1976-1994	500 кбит/дюйм	1.2 МБ	IBM PC, Amiga, Atari ST
GCR (Group Code Recording)	5.25"	1978-1990	400 кбит/дюйм	800 КБ	Apple II, Commodore 64
MFM (двухсторонний)	3.5"	1982-1998	1 Мбит/дюйм	720 КБ	IBM PS/2, совместимые ПК
RLL (Run Length Limited)	3.5" HD	1987-2003	2 Мбит/дюйм	1.44 МБ	Windows 3.x / 95, OS/2
GCR с CAV	3.5"	1984-1998	1.5 Мбит/дюйм	800 КБ	Apple Macintosh, Lisa

Floppy Disk encoding schemes

(compiled by A. Fachat)

FM

125kBit/sec data clock
doubled to 250k including clock
Max 250k mag changes / sec

Data
Clock+Data
Magnetization

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

MFM

250kBit/sec data clock
doubled to 500k including clock
Max 250k mag changes / sec (1)

Data
Clock+Data
Magnetization

0	0	1	0	0	1	0	1	1
? 0	1 0	0 1	0 0	0 1	0 0	0 0	1 0	1 1

(1) Note that magnetization changes also occur in the middle of the cell now, but there are always enough zero to not exceed 250k mag changes / sec

Commodore GCR

250kBit/sec GCR clock (2)

Data
GCR code
Magnetization

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

(2) innermost speed zone – outer zones used faster clocks to account for larger circumference

Apple GCR (5 and 3)

10 data bits for 16 cells
250kBit/sec GCR clock

Data
5 and 3 encoding
Magnetization (3)

0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	x	x	y	y	1	y
1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	y	y	1	y

1st encoded byte

2nd encoded byte

(3) the encoding for the second encoded byte puts the data bits into four defined bits, and a partial bit is “smeared” over three bits due to the encoding
i.e. out of the 7 GCR codes starting with “1101” only four encode for data starting with “011”

Apple GCR (6 and 2)

12 data bits for 16 cells
250kBit/sec GCR clock

Data
6 and 2 encoding
Magnetization (4)

0	0	1	0	1	0	1	1	1	x	x	x	x	y	y	y	y
1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	y	y	y	y

(4) the encoding for the second encoded byte puts the data bits into three defined bits, and partial bits are “smeared” over the rest due to the encoding
i.e. out of the 23 GCR codes starting with “111” only sixteen encode for data starting with “11”

Note: the example data byte has been deliberately chosen to show all potential distances between transitions for all encodings

Методы кодирования данных

FM (Frequency Modulation)

Кодирование по методу частотной модуляции

Каждый бит данных сопровождается синхроимпульсом.

https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_modulation_encoding

MFM (Modified FM) Метод модифицированной частотной модуляции

Синхроимпульсы добавляются только при необходимости.

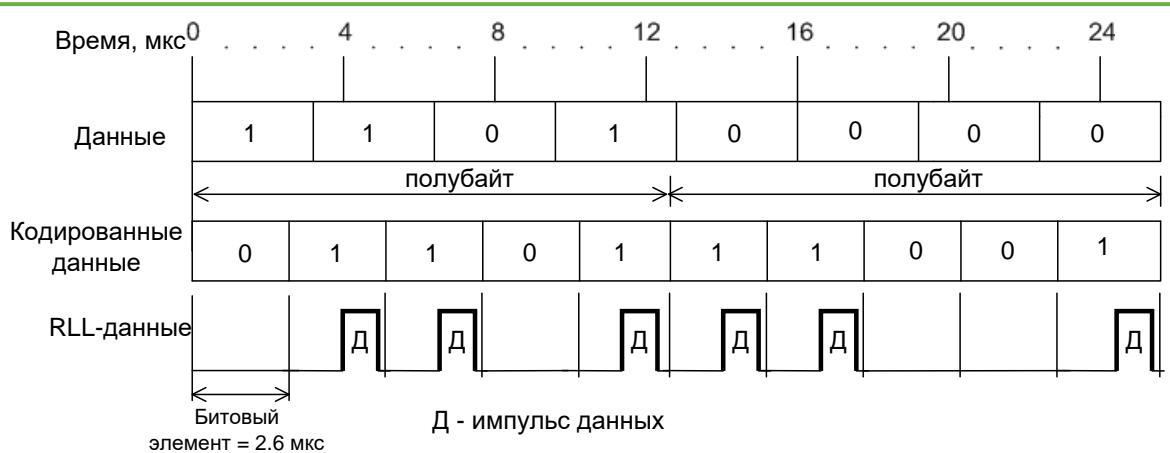
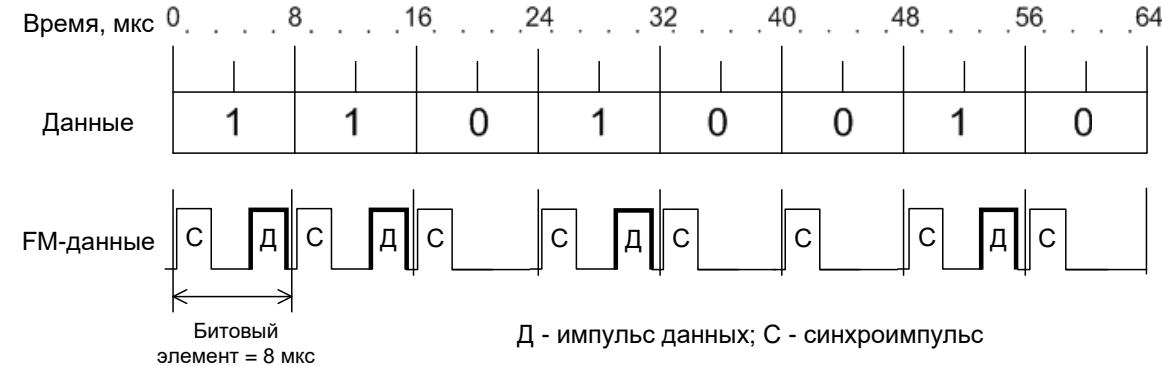
<https://ru.wikipedia.org/wiki/MFM-кодирование>

RLL (Run Length Limited) Метод кодирования с ограничением расстояния между переходами намагниченности

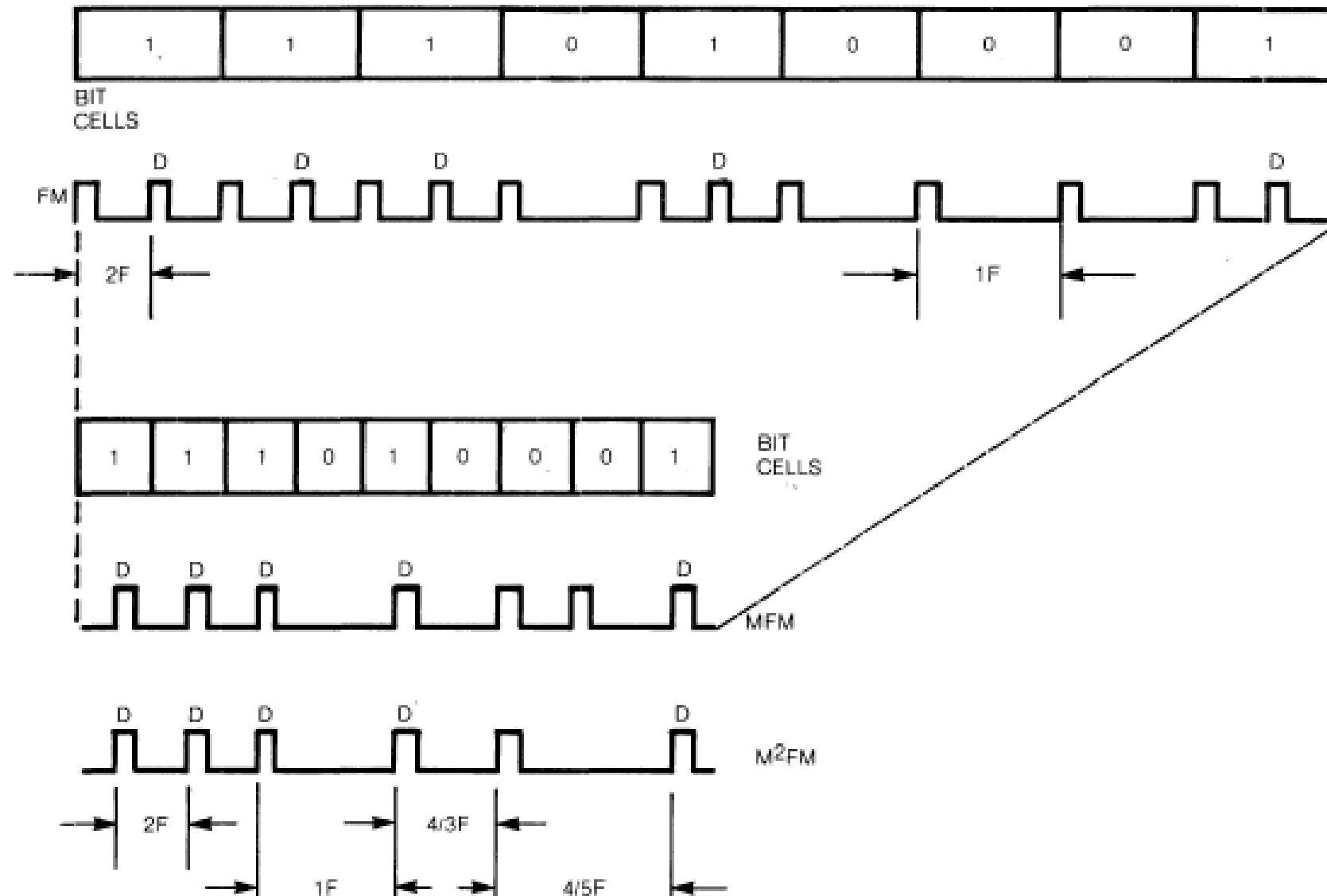
Вместо кодирования каждого бита по отдельности, RLL преобразует группы битов данных в специальные кодовые слова (также битовые последовательности), которые затем записываются на диск.

https://en.wikipedia.org/wiki/Run-length_limited

https://alphapedia.ru/w/Run-length_limited

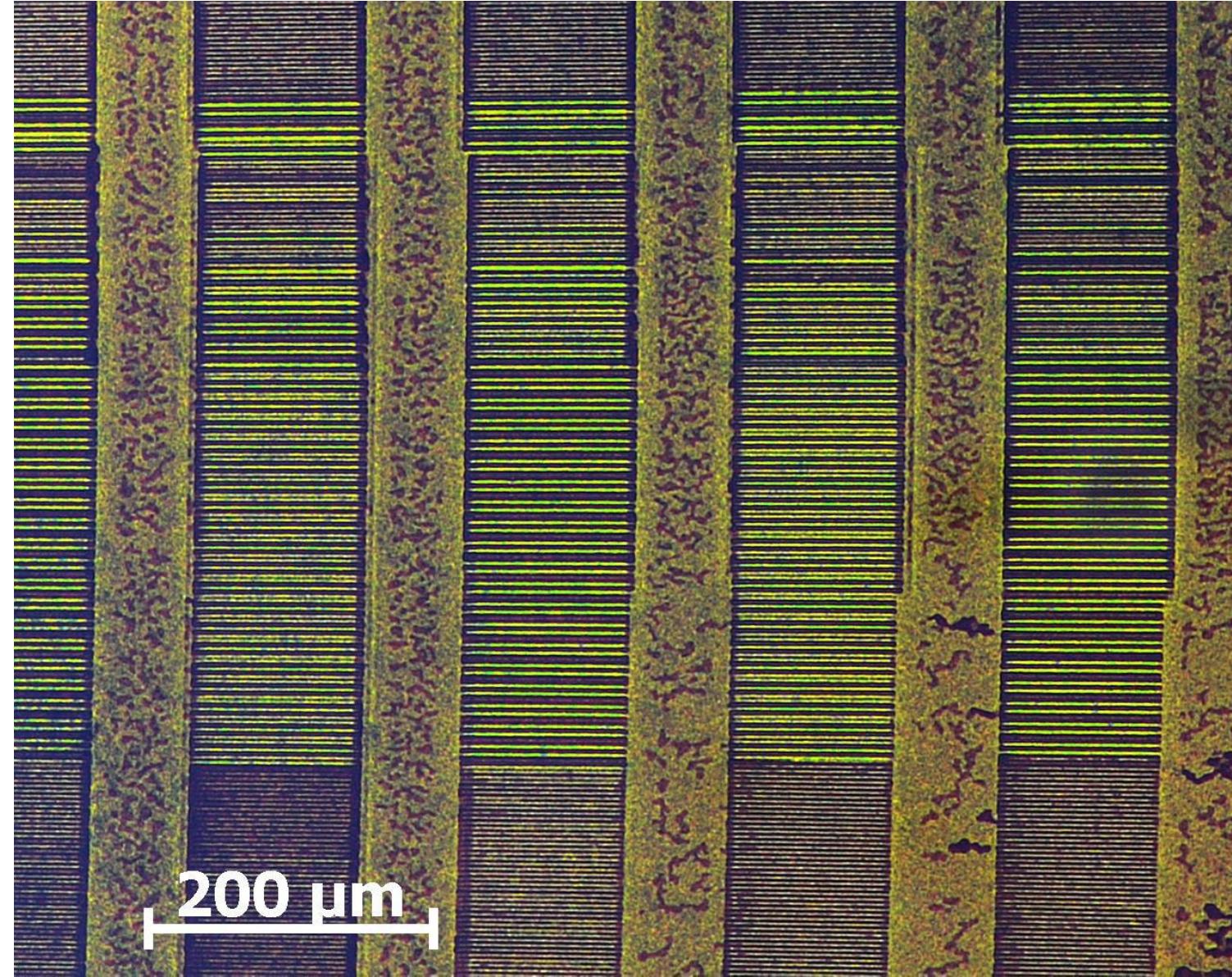


Методы кодирования данных



Сравнение методов кодирования данных FM, MFM and M^2FM

Данные на диске



Визуализация магнитной информации на диске

Доступ к данным

Уровни представления данных

Физический уровень представления данных

Обеспечивается с помощью BIOS

Чтение/запись осуществляется блоками данных (дорожками определенного сектора).

Три координаты данных:

- 1). Номер стороны диска.
- 2). Номер дорожки.
- 3). Номер сектора.

Логический уровень представления данных

Обеспечивается с использованием функций DOS

Чтение/запись осуществляется блоками данных (дорожками определенного сектора).

Одна координата данных – логический номер сектора.

Логическую нумерацию секторов поддерживает DOS.

Доступ к данным

Физический уровень

Физическая основа: Дорожки, Сектора, Стороны

- Стороны (Sides):** Дискета имеет две поверхности для записи (сторона 0 и сторона 1), каждая со своим набором дорожек.
- Дорожки (Tracks):** Каждая сторона разделена на концентрические круги — дорожки. Они нумеруются от внешней к внутренней (например, от 0 до 79 для дискеты 3.5 дюйма).
- Сектора (Sectors):** Каждая дорожка, в свою очередь, разделена на сектора — наименьшие физические единицы хранения данных (обычно 512 байт). Сектора нумеруются на каждой дорожке.
- Физическая адресация:** Комбинация "сторона, дорожка, сектор" составляет уникальный физический адрес любого блока данных на дискете. Дисковод использует эти адреса для точного позиционирования головки чтения/записи.

Таким образом, физическая структура (дорожки, сектора, стороны) определяет "местоположение" данных на носителе, а логическая структура (кластеры, FAT) определяет, как эти данные группируются, отслеживаются и управляются в виде файлов. Файловая система выступает посредником, переводя логические запросы в конкретные физические операции чтения/записи.

Связь между физическим и логическим уровнями

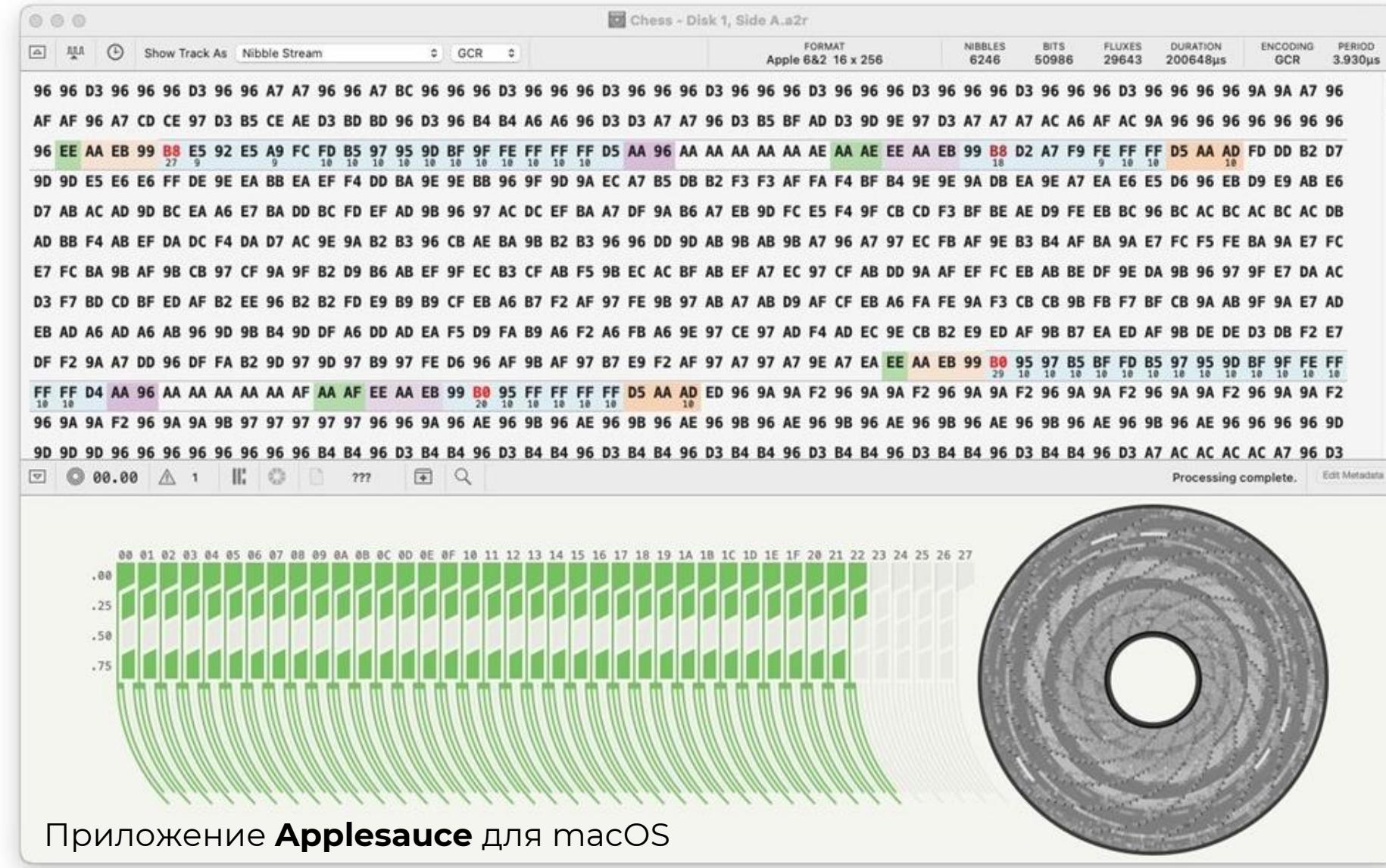
- Преобразование адресов:** Когда операционной системе нужно прочитать или записать данные файла, она сначала обращается к каталогу, чтобы узнать номер начального кластера файла. Затем она использует этот номер кластера как индекс в таблице FAT, чтобы найти следующий кластер. Этот процесс повторяется до конца файла.
- От кластера к сектору:** Для доступа к данным конкретного кластера операционная система должна преобразовать логический номер кластера в физический адрес (сторона, дорожка, сектор). Это преобразование выполняется на основе информации о геометрии дискеты (сколько секторов в дорожке, сколько дорожек на стороне) и того, как кластеры были сопоставлены с секторами при форматировании дискеты.
- Абстракция:** Логическая организация (кластеры, FAT) предоставляет более высокий уровень абстракции, скрывая от пользователя и приложений сложности прямого обращения к физическим секторам. Пользователь работает с файлами и папками, а операционная система и файловая система заботятся о том, чтобы найти нужные данные на физических дорожках и секторах дискеты.

Логический уровень

Логическая организация: Кластеры, FAT, Каталоги

- Кластер (Cluster):** Это наименьшая единица дискового пространства, которая выделяется файлу операционной системой. Кластер может состоять из одного или нескольких физических секторов. Например, кластер может быть равен двум секторам. Файловая система работает с кластерами как с основными блоками данных.
- Таблица размещения файлов (FAT - File Allocation Table):** Это своего рода "карта" диска, которая отслеживает состояние каждого кластера: свободен, занят (указывая на следующий кластер файла) или помечен как плохой. FAT сама хранится в определенных секторах диска.
- Каталоги (Directories):** Структуры, которые содержат информацию о файлах и папках, включая их имена, атрибуты, даты и, что самое важное, **номер начального кластера** для каждого файла. Записи каталогов также хранятся в физических секторах.

Доступ к данным



Приложение **Applesauce** для macOS

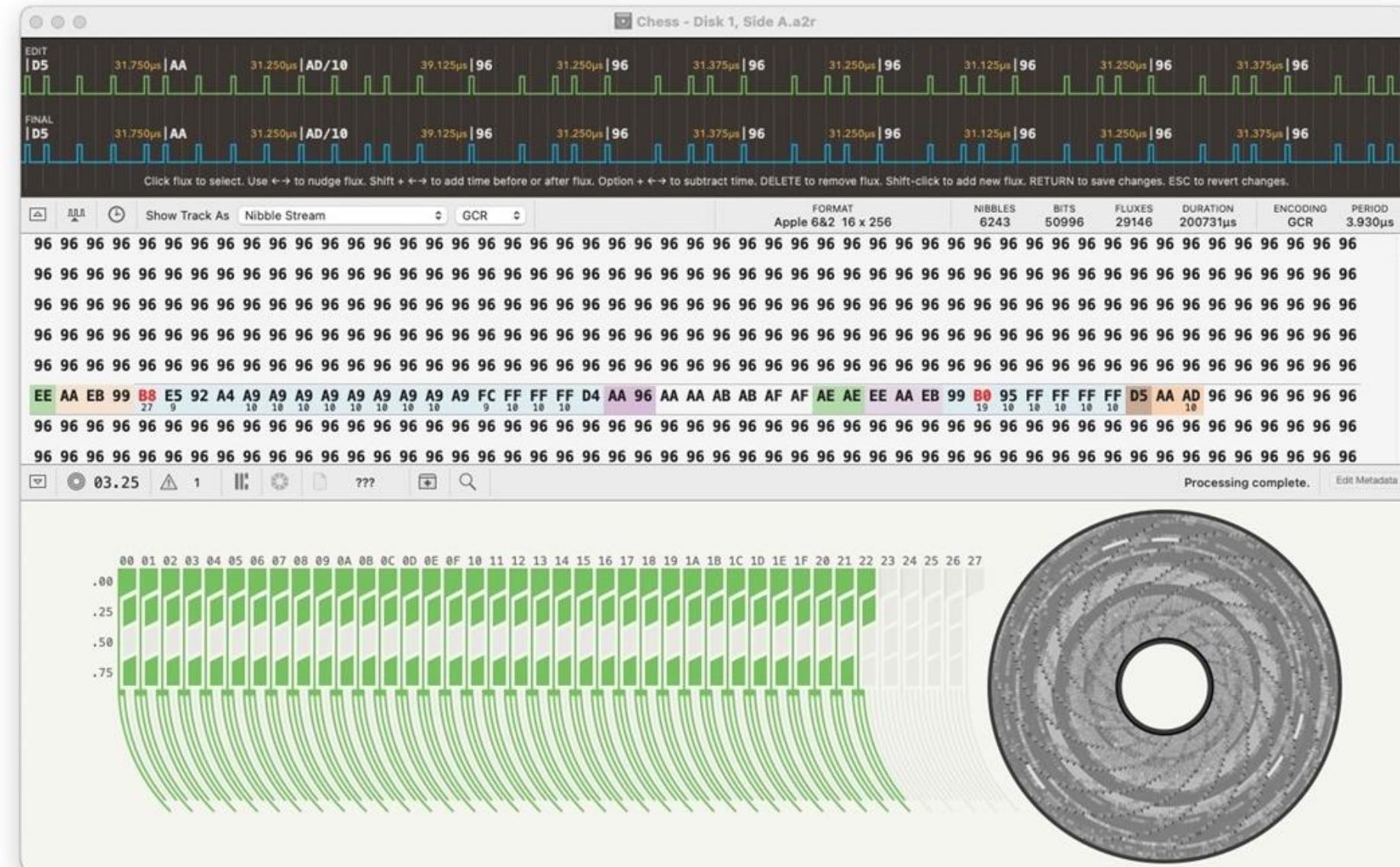
Дисковый анализатор с загруженным образом гибкого диска

Доступ к данным



Посекторное отображение информации

Доступ к данным



Визуализация отдельных магнитных зарядов с привязкой к временной шкале

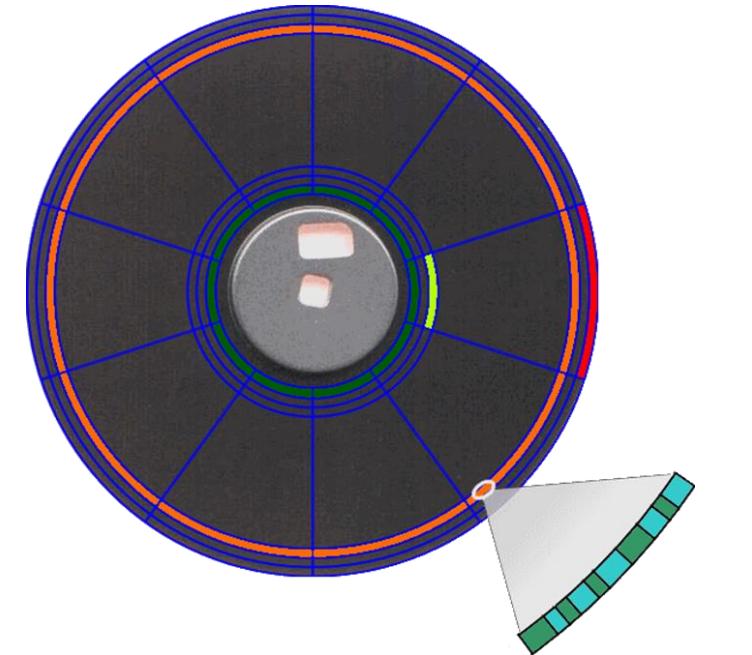
Размещение данных на диске

№ дорожки	№ сектора																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
2	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
																	
79																		2880

- На гибком диске минимальным адресуемым элементом является сектор.
- При записи файла на диск будет занято всегда целое количество секторов, соответственно **минимальный размер файла — это размер одного сектора**, а максимальный соответствует общему количеству секторов на диске.
- Файл записывается в произвольные свободные сектора, которые могут находиться на различных дорожках.
- Например, Файл 1 объемом 2 Кбайта может занимать сектора 34, 35 и 47, 48, а Файл 2 объемом 1 Кбайт — сектора 36 и 49.

Логический сектор

- **Нумерация секторов** - сквозная от края диска к центру.
- **Номера секторов** - от нуля до 2880 (для стандартной дискеты),
- Все секторы имеют свой логический номер, по которому DOS и обеспечивает доступ к данным.
- **Отсчет логических секторов**
 - **начинается со стороны 0 дорожки 0 сектора 1** (логический номер сектора 0)
 - **продолжается вдоль дорожки**, затем происходит переход на сторону 1 дорожки 0 и т. д. до окончания всех секторов дорожки 0.
 - **переход к очередной дорожке** - после нумерации всех секторов данного цилиндра.
- **Данные помещаются на диск от края к центру.**



Логическое пространство дискеты

Логическое пространство диска

- **сектор загрузчика;**
- зарезервированная область;
- **таблица размещения файлов (FAT);**
- копии (если необходимо) таблицы размещения файлов (копия FAT);
- корневой каталог;
- **область файлов.**

- **Сектор загрузчика**
- Всегда первый сектор дискеты (сторона 0, дорожка 0, сектор 1)
- Занимает ровно 1 сектор
- Создается при форматировании дискеты и содержит всю важную информацию о характеристиках диска.
- Содержит программу первоначальной загрузки.

Логическое пространство дискеты

- Посмотрим в редакторе дисков, как загрузочная запись хранится на дискете емкостью 1440 Килобайт (1,44 Мб).
- В отличие от жестких дисков (HDD), которые в основном имеют сектор MBR (Master boot record) с таблицей разделов, **первый сектор дискеты (абсолютный сектор 0 или CHS 0, 0, 1) чаще всего содержит загрузочную запись для файловой системы**, хотя это и не является абсолютно необходимым.
- Такая **дискета может быть использована для загрузки компьютера**, если на ней правильно сохранены системные файлы для этой загрузочной записи.
- Таким образом, **дискеты можно рассматривать как один том жесткого диска**, если они содержат файловую систему.
- Поскольку это дискеты (а не жесткие диски), в разговорах о них используются термины «дорожки» Tracks (вместо «цилиндры» Cylinders) и «стороны» Sides (вместо «головки» Heads).
- Эти термины кажутся более логичными, поскольку можно взять съемный носитель в руки и заметить, что его оболочка (для 5,25-дюймовых дискет) или жесткий пластиковый корпус (для 3,5-дюймовых дискет) содержит круглый диск с двумя сторонами, не задумываясь о головках или механических деталях внутри флоппи-дисковода.

Сектор загрузчика

Структура первых 30 байт сектора загрузчика

Смещение	Длина (байт)	Описание
0	2	Команда безусловного перехода
3	1	Команда NOP (нет операции)
4	8	Идентификатор изготовителя
Блок параметров BIOS (BPB)	11	Размер сектора (в байтах)
	13	Размер кластера (в секторах)
	14	Количество зарезервированных секторов
	16	Количество копий FAT
	17	Число записей в корневом каталоге
	19	Общее количество секторов на диске
	21	Код формата носителя
	22	Размер FAT (в секторах)
	24	Количество секторов на дорожке
	26	Число сторон диска
	28	Число скрытых секторов

Пример сектора загрузчика дискеты 1,2 Мб, с файловой системой FAT 12 и загрузочной записью MS-DOS 5.0

Absolute Sector 0 (Track 0, Side 0, Sector 1)																BPB	OEM System Name	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
0000	EB	3C	90	4D	53	44	4F	53	35	2E	30	00	00	02	01	01	00	.<.MSDOS5.0.....
0010	02	E0	00	60	09	F9	07	00	0F	00	02	00	00	00	00	00	00`.....
0020	00	00	00	00	00	00	29	FC	18	52	21	4E	4F	20	4E	41	)R!NO NA
0030	4D	45	20	20	20	46	41	54	31	32	20	20	20	FA	33		ME	FAT12 ..3
0040	C0	8E	D0	BC	00	7C	16	07	BB	78	00	36	C5	37	1E	56	x.6.7.V
0050	16	53	BF	3E	7C	B9	0B	00	FC	F3	A4	06	1F	C6	45	FE		.S.>E.
0060	0F	8B	0E	18	7C	88	4D	F9	89	47	02	C7	07	3E	7C	FB	M..G..> .
0070	CD	13	72	79	33	C0	39	06	13	7C	74	08	8B	0E	13	7C		..ry3.9.. t....
0080	89	0E	20	7C	A0	10	7C	F7	26	16	7C	03	06	1C	7C	13	&.
0090	16	1E	7C	03	06	0E	7C	83	D2	00	A3	50	7C	89	16	52	P ..R
00A0	7C	A3	49	7C	89	16	4B	7C	B8	20	00	F7	26	11	7C	8B		..I ..K .. .&. ..
00B0	1E	0B	7C	03	C3	48	F7	F3	01	06	49	7C	83	16	4B	7C	H....I ..K
00C0	00	BB	00	05	88	16	52	7C	A1	50	7C	E8	92	00	72	1D	R ..P ...r.
00D0	B0	01	E8	AC	00	72	16	8B	FB	89	0B	00	BE	E6	7D	F3	r.....}.
00E0	A6	75	0A	8D	7F	20	B9	0B	00	F3	A6	74	18	BE	9E	7D		.u....t...}
00F0	E8	5F	00	33	C0	CD	16	5E	1F	8F	04	8F	44	02	CD	19		._.3...^..D...
0100	58	58	58	EB	E8	8B	47	1A	48	48	8A	1E	00	7D	7C	32	FF	XXX...G.HH... 2.
0110	F7	E3	03	06	49	7C	13	16	48	7C	BB	00	07	B9	03	00	I ..K
0120	50	52	51	E8	3A	00	72	D8	B0	01	E8	54	00	59	5A	58		PRQ...r....T.YZX
0130	72	BB	05	01	00	83	D2	00	03	1E	0B	7C	E2	E2	8A	2E		r.....
0140	15	7C	8A	16	24	7C	8B	1E	49	7C	A1	48	7C	EA	00	00		. ..\$..I ..K
0150	70	00	AC	0A	C0	74	29	B4	0E	BB	07	00	CD	10	EB	F2		p....t).....
0160	3B	16	18	7C	73	19	F7	36	18	7C	FE	C2	88	16	4F	7C		;... s..6.0
0170	33	D2	F7	36	1A	7C	88	16	25	7C	A3	4D	7C	F8	C3	F9		3..6. ..% ..M
0180	C3	B4	02	8B	16	4D	7C	B1	06	D2	E6	0A	36	4F	7C	8B	M60 .
0190	CA	86	E9	8A	16	24	7C	8A	36	25	7C	CD	13	C3	0D	0A	\$..6%
01A0	4E	6F	6E	2D	53	79	73	74	65	6D	20	64	69	73	6B	20		Non-System disk
01B0	6F	72	20	64	69	73	6B	20	65	72	72	6F	72	0D	0A	52	or disk error..R	
01C0	65	70	6C	61	63	65	20	61	6E	64	20	70	72	65	73	73	eplace and press	
01D0	20	61	6E	79	20	6B	65	79	20	77	68	65	6E	20	72	65	any key when re	
01E0	61	64	79	0D	0A	00	49	4F	20	20	20	20	20	53	59	59	ady...IO SY	
01F0	53	4D	53	44	4F	53	20	20	53	59	53	00	00	55	AA		SMSDOS SYS..U.	

Сектор загрузчика

- Структура первых 30 байт загрузочного сектора 3.5" дискеты (обычно FAT 12) выглядит следующим образом:
 - **Байты 0-2: Jump Instruction.** Инструкция перехода, обычно EB xx 90 или E9 xx xx, где xx - смещение для перехода к коду загрузчика.
 - **Байты 3-10: OEM ID.** Идентификатор производителя операционной системы или форматировщика, например "MSDOS5.0"- MS-DOS версии 5.0 или "MSWIN4.1" - Windows 98 (внутренняя версия 4.1) или "mkdosfs" - утилита форматирования Linux.
 - **Байты 11-12: Bytes per Sector.** Количество байт в секторе. Обычно 512 (0x200 в little-endian формате, то есть 00 02), это значение определяет базовую единицу чтения/записи.
 - **Байт 13: Sectors per Cluster.** Количество секторов в кластере. Обычно 1 (0x01) для дискет. Для дискет всегда 1, поскольку кластер = сектор. Кластер является минимальной единицей размещения файлов
 - **Байты 14-15: Reserved Sectors.** Количество зарезервированных секторов перед FAT. Обычно 1 (0x01 00).
 - **Байт 16: Number of FATs.** Количество FAT таблиц. Обычно 2 (0x02).
 - **Байты 17-18: Root Directory Entries.** Максимальное количество записей в корневом каталоге. Обычно 224 (0xE0 00). Каждая запись занимает 32 байта, что дает 14 секторов для корневого каталога
 - **Байты 19-20: Total Sectors** (меньше 32МВ). Общее количество секторов на диске, если оно меньше 65536. Для 1.44МВ дискеты это 2880 (0xB40 0B), Рассчитывается как: 80 дорожек × 2 стороны × 18 секторов = 2880 .
 - **Байт 21: Media Descriptor.** Дескриптор типа носителя. 0xF0 для 1.44МВ дискеты. Этот байт дублируется в первом байте каждой FAT
 - **Байты 22-23: Sectors per FAT.** Количество секторов на одну FAT таблицу. Для 1.44МВ дискеты это 9 (0x09 00).
 - **Байты 24-25: Sectors per Track.** Количество секторов на дорожку. Для 1.44МВ дискеты это 18 (0x12 00).
 - **Байты 26-27: Number of Heads.** Количество головок. Для 1.44МВ дискеты это 2 (0x02 00).
 - **Байты 28-29: Hidden Sectors.** Количество скрытых секторов перед разделом. Обычно 0 (0x00 00 00 00) для дискет.
- Стоит отметить, что это типичная структура для файловой системы FAT 12, используемой на 3.5" дискетах. Конкретные значения могут отличаться в зависимости от форматирования. Байт с 11 по 3Dh называются BPB (BIOS Parameter Block).

Сектор загрузчика MS-DOS 5.0 (FD 1,2 МБ)

BIOS Parameter Block (BPB)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0B:	00 02 01 01 00														
10:	02 E0 00 60 09 F9 07 00 0F 00 02 00 00 00 00 00														
20:	00 00 00 00 00 00 29 FC 18 52 21 4E 4F 20 4E 41														).R!NO NA
30:	4D 45 20 20 20 20 46 41 54 31 32 20 20 20 20															ME FAT12
Hex	As seen	Offset	on Disk	HEX value	Meaning / Description											
0B-0C	00 02	0200h	=	512 Bytes per Sector,												
0D	01	01h	=	1 Sector per Cluster,												
0E-0F	01 00	0001h	=	1 Reserved sector (starting at Sector 0),												
10	02	02h	=	2 FATs on the diskette,												
11-12	E0 00	00E0h	=	224 possible Root Directory entries,												
13-14	60 09	0960h	=	2400 Total Sectors on the diskette (2400 x 512 = 1,228,800 bytes total; 1200 KiB),												
15	F9		=>	Media Descriptor Byte: F9 means this is either a Double-Sided diskette with 15 Sectors per Track, or a Double-Sided (720 KiB) diskette with only 9 Sectors per Track! (Obviously you need more info than just this one byte to know for sure what type and capacity it is. Perhaps this fact signaled the end of its usefulness.*)												
16-17	07 00	0007h	=	7 Sectors per FAT,												
18-19	0F 00	000Fh	=	15 Sectors per Track,												
1A-1B	02 00	0002h	=	2 Sides (or Heads).												
1C-1F	00 00 00 00		=>	See the text below (must be all zero bytes).												
20-23	00 00 00 00		=>	See the text below (must be all zero bytes).												
24-25	00 00		=>	"Reserved" (should both be zero bytes).												
26	29		=>	Extended BPB Signature Byte (if present, then the following strings will also have meaning):												
27-2A	xx xx xx xx		=	Volume Serial Number.												
2B-35	(11 bytes)		=	Volume Label.												
36-3D	(8 bytes)		=	File System ID (see discussion below).												

Версия FAT 12, которая также является общей частью загрузочных секторов FAT 12, FAT16 и FAT 32

Absolute																
Sector 0 (Track 0, Side 0, Sector 1)																
BPB OEM System Name																
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0000	E8	3C	90	4D	53	44	4F	53	35	2E	30	00	02	01	01	00
0010	02	E0	00	60	09	F9	07	00	0F	00	02	00	00	00	00	00
0020	00	00	00	00	00	00	29	FC	18	52	21	4E	4F	20	4E	41
0030	4D	45	20	20	20	20	46	41	54	31	32	20	20	20	FA	33
0040	C0	8E	D0	BC	00	7C	16	07	BB	78	00	36	C5	37	1E	56
0050	16	53	BF	3E	7C	B9	0B	00	FC	F3	A4	06	1F	C6	45	FE
0060	0F	8B	0E	18	7C	88	4D	F9	89	47	02	C7	07	3E	7C	FB
0070	CD	13	72	79	33	C0	39	06	13	7C	74	08	8B	0E	13	7C
0080	89	0E	20	7C	A0	10	7C	F7	26	16	7C	03	06	1C	7C	13
0090	16	1E	7C	03	06	0E	7C	83	D2	A0	A3	50	7C	89	16	52
00A0	7C	A3	49	7C	89	16	4B	7C	B8	20	00	F7	26	11	7C	8B
00B0	1E	0B	7C	03	C3	48	F7	F3	01	06	49	7C	83	16	4B	7C
00C0	00	BB	00	05	8B	16	52	7C	A1	50	7C	E8	92	00	72	1D
00D0	B0	01	E8	AC	00	72	16	8B	FB	B9	0B	00	BE	E6	7D	F3
00E0	A6	75	0A	8D	7F	20	B9	0B	00	F3	A6	74	18	BE	9E	7D
00F0	E8	5F	00	33	C0	CD	16	5E	1F	8F	04	8F	44	02	CD	19
0100	58	58	58	EB	E8	8B	47	1A	48	48	8A	1E	0D	7C	32	FF
0110	F7	E3	03	06	49	7C	13	16	4B	7C	BB	00	07	B9	03	00
0120	50	52	51	E8	3A	00	72	D8	B0	01	E8	54	00	59	5A	58
0130	72	BB	05	01	00	83	D2	00	03	1E	0B	7C	E2	E2	8A	2E
0140	15	7C	8A	16	24	7C	8B	1E	49	7C	A1	4B	7C	EA	00	00
0150	70	00	AC	0A	C0	74	29	B4	0E	BB	07	00	CD	10	EB	F2
0160	3B	16	18	7C	73	19	F7	36	18	7C	FE	C2	88	16	4F	7C
0170	33	D2	F7	36	1A	7C	88	16	25	7C	A3	4D	7C	F8	C3	F9
0180	C3	B4	02	8B	16	4D	7C	B1	06	D2	E6	0A	36	4F	7C	8B
0190	CA	86	E9	8A	16	24	7C	8A	36	25	7C	CD	13	C3	0D	0A
01A0	4E	6F	6E	2D	53	79	73	74	65	6D	20	64	69	73	6B	20
01B0	6F	72	20	64	69	73	6B	20	65	72	72	6F	72	0D	0A	52
01C0	65	70	6C	61	63	65	20	61	6E	64	20	70	72	65	73	73
01D0	20	61	6E	79	20	6B	65	79	20	77	68	65	6E	20	72	65
01E0	61	64	79	0D	0A	00	49	4F	20	20	20	20	20	53	59	SMSDOS
01F0	53	4D	53	44	4F	53	20	20	53	59	53	00	00	55	AA	SYS.U.

<https://thestarman.pcministry.com/asm/mbr/DOS50FDB.htm>

Сектор загрузчика MSWIN4.1 (FD 1,44Мб)

BIOS Parameter Block (BPB)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00:											00	02	01	01	00	
10:	02	E0	00	40	0B	F0	09	00	12	00	02	00	00	00	00	
20:	00	00	00	00	00	00	29	21	6C	15	27	42	4F	4F	54	
30:	49	53	4B	20	20	20	46	41	54	31	32	20	20	20		

ISK FAT12

Hex As seen

OFFSET on Disk	HEX value	Meaning / Description
----------------	-----------	-----------------------

0B-0C 00 02 0200h = 512 Bytes per Sector,
 0D 01 01h = 1 Sector per Cluster,
 0E-0F 01 00 0001h = 1 Reserved sector (starting at Sector 0),
 10 02 02h = 2 FATs on the diskette,
 11-12 E0 00 00E0h = 224 possible Root Directory entries,
 13-14 40 0B 0B40h = 2880 Total Sectors on the diskette,
 (2880 x 512 = 1,474,560 bytes total),

15 F0 => Media Descriptor Byte: F0 essentially means 'Not identifiable' (this byte is more for telling the OS whether or not the media is a hard disk or a floppy disk rather than its exact size). An F8 byte means a 'Fixed Disk' (hard drive); only a few other bytes have ever been used here.*

16-17 09 00 0009h = 9 Sectors per FAT,
 18-19 12 00 0012h = 18 Sectors per Track,
 1A-1B 02 00 0002h = 2 Sides (or Heads).

26 29 => Extended BPB Signature Byte (if present, then the following strings will also have meaning):
 27-2A xx xx xx xx = Volume Serial Number. In the example above, the S/N displays as: 2715-6C21 (a 4-byte Hex Word).
 2B-35 (11 bytes) = Volume Label.
 36-3B = File System ID (see discussion below).

* FF=DS,8 SPT; FE=SS,8 SPT; FD=DS, 9 SPT (the 360kb diskette);
 FC=SS,9 SPT; F9 = DS,9 SPT (a 720kb) or DS,15 SPT. Apparently the fact that F9 could mean either of these, signaled the end of its usefulness!

Absolute Sector 0 (Track 0, Side 0, Sector 1)																BPB		OEM System Name
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
0000:	EB	3C	90	4D	53	57	49	4E	34	2E	31	00	02	01	01	00		.<.MSWIN4.1.....
0010:	02	E0	00	40	0B	F0	09	00	12	00	02	00	00	00	00	00		...@.....
0020:	00	00	00	00	00	00	29	21	6C	15	27	42	4F	4F	54	44	)!1.'BOOTD
0030:	49	53	4B	20	20	20	46	41	54	31	32	20	20	20	33	C9	ISK FAT12 3.	
0040:	8E	D1	BC	FC	7B	16	07	BD	78	00	C5	76	00	1E	56	16	{...x..v..V.
0050:	55	BF	22	05	89	7E	00	89	4E	02	B1	0B	FC	F3	A4	06		U."...~..N.....
0060:	1F	BD	00	7C	C6	45	FE	0F	38	4E	24	7D	20	8B	C1	99	E..8N\$} ...
0070:	E8	7E	01	83	EB	3A	66	A1	1C	7C	66	3B	07	8A	57	FC		.~...:f.. f;..W.
0080:	75	06	80	CA	02	88	56	02	80	C3	10	73	ED	33	C9	FE		u.....V..s.3..
0090:	06	D8	7D	8A	46	10	98	F7	66	16	03	46	1C	13	56	1E		..}F...f..F..V..
00A0:	03	46	0E	13	D1	8B	76	11	60	89	46	FC	89	56	FE	B8		.F....v.`.F..V..
00B0:	20	00	F7	E6	8B	5E	0B	03	C3	48	F7	F3	01	46	FC	11	^...H...F..
00C0:	4E	FE	61	BF	00	07	E8	28	01	72	3E	38	2D	74	17	60		N.a....(.r>8-t..
00D0:	B1	0B	BE	D8	7D	F3	A6	61	74	3D	4E	74	09	83	C7	20	}..at=Nt...
00E0:	3B	FB	72	E7	EB	DD	FE	0E	D8	7D	7B	A7	BE	7F	7D	AC		;.r.....}{....}.
00F0:	98	03	F0	AC	98	40	74	0C	48	74	13	B4	0E	BB	07	00	@t.Ht.....
0100:	CD	10	EB	EF	BE	82	7D	EB	E6	BE	80	7D	EB	E1	CD	16	}....}....
0110:	5E	1F	66	8F	04	CD	19	BE	81	7D	8B	7D	1A	8D	45	FE		^.f.....}..E..
0120:	8A	4E	0D	F7	E1	03	46	FC	13	56	FE	B1	04	E8	C2	00		.N....F..V.....
0130:	72	D7	EA	00	02	70	00	52	50	06	53	6A	01	6A	10	91		r....p.R.P.Sj.j..
0140:	8B	46	18	A2	26	05	96	92	33	D2	F7	F6	91	F7	F6	42		.F...&...3.....B
0150:	87	CA	F7	76	1A	8A	F2	8A	E8	C0	CC	02	0A	CC	B8	01		...v.....
0160:	02	80	7E	02	0E	75	04	B4	42	8B	F4	8A	56	24	CD	13		..~..u..B...V\$..
0170:	61	61	72	0A	40	75	01	42	03	5E	0B	49	75	77	C3	03		aar.@u.B.^Iuw..
0180:	18	01	27	0D	0A	49	6E	76	61	6C	69	64	20	73	79	73		..!..Invalid sys
0190:	74	65	6D	20	64	69	73	6B	FF	0D	0A	44	69	73	6B	20		tem disk...Disk
01A0:	49	2F	4F	20	65	72	72	6F	72	FF	0D	0A	52	65	70	6C		I/O error...Repl
01B0:	61	63	65	20	74	68	65	20	64	69	73	6B	2C	20	61	6E		ace the disk, an
01C0:	64	20	74	68	65	6E	20	70	72	65	73	73	20	61	6E	79		d then press any
01D0:	20	6B	65	79	0D	0A	00	00	49	4F	20	20	20	20	20	20		key...IO
01E0:	53	59	53	4D	53	44	4F	53	20	20	53	59	53	7F	01		SYSMSDOS SYS..	
01F0:	00	41	BB	00	07	60	66	6A	00	E9	3B	FF	00	00	55	AA		.A...`fj...;..U.

000h through 1FFh = 200h bytes; the standard 512 bytes per sector.

Сектор загрузчика MSWIN4.1

- Первые три байта загрузочного сектора называются инструкцией перехода (хотя третий байт всегда был **90h**, т. е. инструкцией **NOP** «No Operation» или «ничего не делать» во всех версиях IBM® PC и Microsoft® DOS). [Три байта были зарезервированы здесь на случай, если какой-нибудь будущий программист решит использовать инструкцию «прямого перехода» машинного кода x86 (которая начинается с **E9h**), а не «короткого» перехода **EBh**; собственно говоря, пример перехода с **E9h** находится в конце этого загрузочного сектора: Байты со смещениями с **1F9h** по **1FBh** в таблице («**E9 3B FF**») при перемещении в **7DF9-7DFB** в памяти имеют значение «Перейти на **7D37 h**.»]
- Далее следует имя OEM-системы, которое в данном случае равно '**MSWIN4.1**', но в коде может быть любым [ВНИМАНИЕ: На любой дискете, не защищенной от записи, эти байты будут перезаписаны любой ОС Microsoft® Windows™ 9x (или более поздней).]
- Далее идет блок параметров BIOS (или BPB); некоторые из них появились еще в версии 2.0 (IBM®/Microsoft® DOS).
- Большая часть загрузочной записи - это исполняемый код, но, в отличие от предыдущих версий, в этой загрузочной записи часть кода засунута в конец сектора! Большая часть кода находится между смещениями с **3Eh** по **17Eh**, но есть подпрограмма на смещениях с **1F1h** по **1FBh**. За большей частью кода следуют регистры данных (обратите внимание на подчеркнутые значения байтов с белым фоном на нашем экране выше), три сообщения об ошибках и два имени системных файлов: **IO.SYS** и **MSDOS.SYS**; за ними следуют еще три байта Data.
- Сектор заканчивается, как обычно, идентификатором сигнатуры (или магическим числом Magic number) размером в Word, равным **AA55 hex** (помните, что шестнадцатеричные слова для процессоров Intel x86 хранятся в памяти с младшим байтом первым и старшим последним, чтобы ускорить обработку).

Absolute Sector 0 (Track 0, Side 0, Sector 1)																BPB	OEM System Name	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
0000:	EB	3C	90	4D	53	57	49	4E	34	2E	31	00	02	01	01	00	MSWIN4.1	
0010:	02	E0	00	40	0B	F0	09	00	12	00	02	00	00	00	00	00	
0020:	00	00	00	00	00	00	29	21	6C	15	27	42	4F	4F	54	44!1.'BOOTD	
0030:	49	53	4B	20	20	20	46	41	54	31	32	20	20	20	33	C9	ISK FAT12 3.	
0040:	8E	D1	BC	FC	7B	16	07	BD	78	00	C5	76	00	1E	56	16{....x...v..V.	
0050:	55	BF	22	05	89	7E	00	89	4E	02	B1	0B	FC	F3	A4	06	U."....N.....	
0060:	1F	BD	00	7C	C6	45	FE	0F	38	4E	24	7D	20	8B	C1	99E..8NS} ...	
0070:	E8	7E	01	83	EB	3A	66	A1	1C	7C	66	3B	07	8A	57	FC~....f... f;..W.	
0080:	75	06	80	CA	02	88	56	02	80	C3	10	73	ED	33	C9	FE	u.....V....s.3..	
0090:	06	D8	7D	8A	46	10	98	F7	66	16	03	46	1C	13	56	1E	...}.F....f..F..V.	
00A0:	03	46	0E	13	D1	8B	76	11	60	89	46	FC	89	56	FE	B8	.F....v.`.F..V..	
00B0:	20	00	F7	E6	8B	5E	0B	03	C3	48	F7	F3	01	46	FC	11^....H...F..	
00C0:	4E	FE	61	BF	00	07	E8	28	01	72	3E	38	2D	74	17	60	N.a....(.r>8-t.`	
00D0:	B1	0B	BE	D8	7D	F3	A6	61	74	3D	4E	74	09	83	C7	20}..at=Nt....	
00E0:	3B	FB	72	E7	EB	DD	FE	0E	D8	7D	7B	A7	BE	7F	7D	AC	;.r.....}{....}.	
00F0:	98	03	F0	AC	98	40	74	0C	48	74	13	B4	0E	BB	07	00@.Ht.....	
0100:	CD	10	EB	EF	BE	82	7D	EB	E6	BE	80	7D	EB	E1	CD	16}....}....}	
0110:	5E	1F	66	8F	04	CD	19	BE	81	7D	8B	7D	1A	8D	45	FE	^....f.....}....E..	
0120:	8A	4E	0D	F7	E1	03	46	FC	13	56	FE	B1	04	E8	C2	00	.N.....F..V....	
0130:	72	D7	EA	00	02	70	00	52	50	06	53	6A	01	6A	10	91	r....p.RP.Sj.j..	
0140:	8B	46	18	A2	26	05	96	92	33	D2	F7	F6	91	F7	F6	42	.F....&....3.....B	
0150:	87	CA	F7	76	1A	8A	F2	8A	E8	C0	CC	02	0A	CC	B8	01v.....	
0160:	02	80	7E	02	0E	75	04	B4	42	8B	F4	8A	56	24	CD	13	...~...u..B...V\$..	
0170:	61	61	72	0A	40	75	01	42	03	5E	0B	49	75	77	C3	03	aar.@u.B.^..Iuw..	
0180:	18	01	27	0D	0A	49	6E	76	61	6C	69	64	20	73	79	73	...'..Invalid sys	
0190:	74	65	6D	20	64	69	73	6B	FF	0D	0A	44	69	73	6B	20	tem disk...Disk	
01A0:	49	2F	4F	20	65	72	72	6F	72	FF	0D	0A	52	65	70	6C	I/O error...Repl	
01B0:	61	63	65	20	74	68	65	20	64	69	73	6B	2C	20	61	6E	ace the disk, an	
01C0:	64	20	74	68	65	6E	20	70	72	65	73	73	20	61	6E	79	d then press any	
01D0:	20	6B	65	79	0D	0A	00	00	49	4F	20	20	20	20	20	20	key...IO	
01E0:	53	59	53	4D	53	44	4F	53	20	20	20	53	59	53	7F	01	SYSMSDOS SYS..	
01F0:	00	41	BB	00	07	60	66	6A	00	E9	3B	FF	00	00	55	AA	.A....I]...;....U.	

000h through 1FFh = 200h bytes; the standard 512 bytes per sector.

MSWIN4.1 (Windows 98) Floppy Disk Boot Record

Сектор загрузчика

- **Назначение сектора загрузчика**

- BIOS Parameter Block (**BPB**) позволяет операционной системе правильно вычислить физический адрес сектора на диске по его логическому номеру.
- Если при форматировании дискеты указано на необходимость переноса на дискету операционной системы, то программа форматирования помещает в конец сектора загрузчика программу первоначальной загрузки.

- **Практическое значение структуры**

- **Эти первые 30 байт позволяют операционной системе:**

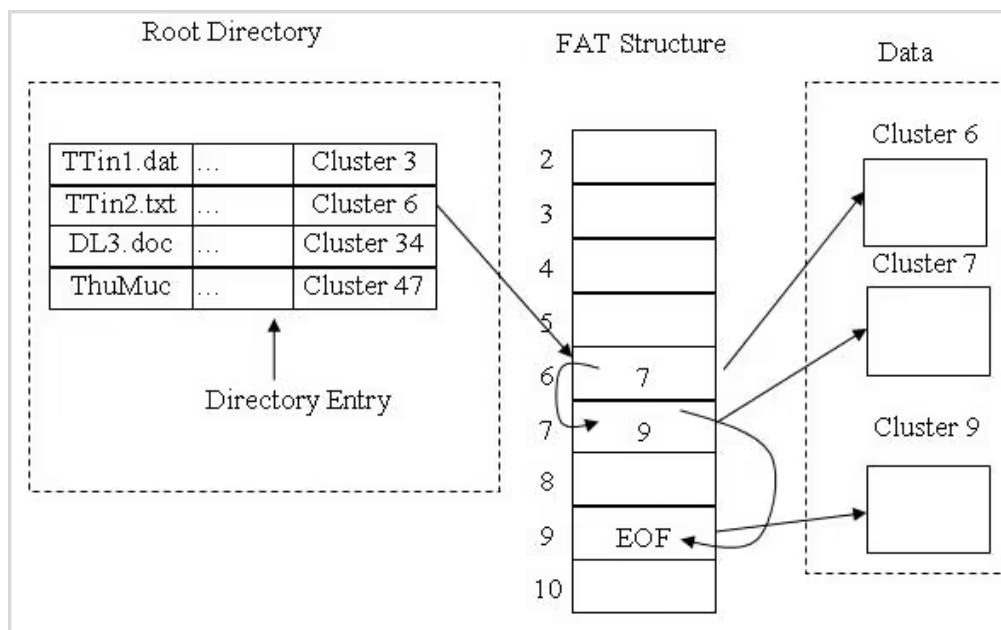
1. Определить геометрию диска без обращения к BIOS
 2. Вычислить расположение таблиц FAT и корневого каталога
 3. Проверить совместимость формата с текущей системой
 4. Корректно инициализировать драйверы файловой системы
- Важная особенность: Все многобайтовые значения в BPB хранятся в формате little-endian (младший байт первым), что характерно для архитектуры x86

Таблица размещения файлов FAT

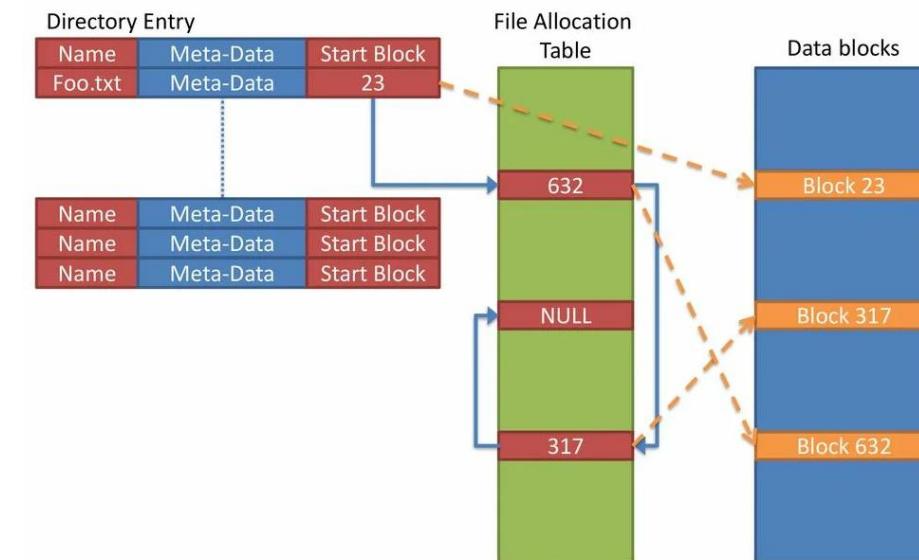
- Для того чтобы можно было найти файл по его имени, на диске имеется каталог, представляющий собой своеобразную базу данных.
- Запись о файле содержит имя файла, адрес первого сектора, с которого начинается файл, объем файла, а также дату и время его создания.
- Полная информация о секторах, которые занимают файлы, содержится в таблице размещения файлов (FAT — File Allocation Table).
- Для размещения каталога — базы данных и таблицы FAT на гибком диске отводятся секторы со 2 по 33.
- Первый сектор отводится для размещения загрузочной записи операционной системы.
- Сами файлы могут быть записаны, начиная с 34 сектора.

Таблица размещения файлов FAT

- **FAT (File Allocation Table «таблица размещения файлов»)** — классическая архитектура файловой системы, которая из-за своей простоты всё ещё широко применяется для флеш-накопителей. Ранее находила применение на дискетах и на жёстких дисках. **Существует четыре версии FAT — FAT12, FAT16, FAT32 и exFAT (FAT64).**



File-Allocation Table



Файловая система FAT (File Allocation Table) использует логическую абстракцию кластеров для управления файлами, но не хранит напрямую физические координаты (дорожка, сектор, участок) на диске. Физическое расположение данных определяется драйвером устройства или контроллером диска, который преобразует логические адреса (номера кластеров) в физические координаты (C/H/S: Cylinder/Head/Sector).

Характеристики файловых систем

	FAT 12	FAT 16	FAT 32
Разработчик		Microsoft	
Полное название	File Allocation Table (Таблица размещения файлов)		
	(12-битная версия)	(16-битная версия)	(32-битная версия)
Представлена	1980 (Microsoft Disk BASIC)	август 1984 (MS-DOS 3.00, урезанная) полноценная — июль 1988, MS-DOS 4.0	Август 1996 (Windows 95 OSR 2)
Идентификатор тома	0x01 (MBR)	0x04, 0x06, 0x0E (MBR)	0x0B, 0x0C (MBR) EBD0A0A2-B9E5-4433-87C0-68B6B72699C7 (GPT)
Структуры			
Содержимое каталога		Таблица	
Размещение файлов		Линейный список	
Сбойные блоки		Тегирование кластера	
Ограничения			
Размер файла	32 МВ	2 ГБ	4 ГБ
Количество кластеров	4084	65 524	268 435 445 ($2^{28}-12$)
Длина имени файла	8.3 или 255 символов при использовании LFN		
Размер тома	2 МВ (512 байт на сектор) 32 МВ (64 Кб на кластер)	2 ГБ , 4 ГБ (64 Кб на кластер, поддерживается не везде)	2 ТВ 8 ТВ (32 Кбайт на сектор)
Возможности			
Сохраняемые даты		Создания, модификации, доступа	
Диапазон дат		1 января 1980 — 31 декабря 2107	
Дополнительные данные		Изначально не поддерживаются	
Атрибуты файлов		Только для чтения, скрытый, системный, метка тома, подкаталог, архивный	
Разграничение прав доступа		Нет	
Прозрачное сжатие		Отдельные утилиты (Stacker, DoubleSpace, DriveSpace)	
Прозрачное шифрование		Сторонние утилиты или клоны DOS	

Файловая система FAT

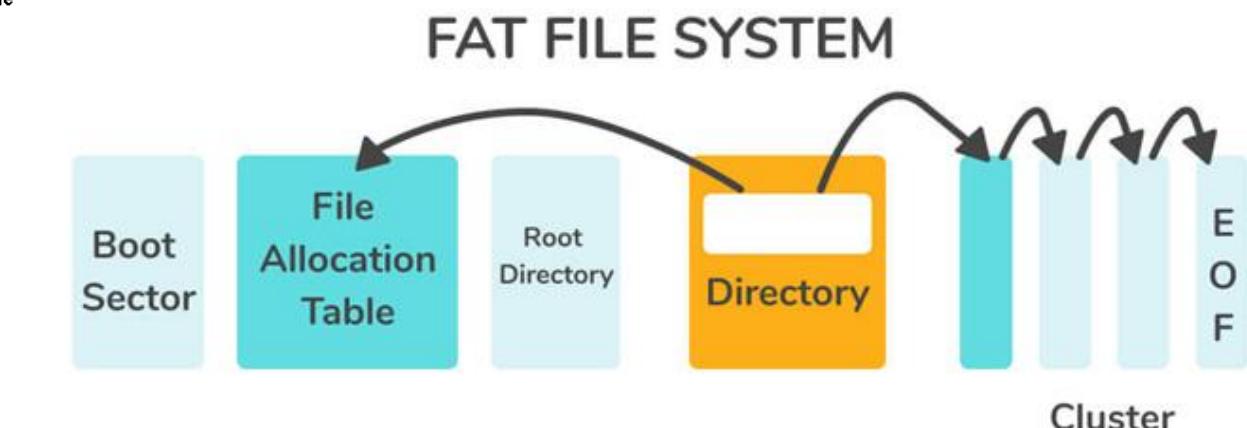
- В файловой системе FAT смежные секторы диска объединяются в единицы, называемые кластерами. Количество секторов в кластере равно степени двойки.
- Для хранения данных файла отводится целое число кластеров (минимум один), так что, например, если размер файла составляет 40 байт, а размер кластера 4 Кбайт, реально занят информацией файл будет лишь 1% отведённого для него места.
- В FAT 12 и FAT 16 также специально выделялась область корневого каталога. Она имела фиксированное положение (непосредственно после последнего элемента таблицы FAT) и фиксированный размер в 32-байтных элементах, то есть при описании в Partition Boot Record (PBR) указывается именно количество 32-байтных элементов, каждый из которых описывает какой-либо элемент корневого каталога (будь то файл или другой вложенный каталог).
- Первая структура тома FAT называется BPB (BIOS parameter block) и расположена в зарезервированной области, в нулевом секторе. Эта структура содержит информацию, идентифицирующую тип файловой системы и физические характеристики носителя (дискеты или раздела на жёстком диске).



Системы FAT12 и FAT16



Система FAT32



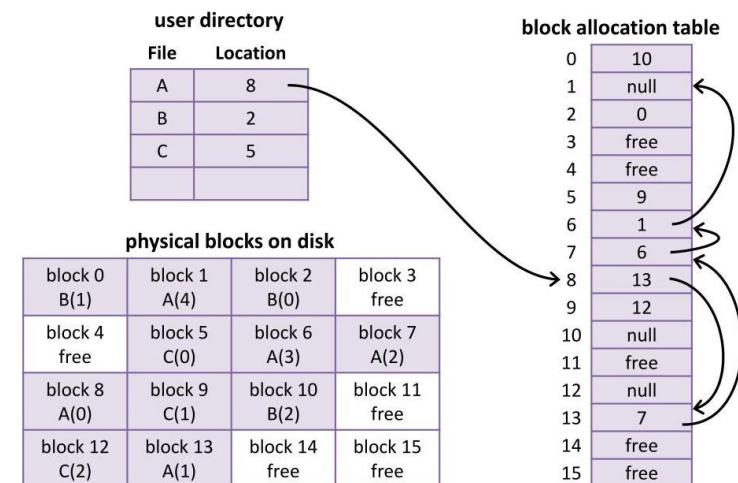
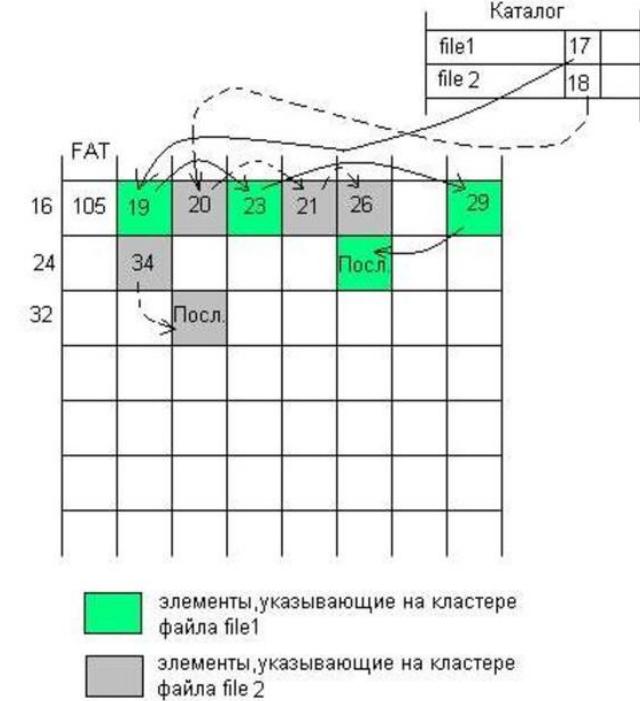
Файловая система FAT

- **FAT** — это, по сути, карта всего дискового пространства, разделенного на единицы, называемые кластерами.
- **Кластер** — это минимальная единица дискового пространства, выделяемая файлу, и он может состоять из одного или нескольких секторов.
- **Для каждого кластера на диске в таблице FAT есть соответствующая запись (элемент).**
- **Эта запись сообщает о состоянии кластера:**
 - **Свободен**: Кластер не используется и может быть выделен для нового файла.
 - **Занят**: Кластер содержит часть файла. В этом случае запись в FAT будет содержать номер следующего кластера, принадлежащего этому же файлу.
 - **Конец файла (EOF)**: Это специальное значение (например, 0xFFFF для FAT 12) указывает, что данный кластер является последним в цепочке для этого файла.
 - **Поврежденный**: Кластер помечен как сбойный и не будет использоваться.
- **Если кластер принадлежит файлу, то** соответствующая ему ячейка в таблице FAT содержит номер следующего кластера этого же файла. Если ячейка соответствует последнему кластеру файла, то она содержит специальное значение (0xFFFF для FAT 16). Таким образом выстраивается цепочка кластеров файла.
- **Неиспользуемым кластерам в таблице соответствуют нули.** «Плохим» кластерам (которые исключаются из обработки, например, по причине нечитаемости соответствующей области устройства) также соответствует специальный код (0xFFFF7 для FAT 16).
- **При удалении файла** первый знак имени заменяется специальным кодом 0xE5, и цепочка кластеров файла в таблице размещения обнуляется. Поскольку информация о размере файла (которая располагается в каталоге рядом с именем файла) при этом остаётся нетронутой, в случае, если кластеры файла располагались на диске последовательно и не были перезаписаны новой информацией, удалённый файл можно восстановить.

Файловая система FAT

Списки указателей файлов в FAT

- **Как происходит чтение файла практике в FAT:**
- **Поиск файла:** Операционная система читает корневой каталог (или любой другой каталог), чтобы найти запись для нужного файла.
- **Начало цепочки:** Из записи каталога она извлекает номер первого кластера файла.
- **Следование по цепочке:** Система обращается к таблице FAT по индексу, равному номеру первого кластера. Значение, хранящееся в этой ячейке FAT, указывает на номер следующего кластера.
- **Чтение данных:** Система считывает данные из текущего кластера.
- **Переход к следующему:** Затем система использует номер следующего кластера (полученный на шаге 3) как новый индекс для таблицы FAT, чтобы найти следующий фрагмент файла. Этот процесс повторяется.
- **Конец файла:** Цикл продолжается до тех пор, пока в ячейке FAT не встретится маркер конца файла (EOF). Это означает, что все части файла были найдены и прочитаны.



Определяем местоположение файла

- Для вычисления физического положения файла на 3,5-дюймовой дискете в файловой системе FAT 12 необходимы следующие параметры из блока параметров BIOS (BIOS Parameter Block, BPB):
 - Количество зарезервированных секторов (**Reserved Sectors**) — число секторов в начале тома, отведённых под загрузочный сектор и служебные данные (обычно 1 сектор).
 - Количество таблиц FAT (**Number of FATs**) — обычно 2 копии FAT.
 - Размер одной таблицы FAT в секторах (**Sectors per FAT**) — сколько секторов занимает одна FAT.
 - Количество секторов в корневом каталоге (**Root Directory Sectors**) — вычисляется на основе максимального количества записей в корневом каталоге (Root Entries) и размера записи (32 байта).
 - Количество секторов в кластере (**Sectors per Cluster**) — размер кластера, минимальной единицы выделения для файла.
 - Общее количество секторов (**Total Sectors**) — общий размер тома в секторах (используется для проверки).
- С помощью этих параметров вычисляется:
Первый сектор области данных = Reserved Sectors + (Number of FATs × Sectors per FAT) + Root Directory Sectors
- Далее физический сектор начала файла определяется по формуле:
Физический сектор файла = Первый сектор области данных + (Номер первого кластера - 2) × Sectors per Cluster
- Таким образом, для вычисления физического положения файла нужны именно эти параметры BPB, которые содержатся в загрузочном секторе дискеты

Определяем местоположение файла

- Таблица FAT (File Allocation Table) обеспечивает связь между физическим расположением кластеров на диске и их логической адресацией следующим образом:
 - Каждому кластеру на диске соответствует элемент (ячейка) в таблице FAT, индекс которого совпадает с номером кластера. Таким образом, таблица FAT — это массив указателей, где каждый элемент хранит информацию о состоянии соответствующего кластера.
 - В записи каталога файла хранится номер первого кластера, с которого начинается файл. Этот номер используется как индекс в таблице FAT для получения следующего кластера файла.
 - Если файл занимает несколько кластеров, таблица FAT содержит цепочку ссылок: элемент таблицы для текущего кластера указывает номер следующего кластера файла. Таким образом, через последовательное чтение значений из таблицы FAT можно получить полный список физических кластеров, занятых файлом.
 - Конец файла (EOF) обозначается специальным значением в элементе таблицы FAT для последнего кластера файла (например, для FAT12 — значения $\geq 0x0FF8$).
 - Если кластер свободен, соответствующий элемент таблицы FAT содержит 0; если кластер повреждён — специальный маркер.
 - Таким образом, таблица FAT реализует структуру связанного списка кластеров, где логическая адресация файла (через номера кластеров) преобразуется в физическое расположение данных на диске (через номера секторов, соответствующих кластерам)
- Таблица FAT связывает логический номер кластера (адрес, используемый файловой системой) с физическим расположением данных на диске, указывая для каждого кластера либо следующий кластер файла, либо признак конца файла, либо состояние кластера (свободен/повреждён). Это позволяет эффективно управлять размещением файлов и их чтением/записью на физическом носителе.

Процесс чтения файла с дискеты

Процесс чтения файлов с дискеты включает в себя следующие шаги:

- 1. Инициализация дискеты:** Операционная система инициализирует дисковод и дискету, проверяя ее наличие и готовность к работе. Поворотный привод и индексный датчик совместно перемещают головки чтения/записи на дорожку 0 (стартовую дорожку на дискете). Как только датчик достигает этой стартовой дорожки, компьютер готов к считыванию или записи файлов на дискету.
- 2. Чтение загрузочного сектора:** Операционная система читает загрузочный сектор (сектор 0) дискеты, который содержит информацию о файловой системе и структуре диска.
- 3. Чтение таблицы FAT:** Операционная система читает таблицу FAT (File Allocation Table), которая содержит информацию о размещении файлов на диске.
- 4. Поиск файла:** Операционная система ищет файл, который необходимо прочитать, в каталоге дискеты.
- 5. Чтение записи каталога:** Операционная система читает запись каталога для найденного файла, которая содержит информацию о файле, включая его размер, дату и время создания, и номер первого кластера.
- 6. Чтение кластеров:** Операционная система читает кластеры, составляющие файл, начиная с первого кластера, указанного в записи каталога. Для этого она использует информацию из таблицы FAT, чтобы определить следующий кластер в цепочке.
- 7. Сборка файла:** Операционная система собирает файл из прочитанных кластеров и передает его прикладному программному обеспечению.

Процесс чтения файла с дискеты

Более подробно:

1. Операционная система получает от прикладного программного обеспечения запрос на чтение файла.
2. ОС находит корневой каталог дискеты и ищет в нем запись для запрошенного файла.
3. Найдя запись, она извлекает из нее **номер первого кластера файла**.
4. Затем ОС обращается к **таблице FAT** и по номеру первого кластера определяет **следующий кластер**, в котором хранятся данные файла.
5. ОС считывает данные из этого кластера и повторяет процесс, пока не прочитает весь файл.

Пример:

Если файл example.txt занимает кластеры 3, 5 и 7:

1. ОС читает из каталога, что example.txt начинается с кластера 3.
2. Из FAT она узнает, что за кластером 3 следует кластер 5.
3. Она читает кластер 5.
4. Из FAT она узнает, что далее идет кластер 7.
5. Она читает кластер 7.
6. Файл example.txt теперь прочитан.

Такой процесс обеспечивает, что файлы могут быть фрагментированы, т.е. располагаться в несмежных кластерах. Это удобно для оптимизации использования дискового пространства.

Запись файлов на дискету

Запись файлов на дискету включает в себя следующие шаги:

- 1. Поиск свободного места:** Операционная система ищет свободные кластеры на дискете, используя таблицу FAT.
- 2. Выделение кластеров:** Операционная система выделяет свободные кластеры для записи файла.
- 3. Запись кластеров:** Операционная система записывает данные файла в выделенные кластеры.
- 4. Обновление таблицы FAT:** Операционная система обновляет таблицу FAT, чтобы она отражала новые связи между кластерами.

Более подробно:

1. Определение свободного пространства:

ОС анализирует таблицу FAT, чтобы найти свободные кластеры.
Если файл большой, выбираются несколько последовательных или несмежных кластеров.

2. Размещение файла:

В каталоге создаётся или обновляется запись о файле, с указанием начального кластера.
ОС следит за последовательностью кластеров, чтобы обеспечить непрерывность данных.

3. Запись данных:

Дисковод под управлением ОС записывает информацию в нужные сектора.
Процесс контролируется, чтобы избежать ошибок и потери данных.

Запись файлов на дискету

Пример:

Допустим, нужно записать файл размером 3 кластера:

1. Поиск свободного пространства:

ОС находит свободные кластеры (например, 10, 12, 15). В FAT кластер 10 помечается как занятый.

2. Запись данных:

В кластер 10 записывается первая часть файла.

ОС обновляет FAT, указывая, что следующий кластер — 12.

3. Продолжение записи:

Записываются данные в кластер 12.

FAT обновляется: следующий кластер — 15.

4. Завершение:

Записываются данные в кластер 15.

В FAT кластер 15 помечается как конец файла (EOF).

Дисковод определяет, куда записать информацию, используя:

- **Механизмы позиционирования:**

- Дисковод может точно позиционировать головку над нужной дорожкой и сектором.

- **Сигнал синхронизации:**

- Дисковод синхронизируется с контроллером, чтобы правильно записывать данные.

- **Секторная адресация:**

- Данные записываются в конкретные сектора, используя информацию о секторах и дорожках.

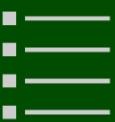
Этот процесс обеспечивает эффективное и надежное хранение данных на дискете.

Удаление файлов

- При работе с файлами DOS лишь модифицирует таблицу FAT, не трогая самих данных.
- Например, **при удалении файла** операционная система отмечает файл как удаленный в каталоге, и все записи в FAT для его цепочки кластеров отмечаются как свободные.
- Такая организация дает возможность восстанавливать данные после удаления (если, конечно, поверх них еще ничего не записано).



Конструкция и принцип действия привода дисководов



Приводы для дискет 8 дюймов, 5,25 дюйма и 3,5 дюйма

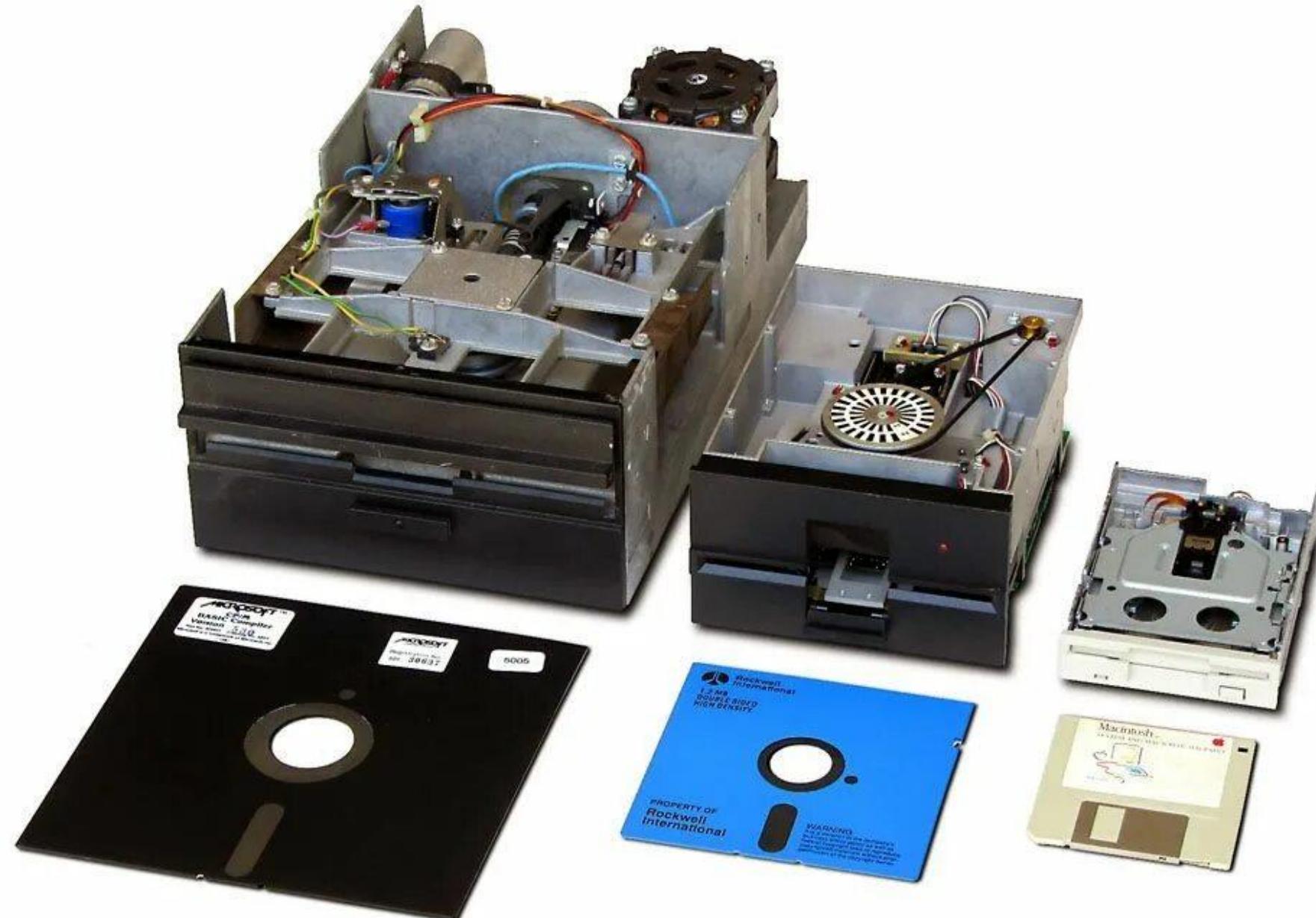


НГМД - Накопители на гибких магнитных дисках - Floppy disk drive

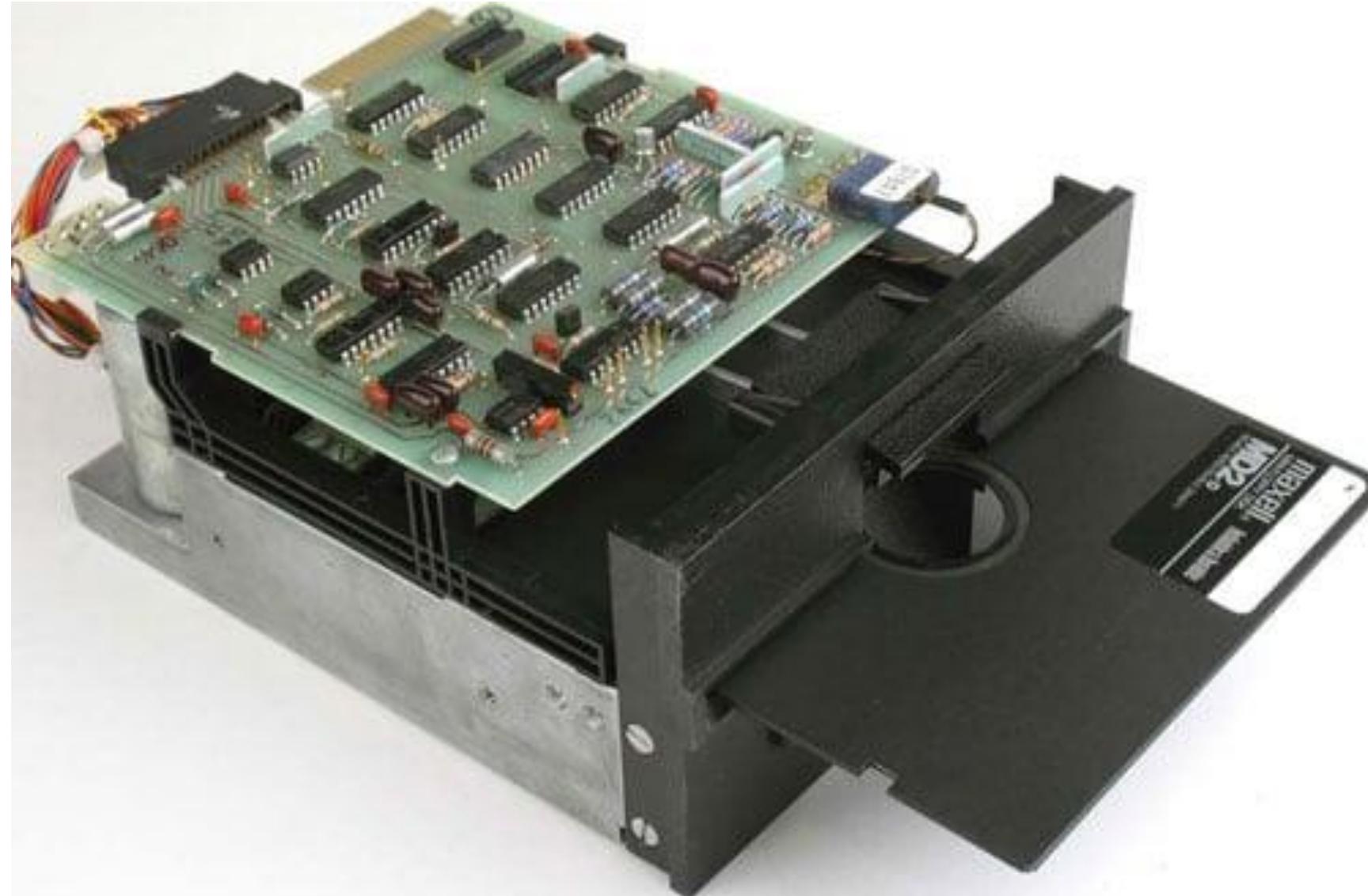
Дисководы (Приводы НГМД для дисков)

- Конструкция накопителей разных типов имеет много общего.
- Во всех дисководах имеется по несколько датчиков, которые могут быть как оптоэлектронными, так и механическими микропереключателями:
 - **1 Датчик смены носителя** – фиксирует факт загрузки дискеты. По этому сигналу контроллер привода производит поиск и считывание загрузочных записей дискеты;
 - **2 Датчик типа дискеты** – определяет тип загруженной дискеты, в соответствии с которым контроллер определяет параметры чтения и устанавливает уровень сигнала записи на магнитных головках;
 - **3 Датчик нулевого трека** – показывает позицию магнитных головок для чтения загрузочных записей дискеты;
 - **4 Датчик индекса** – формирует выходной импульс Index на каждый оборот диска для определения начала любого трека на дискете. У дисководов 5,25" – оптоэлектронный, у 3,5" – магнитный, для которого имеется отверстие в металлическом пятаке дискеты;
 - **5 Датчик защиты от записи** – определяет для контроллера привода возможность записи/стирания данных.

Приводы для дискет 8 дюймов, 5,25 дюйма и 3,5 дюйма

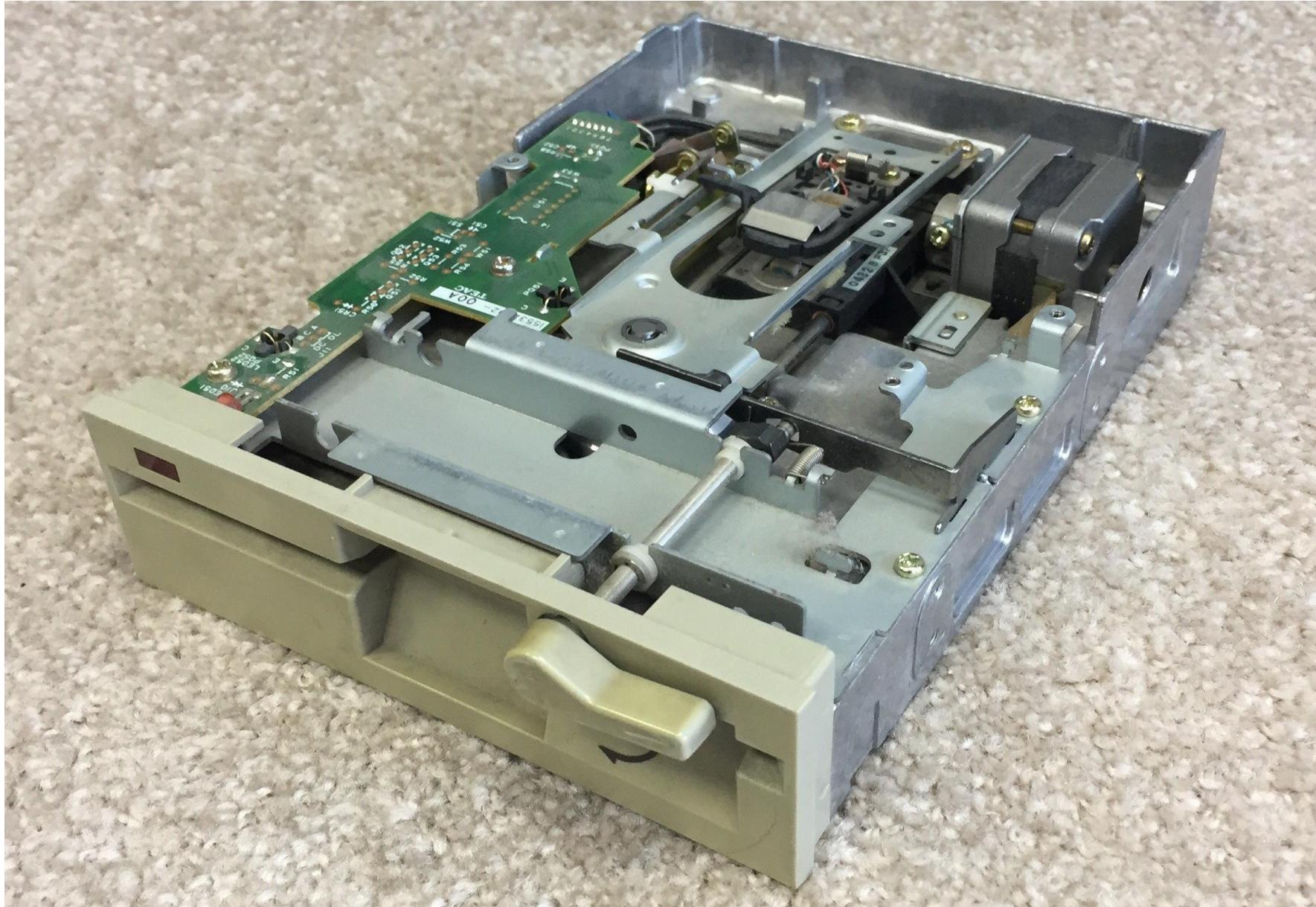


Дисковод 5.25"



Дисковод Shugart SA-400 с дискетой

Дисковод 5.25"



Дисководы в системном блоке



Дисководы в системном блоке



Дисковод 3,5" (привод НГМД 3,5", FDD 3.5)



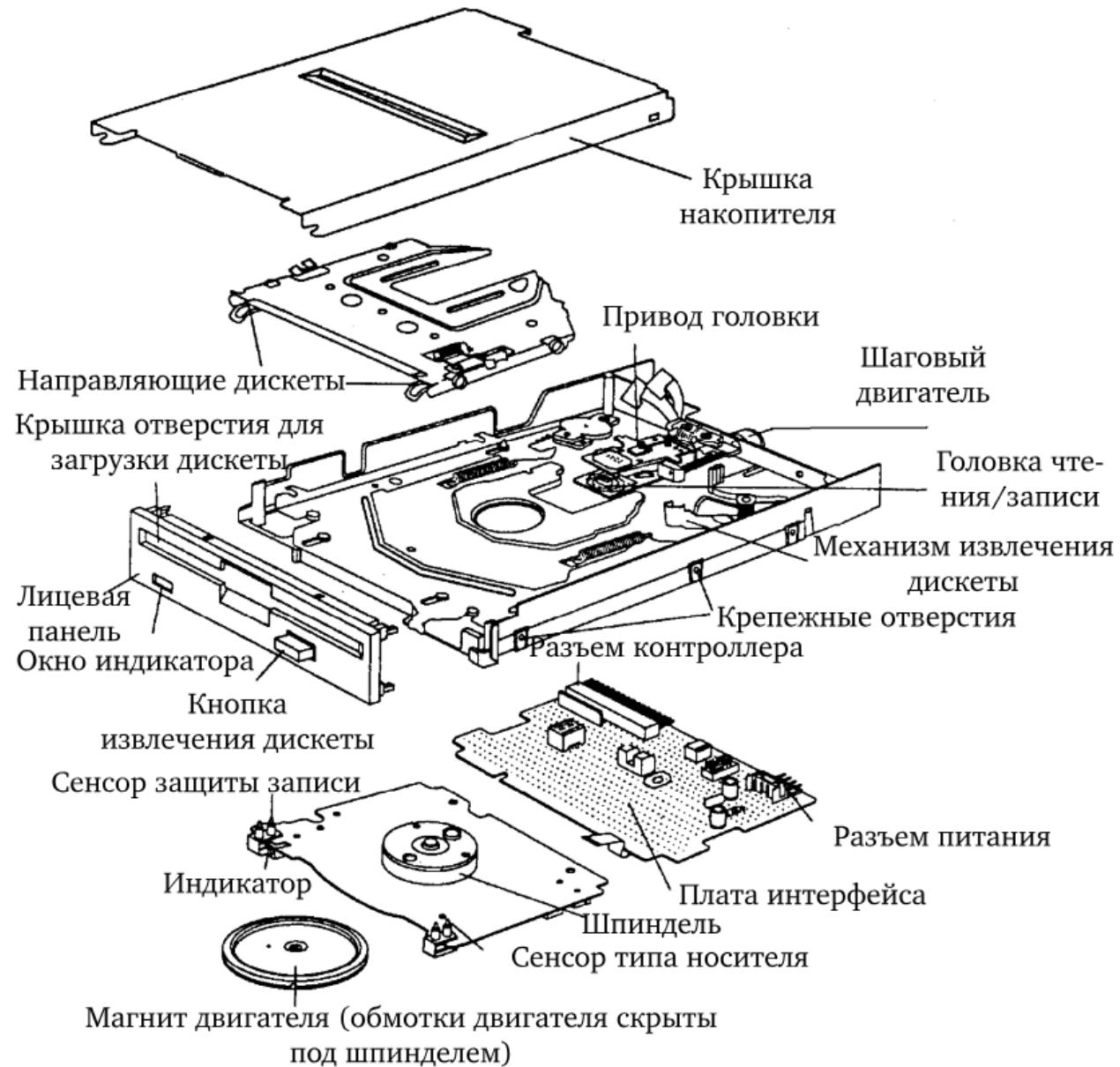
Floppy disk drive

Дисковод 3,5" (привод НГМД 3,5", FDD 3.5)

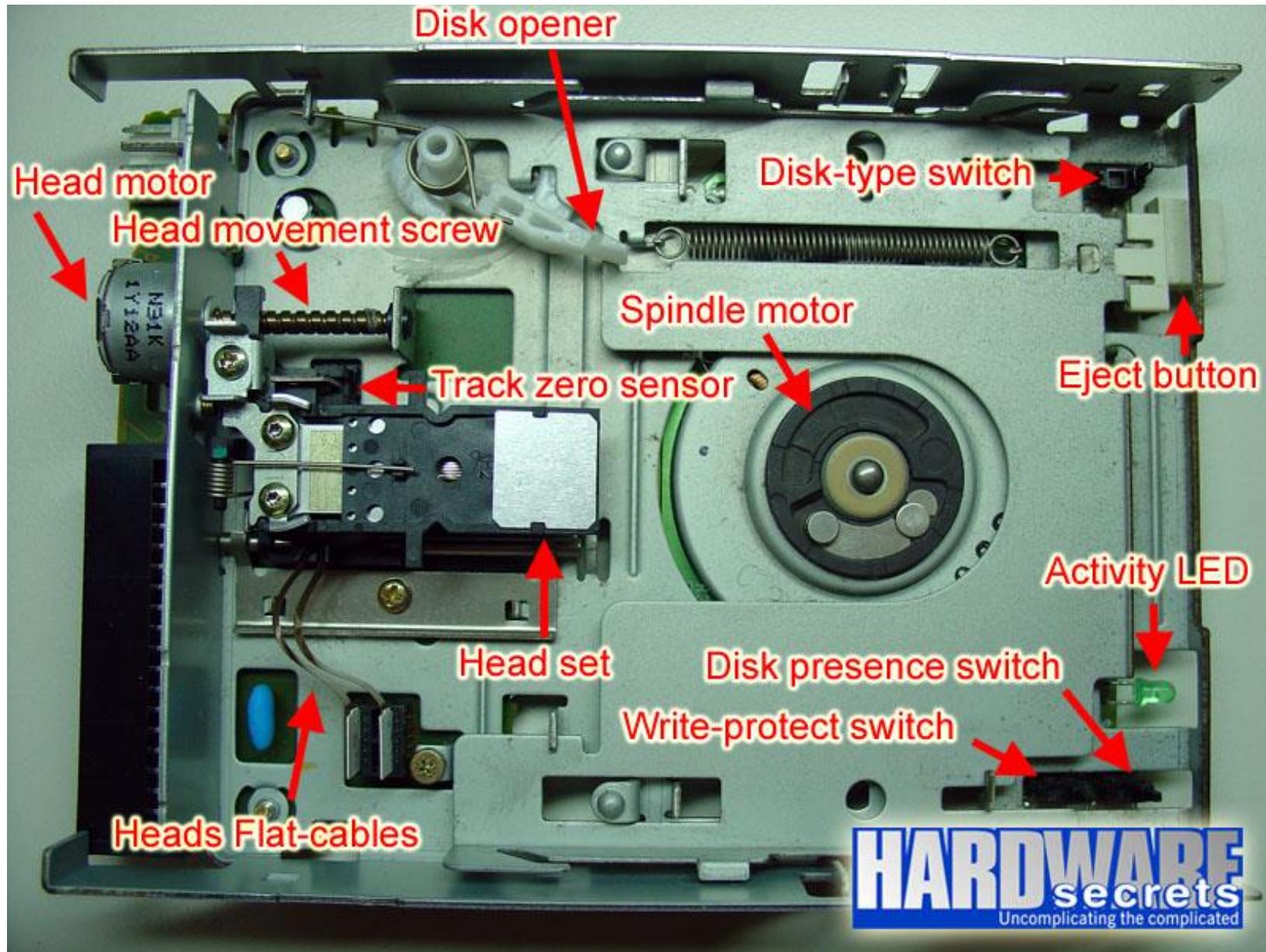


Конструкция дисковода 3,5"

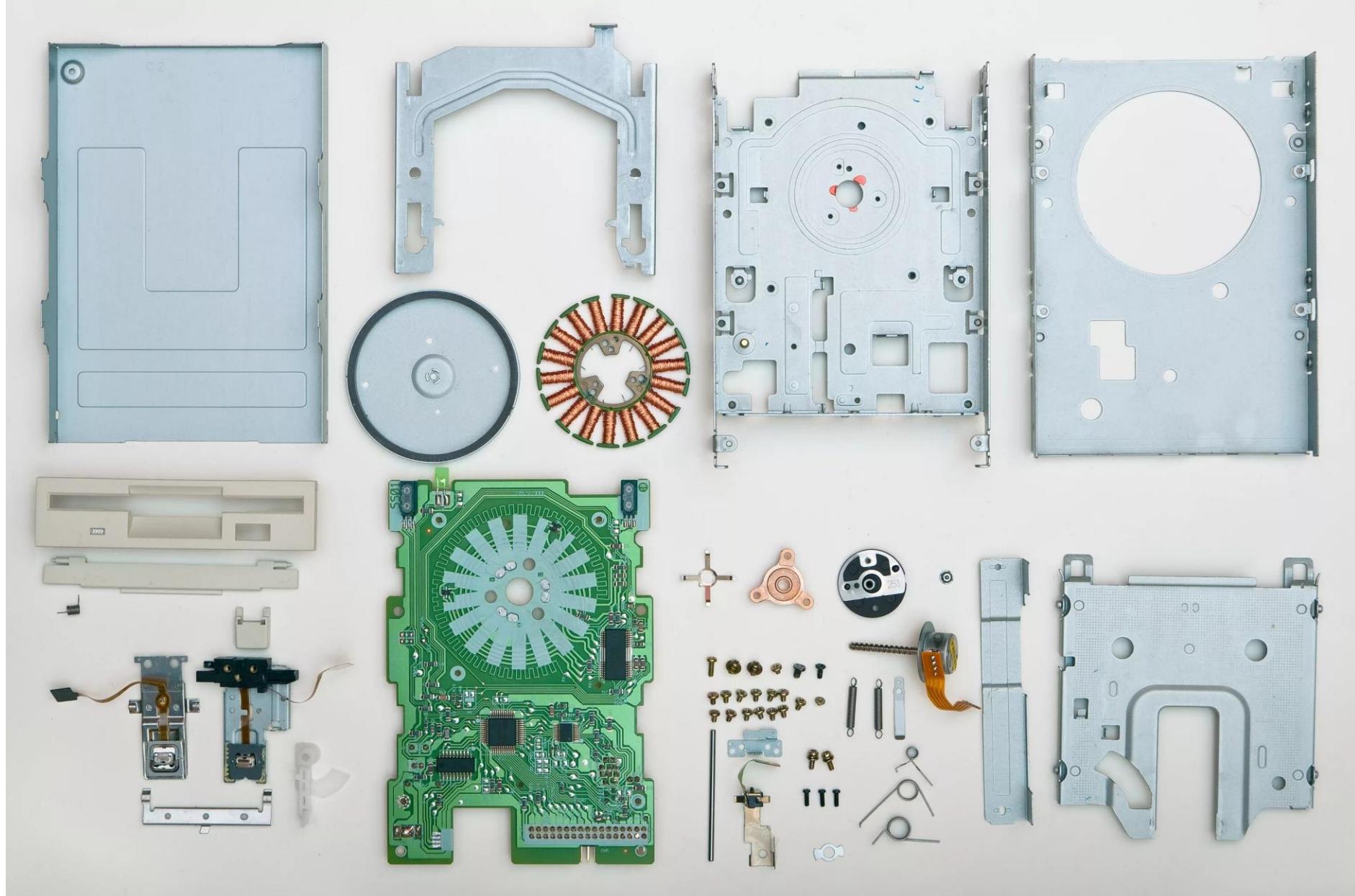
- В состав дисковода входит ряд основных элементов :
- магнитные головки чтения\записи;
- двигатель привода диска;
- шаговый двигатель привода магнитных головок;
- платы управления
- и др.



Конструкция дисковода 3,5"

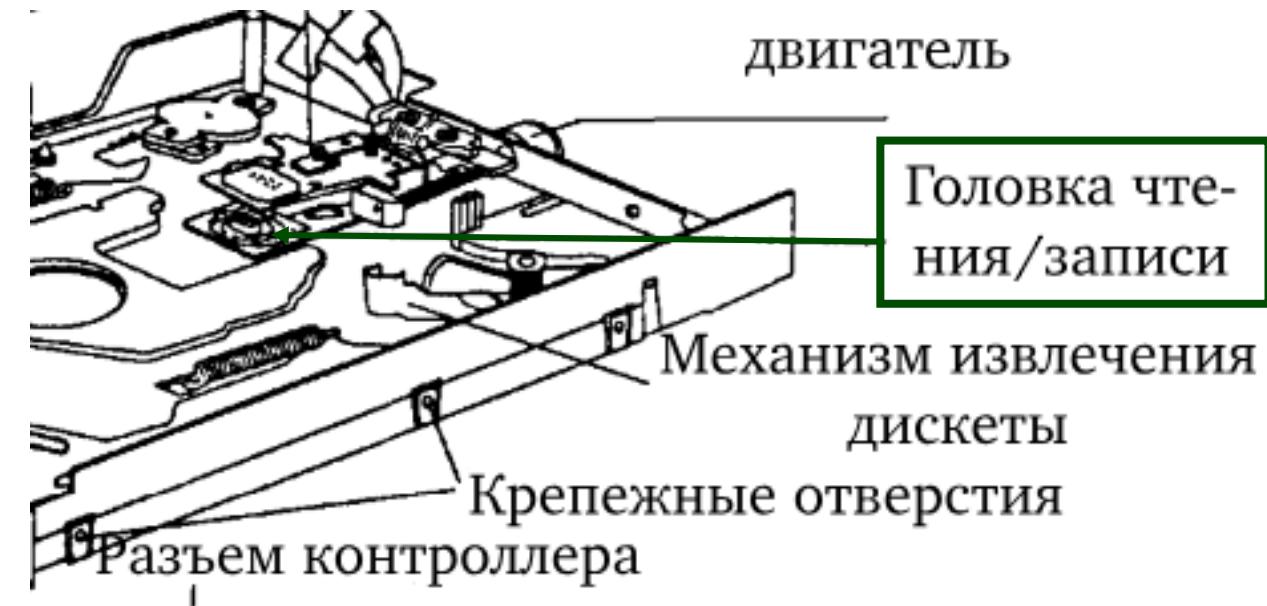


Разобранный дисковод 3,5"



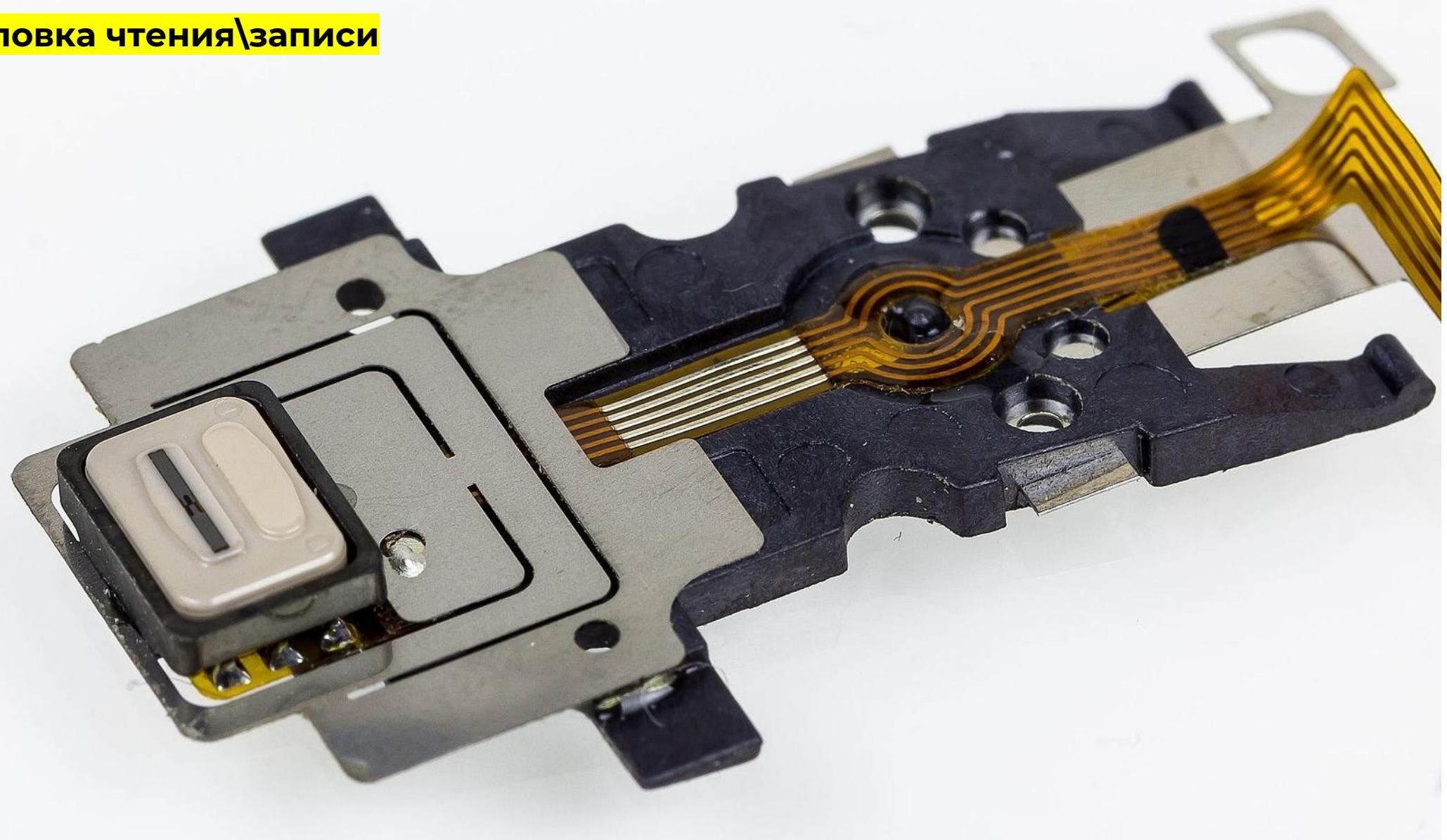
Конструкция дисковода 3,5"

- **Магнитные головки чтения\записи.**
- Дисковод имеет две головки для чтения и записи данных, т.е. является двусторонним.
- Для каждой стороны диска предназначено по одной головке; обе головки используются для чтения и записи на соответствующих поверхностях диска (нижняя сторона – 0, верхняя сторона – 1).
- Головки приводятся в движение шаговым двигателем, который называется приводом головок.
- Они могут перемещаться по прямой линии вдоль радиуса диска и устанавливаться над различными цилиндрами (дорожками).
- Поскольку верхняя и нижняя головки монтируются на одном держателе, они двигаются одновременно и не могут перемещаться независимо друг от друга.
- В рабочем положении головки прижимаются к поверхности диска пружинами.
- При недостаточно сильном прижиме запись (особенно при высокой плотности) будет неустойчивой, при слишком сильном прижиме увеличивается износ головок и дисков.



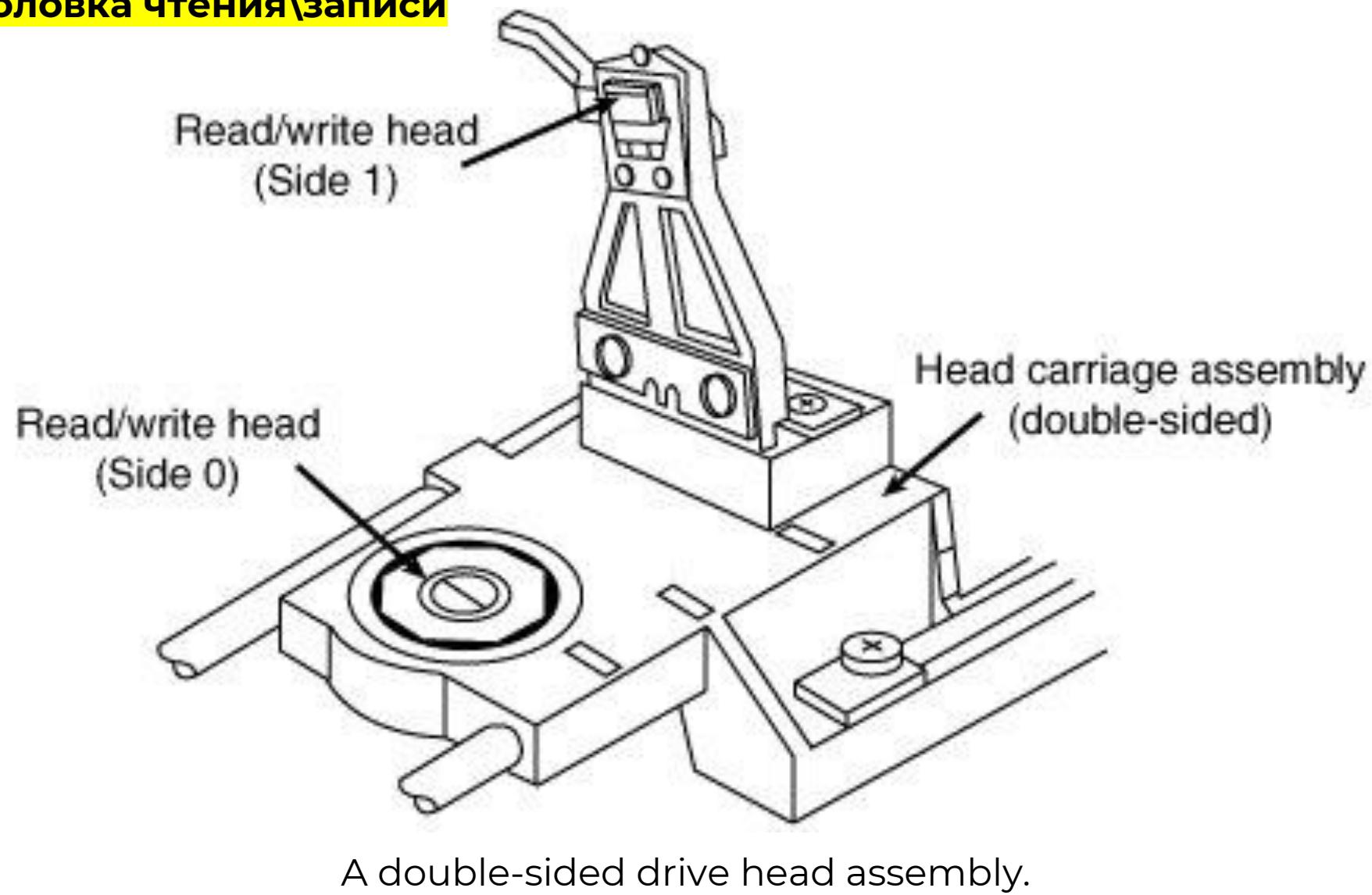
Конструкция дисковода 3,5"

Магнитная головка чтения\записи



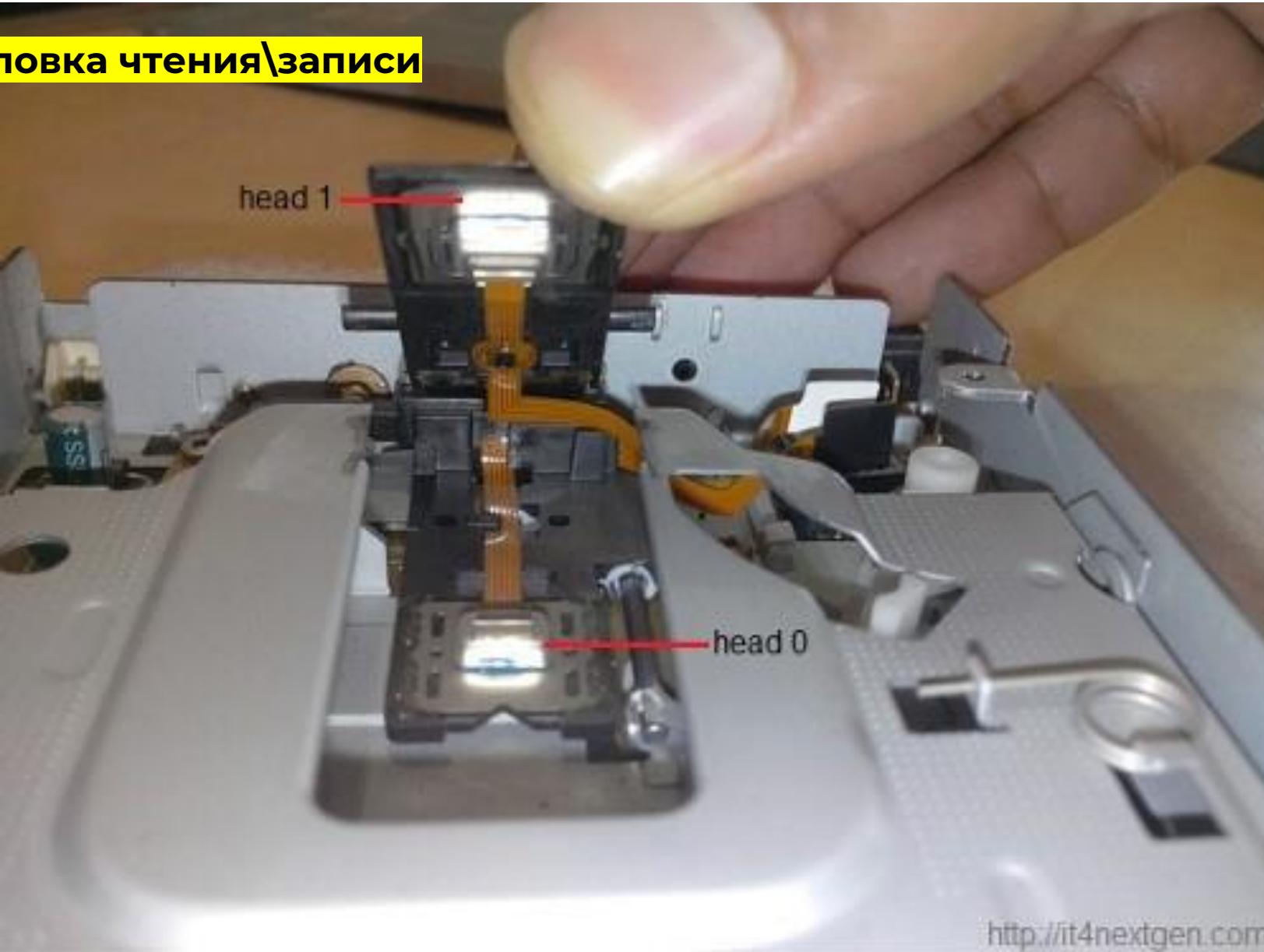
Конструкция привода дисковода 3,5"

Магнитная головка чтения\записи



Конструкция привода дисковода 3,5"

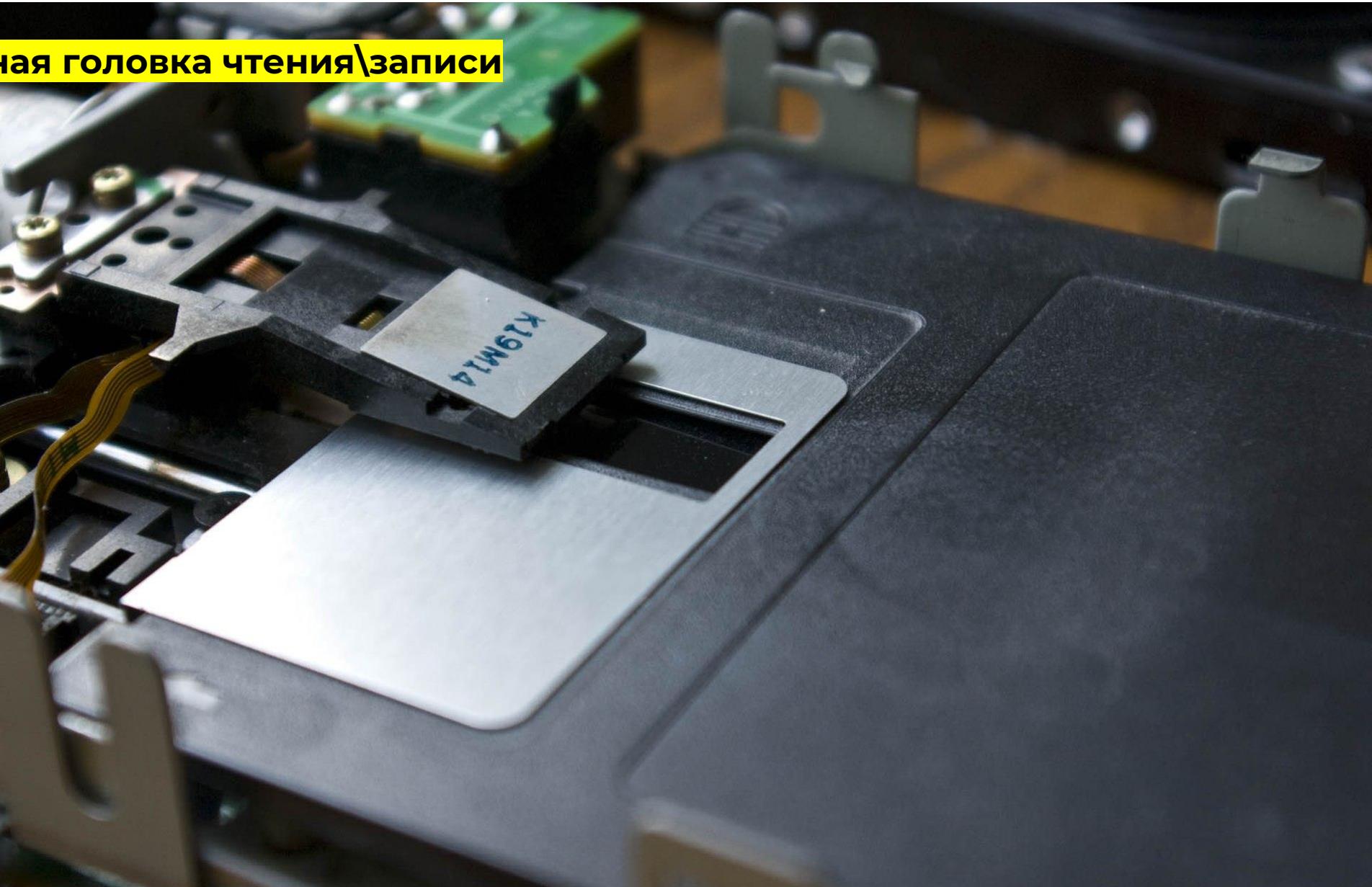
Магнитная головка чтения\записи



<http://it4nextgen.com>

Конструкция привода дисковода 3,5"

Магнитная головка чтения\записи



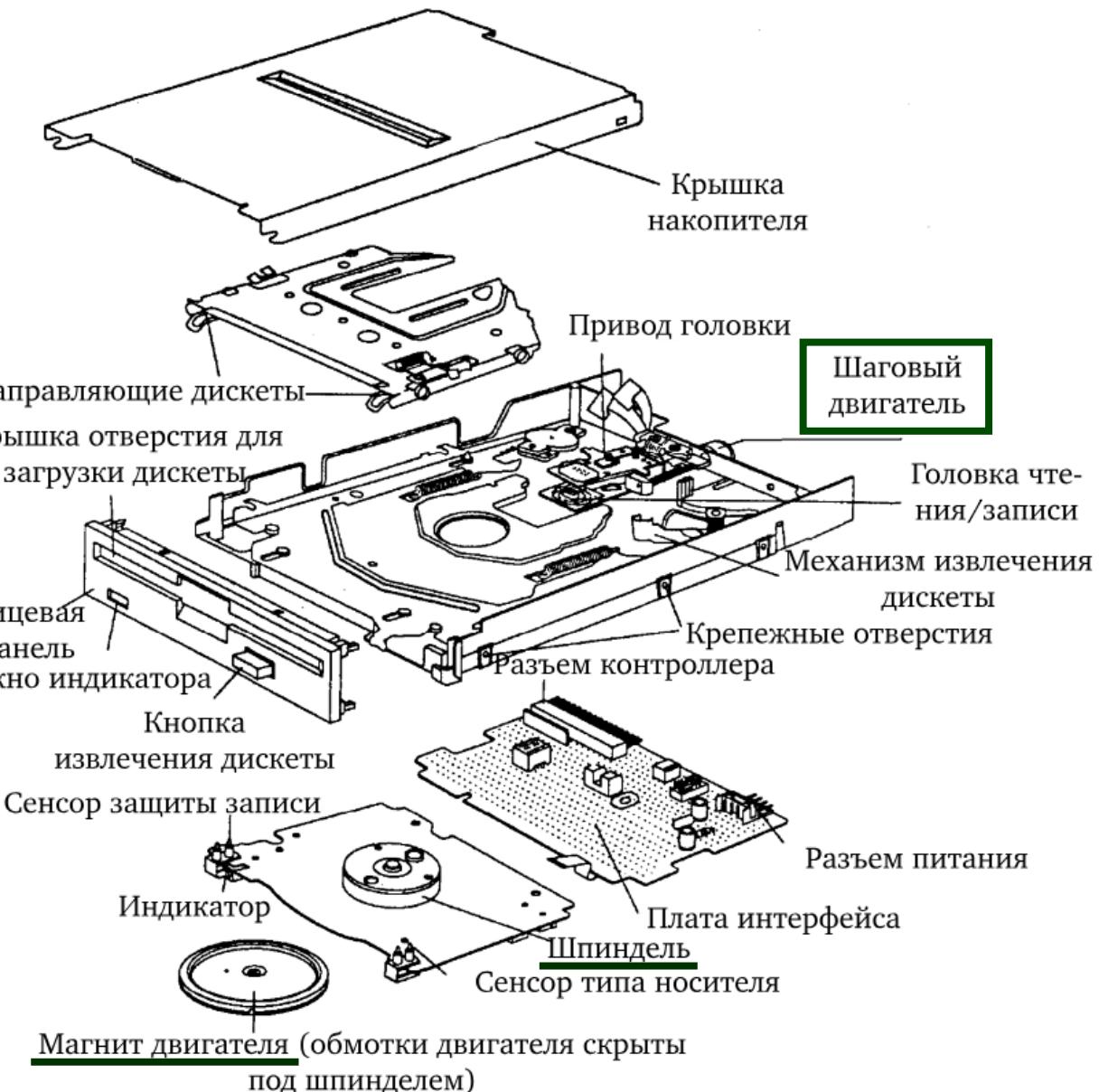
Конструкция привода дисковода 3,5"

- **Двигатель привода диска.**
- **Двигатель привода диска вращает диск.**
- Многофазные шпиндельные двигатели современных накопителей совместно с платой электроники автоматически поддерживают требуемую частоту вращения – 300 или 360 об/мин.
- Из-за невысокой стабильности частоты вращения, которую обеспечивали первые накопители, был принят формат трека с существенным запасом по числу секторов.
- Более точное поддержание частоты позволило увеличить число секторов (для обычной плотности 10 вместо 9 на трек) без риска «наползания» последнего сектора на первый при отклонении скорости вращения от номинальной (в сторону больших значений).



Конструкция привода дисковода 3,5"

- **Шаговый двигатель.**
- **Движение и позиционирование головок выполняется при помощи шагового двигателя.**
- Он издает характерный звук уже при включении РС: перемещают головки для проверки работоспособности привода.
- Шаговый двигатель под действием серии импульсов, подаваемых на обмотки, способен поворачивать свой вал на определенный угол.
- Этот угол кратен минимальному шагу, определяемому конструкцией двигателя.
- Вращательное движение вала шагового двигателя преобразуется в поступательное с помощью червячного механизма или металлической ленты, намотанной на вал.
- Таким образом, поворот вала двигателя на один шаг приводит к перемещению блока головок на один цилиндр.
- Червячная передача должна быть высококачественной – люфты в ней ведут к погрешности позиционирования.



Конструкция привода дисковода 3,5"



Шаговый двигатель. Имеются две головки для считывания носителей. Дискета находится между головкой 0 и головкой 1. Шаговый двигатель используется для перемещения головки. Шаговому двигателю необходим ступенчатый импульсный сигнал и сигнал направления, который он получает от микросхемы FDD-контроллера на материнской плате.

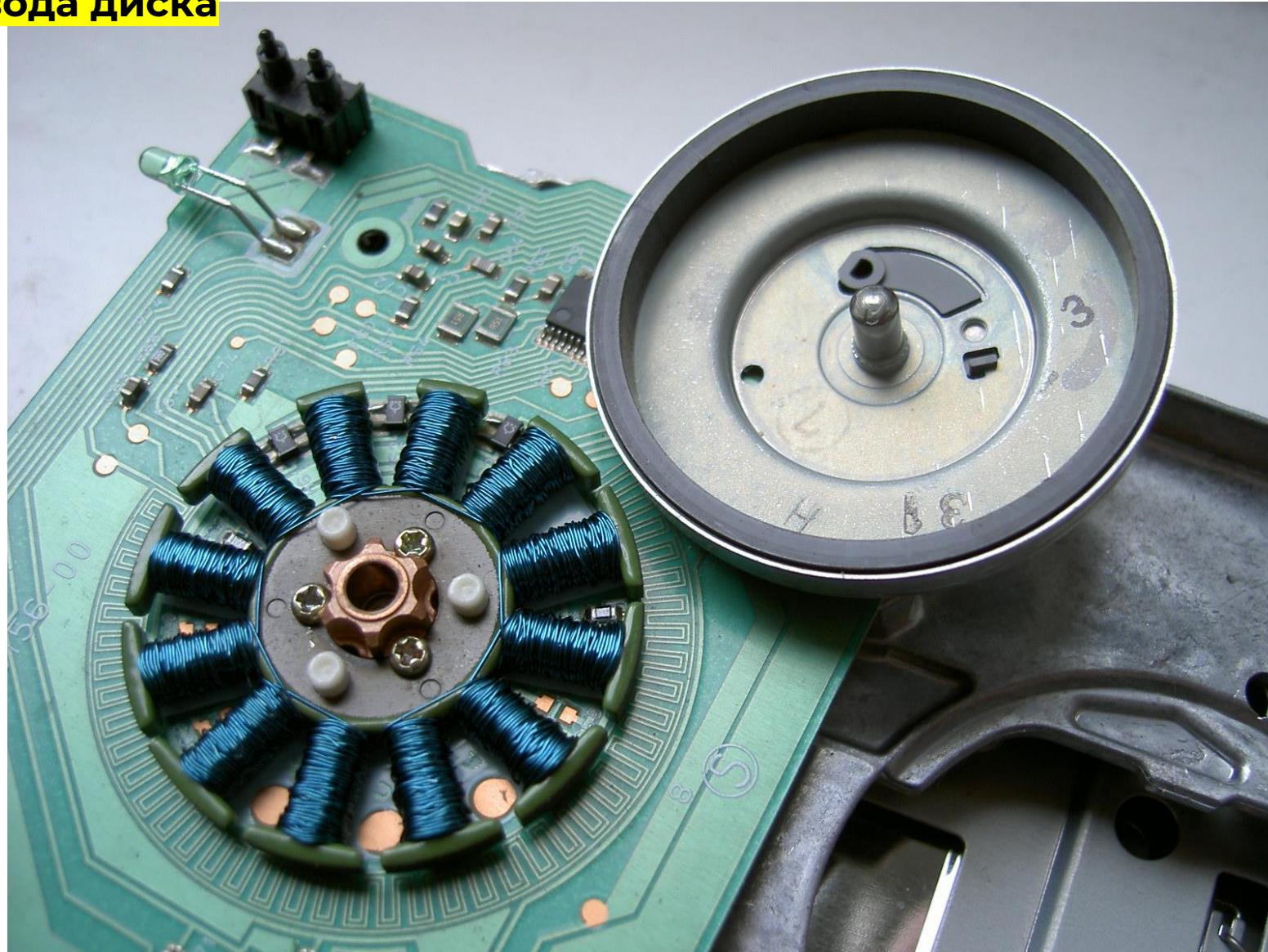
ЭВМ, периферийные устройства и контроллеры, 2025. Тема: Организация данных на магнитных носителях



Двигатель привода диска (Мотор шпинделя). Он используется для вращения носителя, то есть для вращения гибкого диска со скоростью 360 об / мин (оборот в минуту) для дискет объемом 1,22 Мб и со скоростью 300 об / мин для дискет объемом 1,44 Мб.

Конструкция привода дисковода 3,5"

Двигатель привода диска



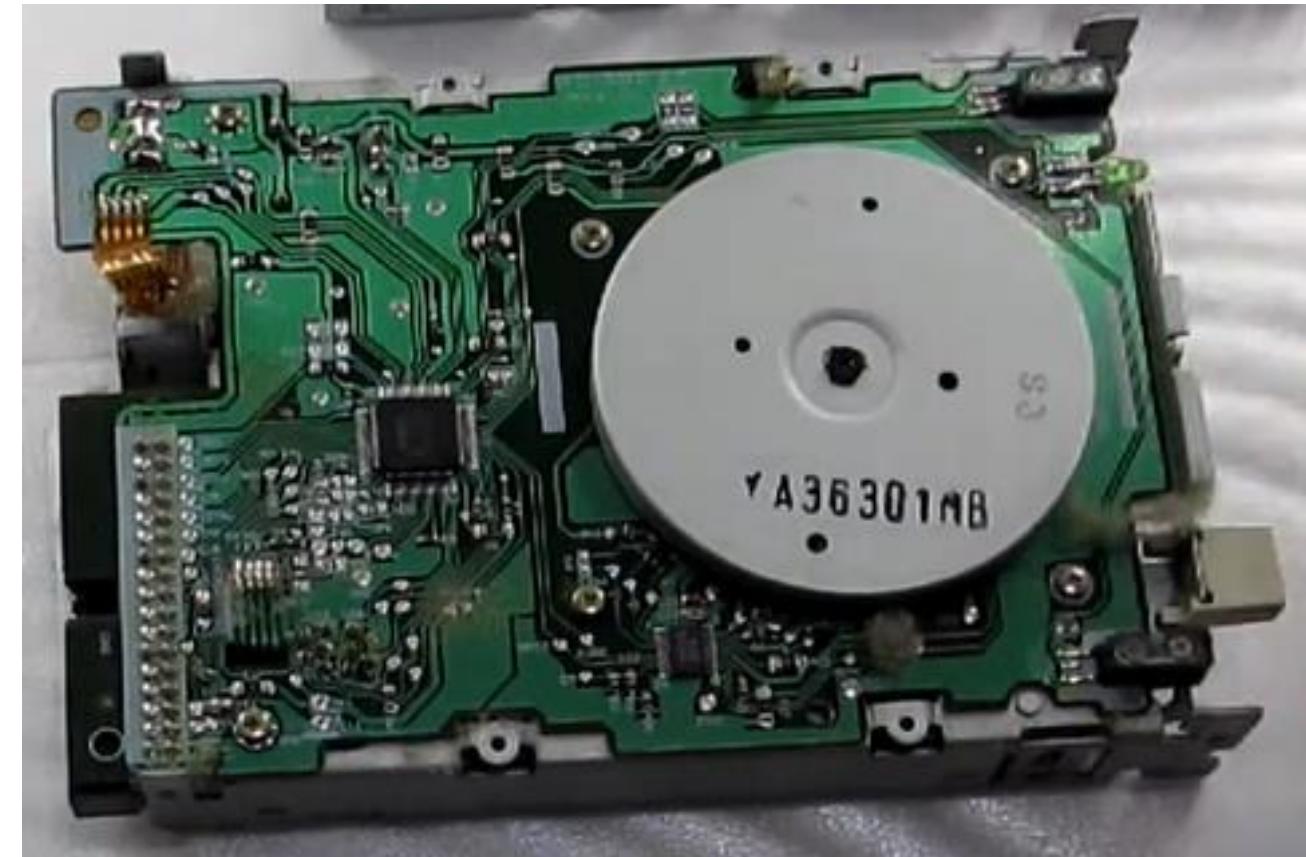
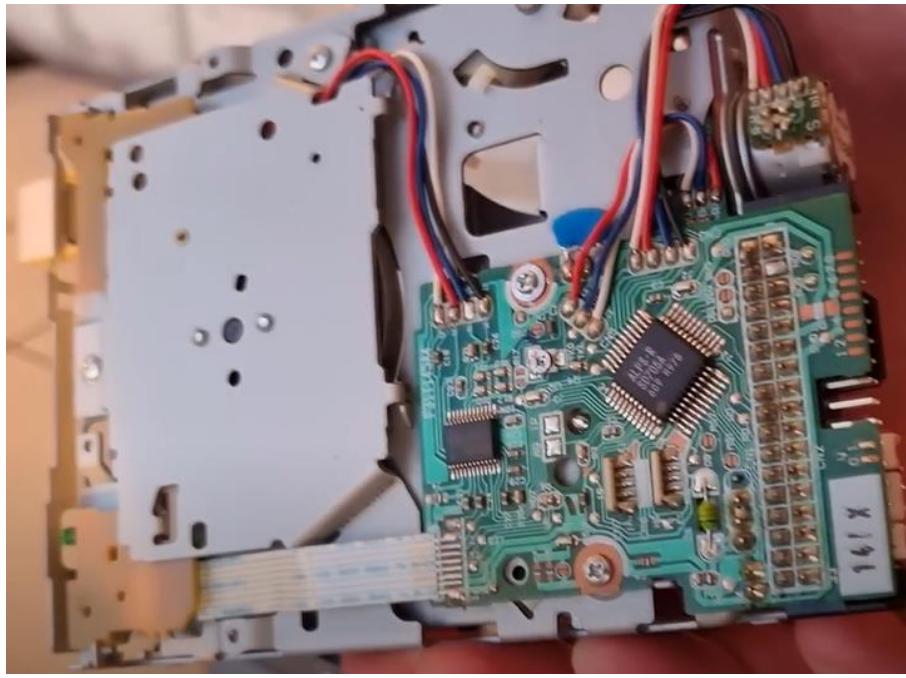
Конструкция привода дисковода 3,5"

- Ленточная передача в принципе свободна от люфтов, она обеспечивает более высокую точность и быстродействие позиционирования.
- Однако из-за изменения температуры (в процессе работы) и износа (со временем) положение треков на носителе, задаваемое только шаговым двигателем, будет меняться, и ранее записанные данные могут перестать считываться.
- С точки зрения теории автоматического управления привод с шаговым двигателем является разомкнутой системой (то есть системой без обратной связи).
- Такая система не позволяет корректировать ошибки позиционирования.
- Конечно, при всех операциях обмена проверяется адресный маркер цилиндра, и в случае его несовпадения делается повторная попытка позиционирования – возврат к нулевому цилинду и подача требуемого количества шаговых импульсов.
- При обращении к сбойным секторам дискеты эти повторные попытки, выполняемые драйвером НГМД, заметны по «рычанию», с которым устройство как будто бы «пилит» дискету.



Конструкция привода дисковода 3,5"

- **Платы управления.**
- В дисководе всегда есть одна или несколько плат управления, на которых расположены: контроллер, схемы управления приводом головок, головками чтения/записи, вращающимся двигателем, датчиками и другими компонентами дисковода.
- Обычно в ПЭВМ к одному контроллеру через специальный параллельный интерфейс FDD можно подключать до двух НГМД.



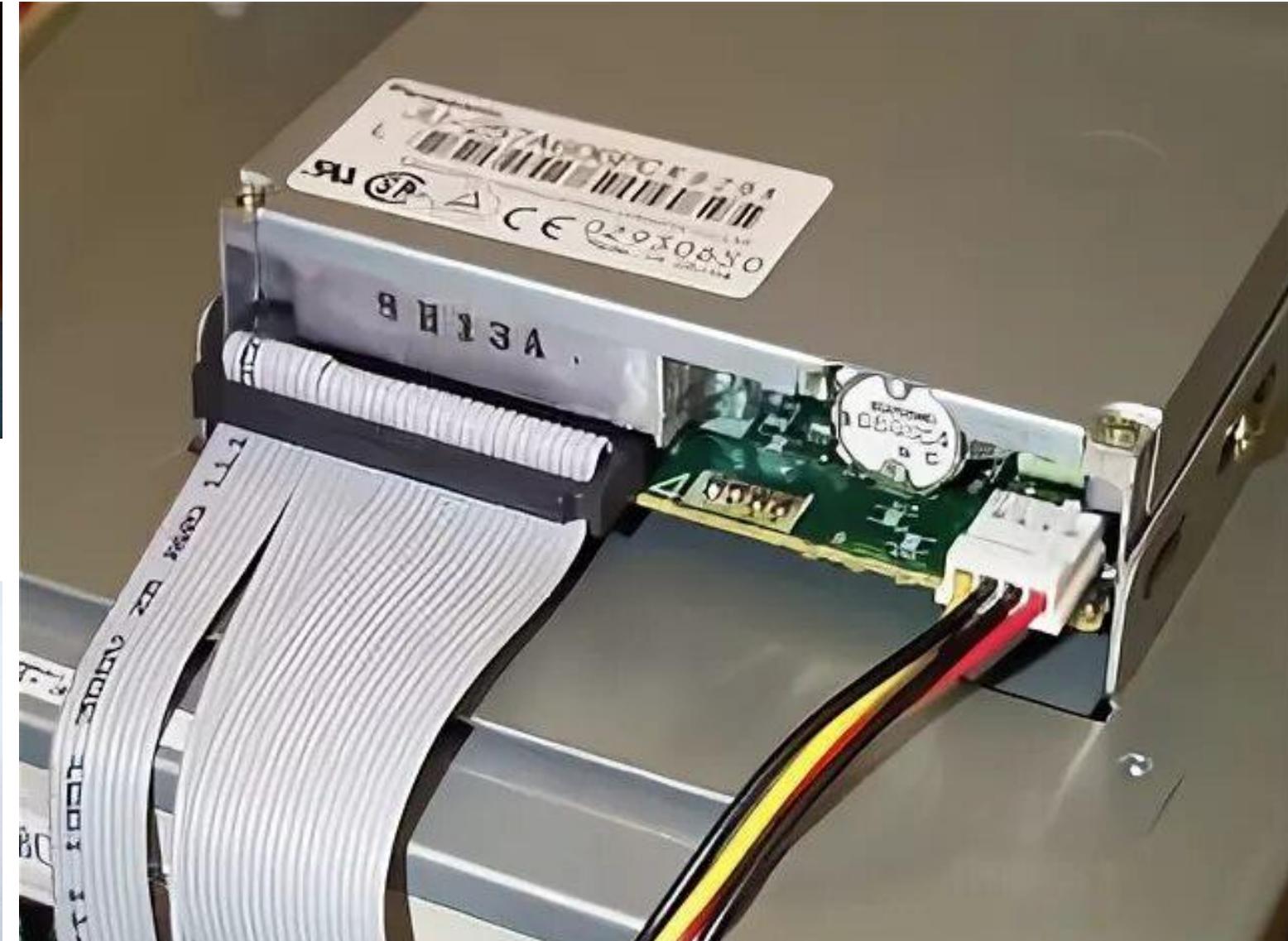
Подключение дисковода



Интерфейс для подключения 3½" дисковода гибких дисков: малогабаритный разъём питания и разъём для подключения 34-контактного сигнального кабеля.

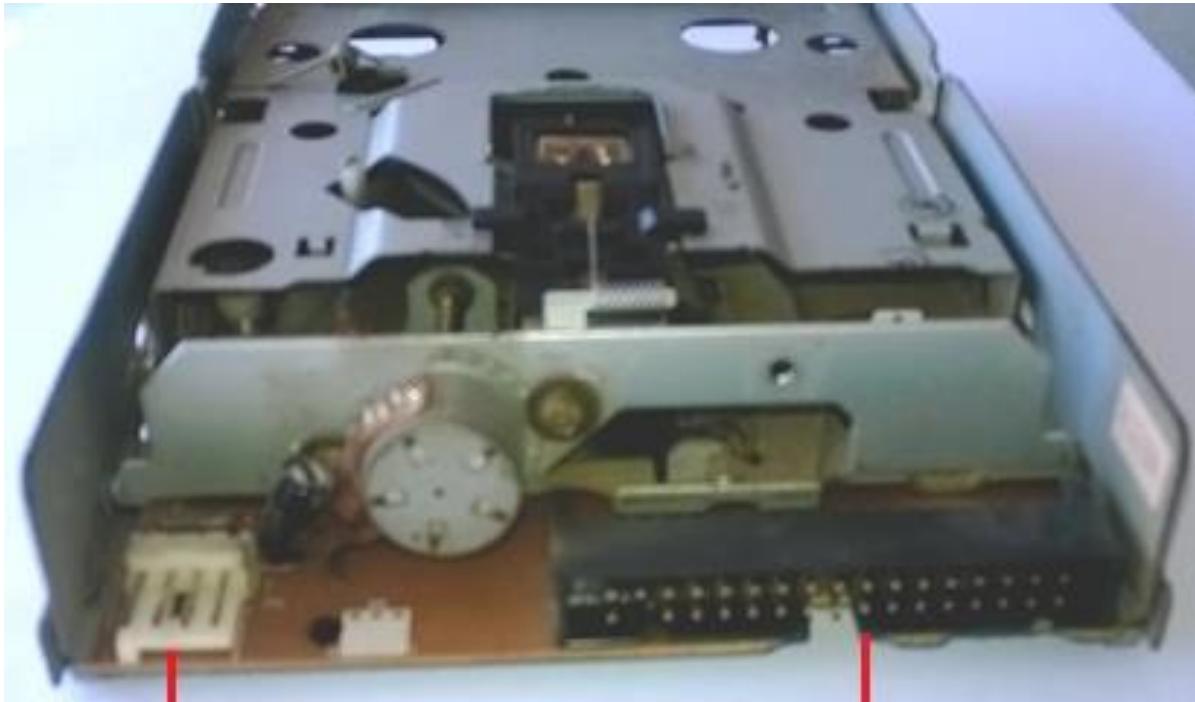


Кабели: слева питание, справа — сигнальный.



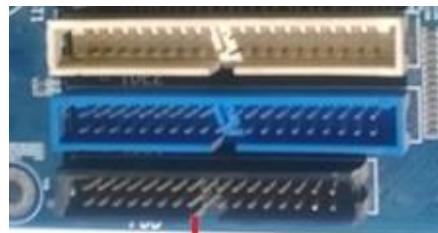
Подключение кабелей к дисководу

Подключение дисковода



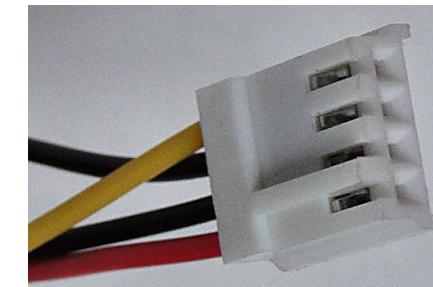
4pin power socket

34pin IDE connector for
data transfer

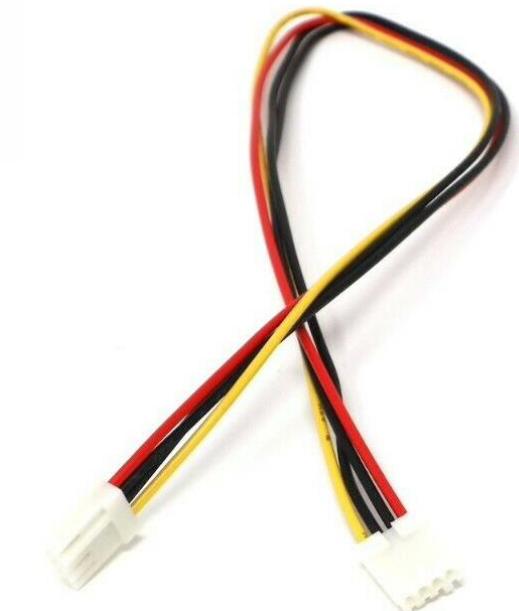


34-pin разъем на материнской плате для подключения дисковода

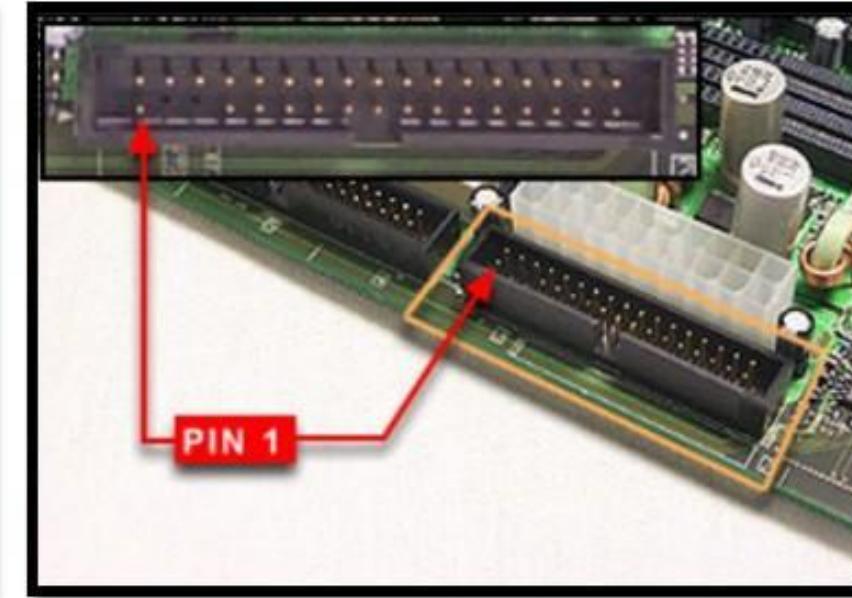
Кабель передачи данных



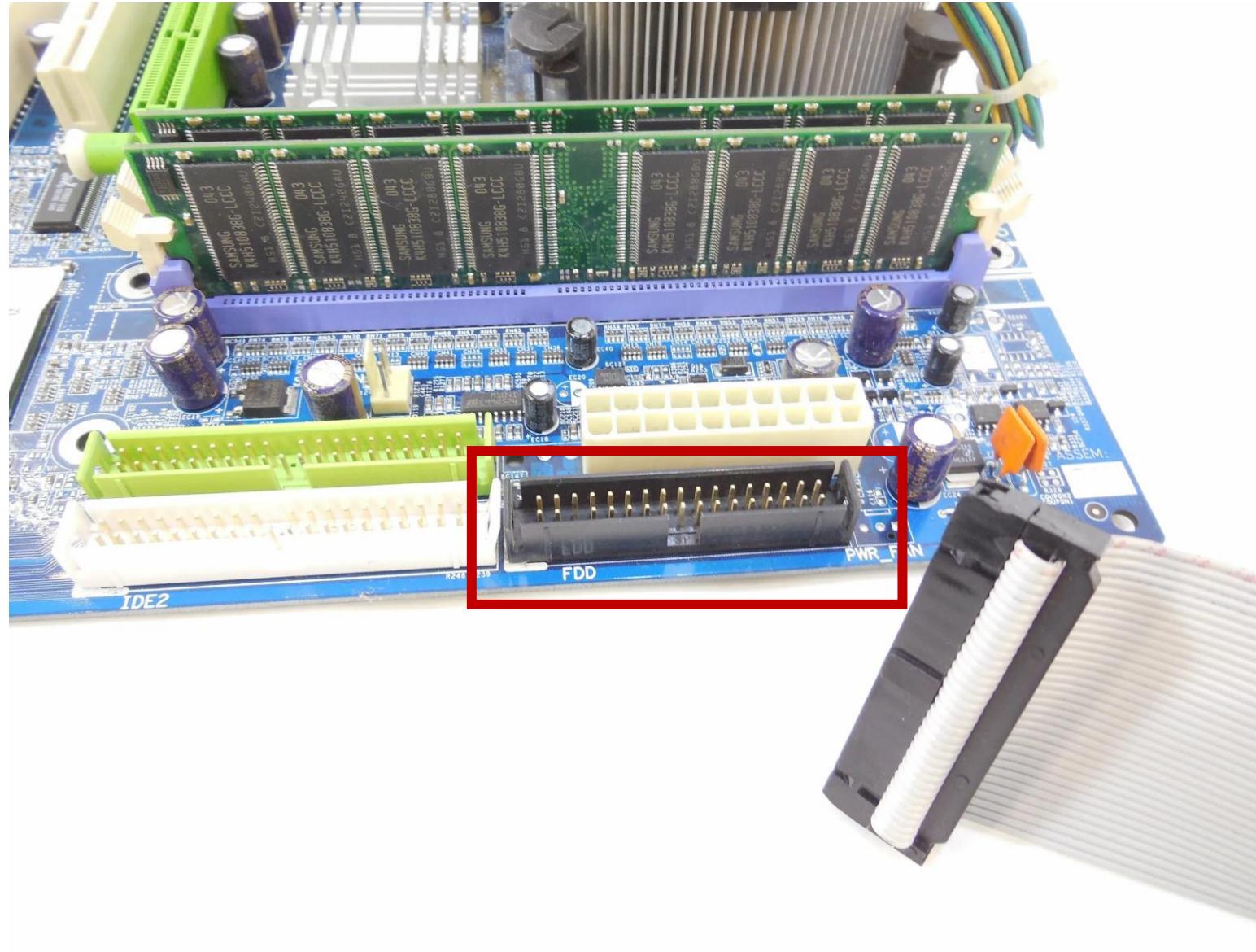
Кабель питания



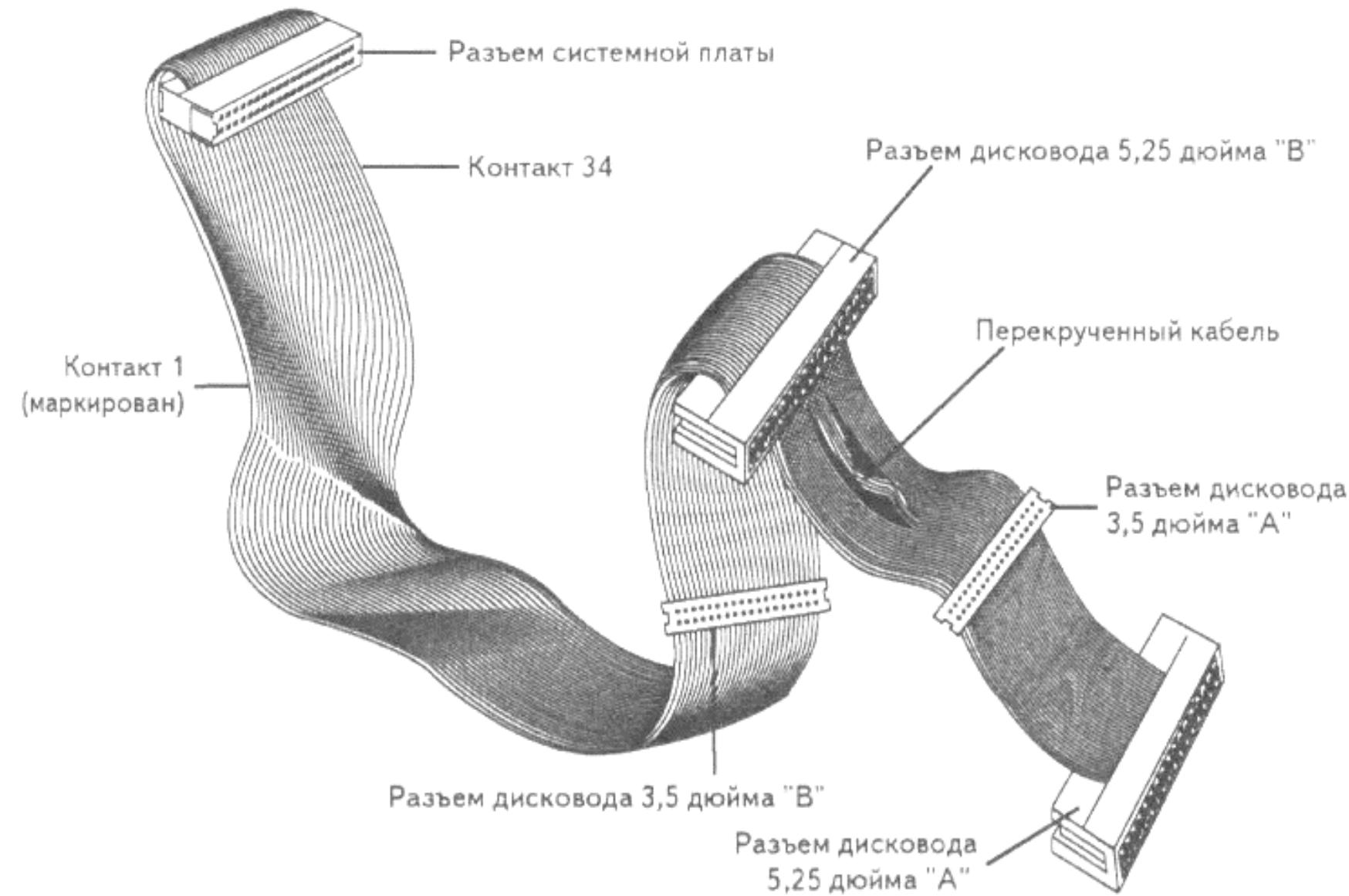
Подключение дисковода



Подключение дисковода



Кабель передачи данных



Внешний дисковод для дискет

ВНЕШНИЙ
ДИСКОВОД
ДЛЯ ДИСКЕТ



Высокая скорость

USB 2.0



Бесшумный



Компактный



Эмулятор 3,5" дисковода



Эмулятор дисковода, который позволяет избавиться от физических дискет, заменив их флэшкой.

Принцип использования — эмулятор ставится на ваш ретро-компьютер вместо дисковода — подключаясь к контроллеру FDD, а на флэшку записываются образы дискет. Кнопками переключаете номер образа (одна кнопка единицы, вторая десятки, обе вместе — сотни).

Теоретически, можно от 0 до 999 номера задавать, но программное ограничение до 99. Хотя и так нормально.

Serial number	Capability	Used	Renew time
000	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-12
001	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-12
002	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-13
003	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-13
004	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-13
005	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-13
006	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-14
007	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-14
008	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-14
009	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-14
010	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-15
011	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-15
012	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-15
013	1.39 MB	0%	2018-09-18 02-30-15

Эмулятор 3,5" дисковода



WEB
FLOPPY
TO
USB

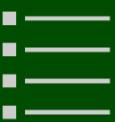
Характеристики (параметры) НГМД

1. Форм-фактор – 5,25", 3,5";
2. Поддерживаемые типы дисков – DD, QD, HD, ED;
3. Скорость вращения шпинделя;
4. Среднее время доступа – $\geq 100\text{мс}$;
5. Скорость передачи данных – 0,05-0,06 МБ/с;
6. Размещение – встроенный (Internal), внешний (External).

НГМД - Накопители на гибких магнитных дисках



**Дискеты?
Живы?
Что сейчас с ними?**





США, Сан-Франциско, SFMTA

- Одна из крупнейших железнодорожных систем, которая работает в Сан-Франциско, полностью зависит от дискет. Речь идет о **местной системе управления поездами (San Francisco Municipal Transportation Agency, SFMTA)**, которая разрабатывалась еще в 90-х годах прошлого века.
- Сама система разрабатывалась еще тогда, когда жесткие диски не использовались повсеместно. В 90х они использовались уже практически везде, но сама инфраструктура железнодорожной системы проектировалась на базе еще более старого железа. Во всяком случае, так говорит глава SFTMA, которому, правда, многие не верят.
- Более того, эксперты считают, что раз речь идет о компьютерах без винчестеров, то, возможно, все это работает не на 3,5-дюймовых дискетах, а на **более старых 5,25-дюймовых**. Им, на минуточку, недавно исполнилось 40 лет.
- Все понимают опасность, но сделать пока ничего не могут. Ну или не хотят



2024 И снова дискеты: американская система управления поездами в Сан-Франциско полностью зависит от флоппи-дисков <https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/806245/>

Япония, Министерство экономики, торговли и промышленности

- В 2024 году Министерство экономики, торговли и промышленности Японии отменило требование прикладывать к пакету официальных документов для любой из государственных процедур дискеты. А этих процедур, на минуточку, насчитывалось около 1900. Податель документов каждой из них должен был предоставить дополнительные данные на лазерном диске или дискете.
- Правительство избавляет юридические и физические лица от необходимости работать с дискетами и лазерными дисками, начиная с 2024 года.



Тонешь-тонешь – не потонешь: 2024, похоже, последний год для дискет. Или нет?

<https://jagu.edu.kg/ru/categories/11/contents/358>

Дискеты в авиации

- С дискетами работают и самолеты — от Boeing 747-200 до Airbus A320 и ряда бизнес-джетов, включая летательные аппараты от Gulfstream.
- Никто не хочет брать на себя ответственность и модернизировать эти системы — ведь если с самолетом потом что-то случится, кто будет отвечать?
- Сайт [pentestpartners](#) поделился подробностями о бортовых системах самолетов. Не у всех есть подключения к интернету или другой сети, только голосовая связь с диспетчерами на земле. Поэтому данные об аэропортах, взлетных полосах, траекториях полетов и другая информация хранится на компьютерах локально. Поэтому обновлять их приходится вручную — для этого и используются 3,5-дюймовые дискеты.



Флот Германии

Корабль Brandenburg F123



Дискеты начинают и выигрывают:
флот Германии до сих работает с
экзотическими 8-дюймовыми
флоппи-дисками

Новости про дискеты

- **2024**, Почему власти Японии отказались от дискет только в 2024 году
<https://trends.rbc.ru/trends/industry/669113039a79471347608edd>
<https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/826738/>
- **2024**, Дискеты в наше время: Япония победила их в 2024, метро Сан-Франциско будет использовать до 2030 <https://habr.com/ru/companies/productstar/articles/833398/>
- **2022**, Бизнес на дискетах: необычная история компании, которая продает дискеты клиентам в 2022 году <https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/684088/>
<https://overclockers.ru/blog/Zeroblog/show/77227/3-5-dujmovye-diskety-vse-esche-vostrebovany-nebolshaya-kompaniya-iz-ssha-prodaet-po-500-shtuk-v-den>
- **2020**, Ностальгия — дискеты, взлетающие ввысь в 2020 году(МКС, Минобороны США, Дорожные и морские службы, банкоматы) <https://kinetics.co.nz/nostalgia-floppy-disks-flying-high-in-2020/>
- **2019**, Американские военные отказались от 8-дюймовых дискет при обслуживании ядерного щита страны <https://habr.com/ru/news/472048/>
<https://www.washingtontimes.com/news/2019/oct/18/military-has-phased-out-the-use-of-floppy-disks-to/>
- **2017**, Старикам здесь вполне ещё место: забытые ИТ-технологии в строю
<https://habr.com/ru/companies/parallels/articles/319824/>
- **2011**, Sony прекращает производство 3,5-дюймовых дисководов для гибких дисков.
<https://www.kommersant.ru/doc/1729564>

Ozon, 2025 год

Электроника • Компьютеры и периферия • Периферия для компьютеров

Флоппи дисковод

Флоппи дисковод X

Logitech G102

Флешка для Iphone

Dark Project ME-4

Флешки 1TB

Наклейки на клавиатуру

Logitech G305

Бесперебойник

Карты пам.

Все подборки

Категория

Все категории

Электроника

Компьютеры и
периферия

Периферия для
компьютеров

Внешние оптические
приводы

Распродажа

Сроки доставки

Неважно

До 3 дней

До 7 дней

Цена

Популярные



Распродажа

88,84 BYN 146,89 BYN -39%

22 шт осталось

Внешний USB Флоппи - дисковод для чтения дискает, USB Floppy Disk 3.5" 1.44 MB FDD Floppy Disk Driv...

★ 4.8 43 отзыва



Распродажа

63,28 BYN 180,94 BYN -65%

Внешний USB Флоппи - дисковод для чтения дискает, USB Floppy Disk 3.5" 1.44 MB FDD Floppy Disk Driv...

★ 4.8 98 отзывов



25,38 BYN 76,77 BYN -66%

19 шт осталось

Флоппи дискает FHD 1.44 Mb 3.5" - 5 шт OEM

★ 4.9 52 отзыва



Распродажа

63,36 BYN 192,26 BYN -46%

200 шт осталось

Дисковод USB 3.5" Buro BUM-USB FDD 1.44Mb внешний черный

Ozon, 2025 год

Электроника • Компьютеры и периферия • Периферия • Диски и кассеты • PC-1



3



Качество!

Время размагничивания

25
лет!



3 шт.

3 шт. Дискеты FDD 1.44 Мб 3.5" форматированные для флоппи

ещё

5 • 11 отзывов 2 вопроса

Количество в упаковке, шт:

Выгода 12%

1

15,00 BYN/шт

Выгода 36%

3

17,00 BYN/шт

10

11,00 BYN/шт

О товаре

[Перейти к описанию >](#)

Тип

Диск для записи

Цвет

Желтый, красный, зеленый, синий

Вид диска для записи

Дискета

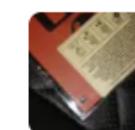
Объем

1,44 Мб

Количество в упаковке, шт

3

Фото и видео покупателей



Похожее от магазина

Артикул: 1699717300

[В сравнение](#) [Поделиться](#)

Распродажа
 17 единиц осталось

15 дней до конца

49,65 BYN 72,70 BYN

17,00 BYN за 1 шт

[Добавить в корзину](#)



Доставим с 20 мая

[Купить в один клик](#)

Wildberries, 2025 год

Белорусско-Российский университет, Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

The screenshot shows a product page for an external floppy disk drive (FD-05PUB) from the brand Espada. The main image displays the black device with its USB cable. A secondary image shows the drive connected to a computer. The product is highlighted as a 'SALE' item. Key details include:

- Price:** 49,65 р. (68,80 р. previously)
- Rating:** 4,8 · 133 оценки
- Availability:** 20 шт.
- Characteristics:**
 - Артикул: 148015772
 - Длина кабеля (м): 0.5 м
 - Страна производства: Китай
 - Комплектация: Дисковод - 1 шт.
 - Вес товара с упаковкой (г): 0.32 г
 - Длина упаковки: 21 см
 - Высота упаковки: 3 см
- Description:** Характеристики и описание >
- Return Policy:** 14 дней на возврат

Other interface elements include a search bar, navigation menu, and user account icons.

floppydisk.com

info@floppydisk.com

[\(800\) 397-7890](tel:(800)397-7890)

[26439 Rancho Pky South #155 Lake Forest CA 92630](#)

**See What's
On Sale!**

FLOPPY DISKS

[Amazon](#)

[TRANSFER FROM FLOPPY](#)

[FLOPPY DRIVES](#)

[RECYCLE](#)

[PROMOTIONAL DISKS](#)

[CONTACT AND MORE](#)

**10 PACKS
IBM Format
3.5" 1.44 MB**



PROFESSIONAL QUALITY
HOUSE BRAND (BLACK)

[Add to Cart](#)

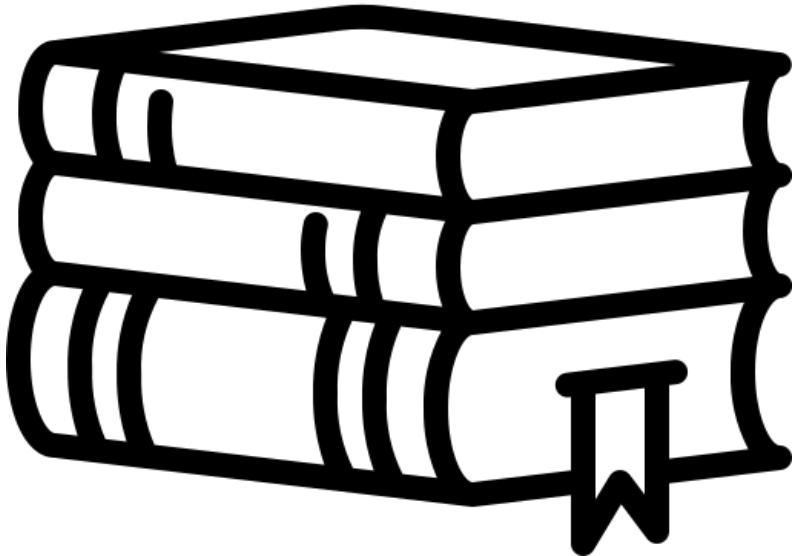
12.95



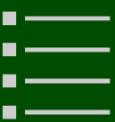
RETAIL 10 PACK
MultiLaser BRAND

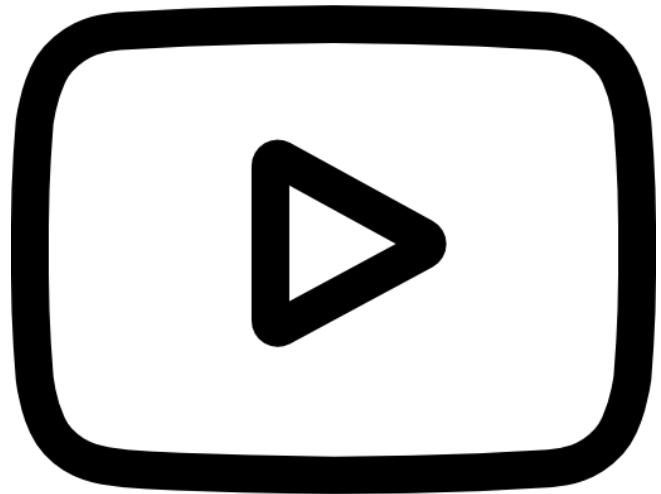
[Add to Cart](#)

\$14.95



Дополнительные
материалы по
теме на YouTube





Дискеты





КАК УСТРОЕНА ДИСКЕТА. Эволюция носителей информации (2020)
https://www.youtube.com/watch?v=k94_eB8GGEA

YouTube 10:48



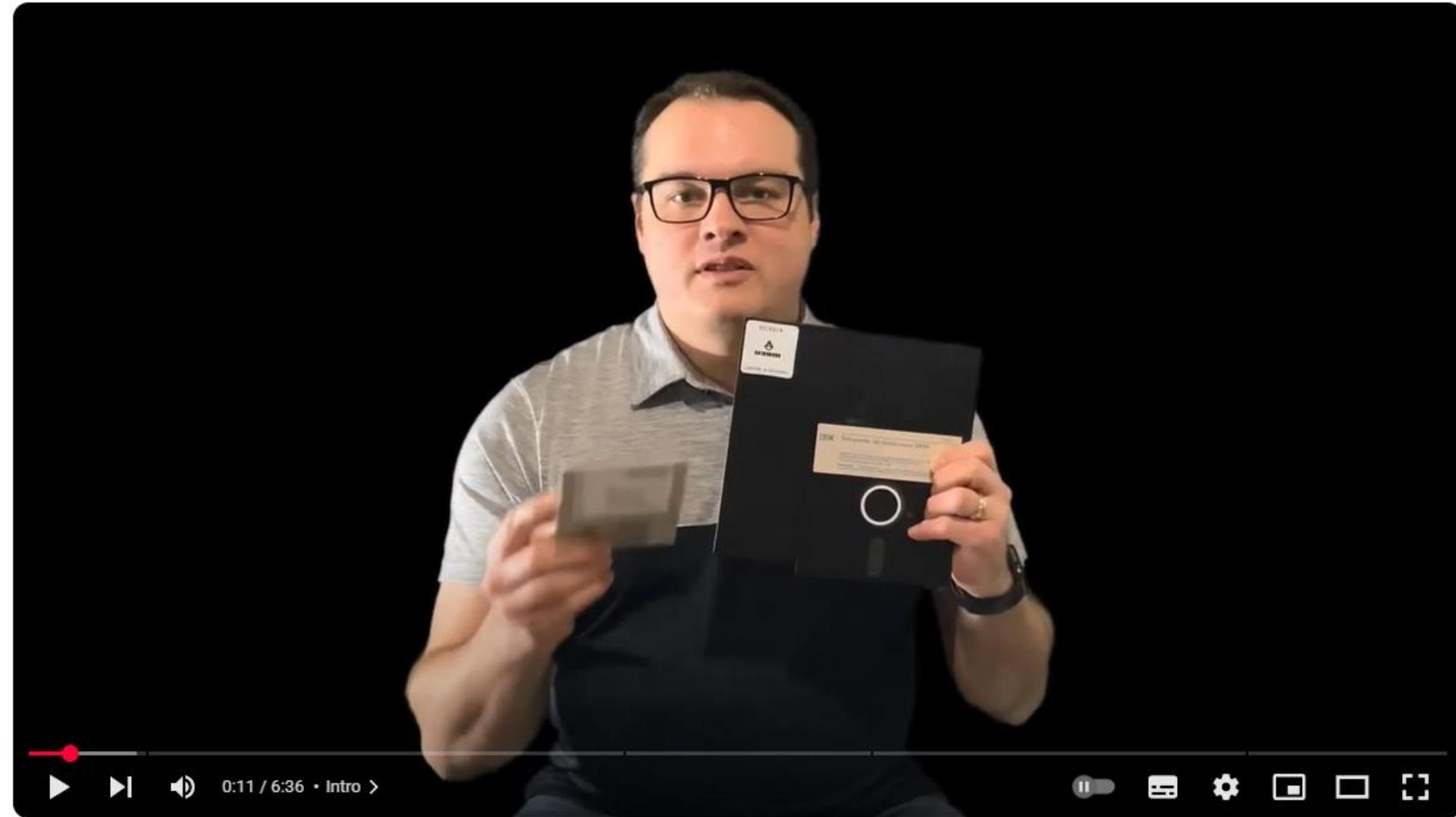
История дискеты (2016)
<https://www.youtube.com/watch?v=eCW2WsDgNRw>



Выжимаем максимум из дисков на 3.5-дюйма (Old-Hard №100) (2024)
<https://www.youtube.com/watch?v=4Dk6K7FuNd0>



Кто Придумал Дискеты: От дисков к МагнитоОптическому Диску на Гигабайты
// #HardTales (2019) <https://www.youtube.com/watch?v=R9DcbeQ-264>

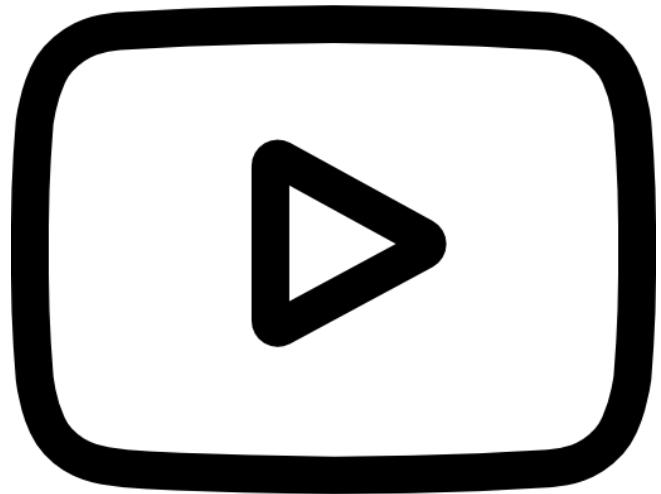


History of the Floppy Disk (2021) История дискеты (2021)

<https://www.youtube.com/watch?v=sI7Vum6PIDc>

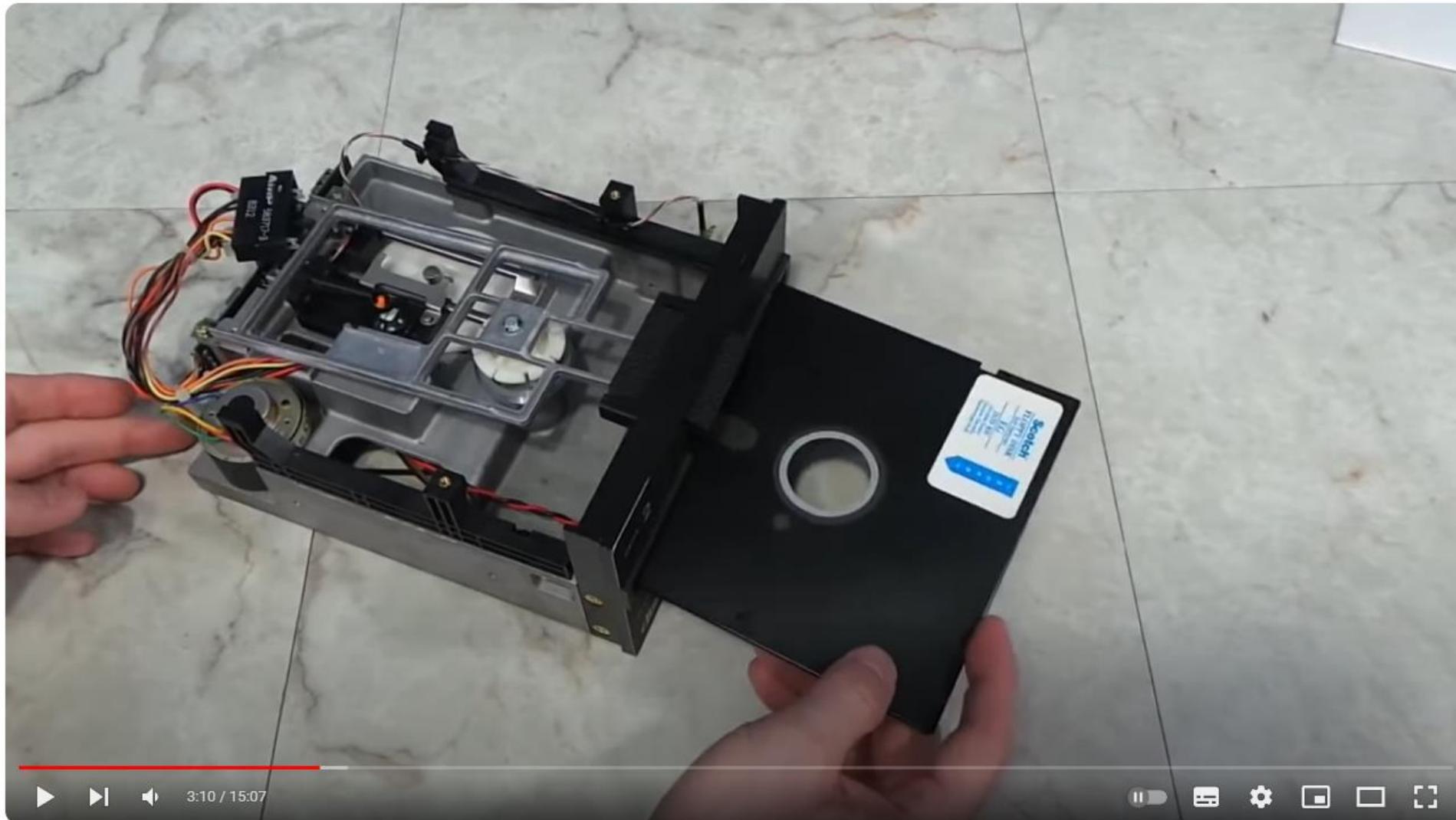


Archival Floppy Disk Preservation and Use (2024)
Сохранение и использование дискет (2024)
<https://www.youtube.com/watch?v=UxsRpMdmlGo>



Дисководы





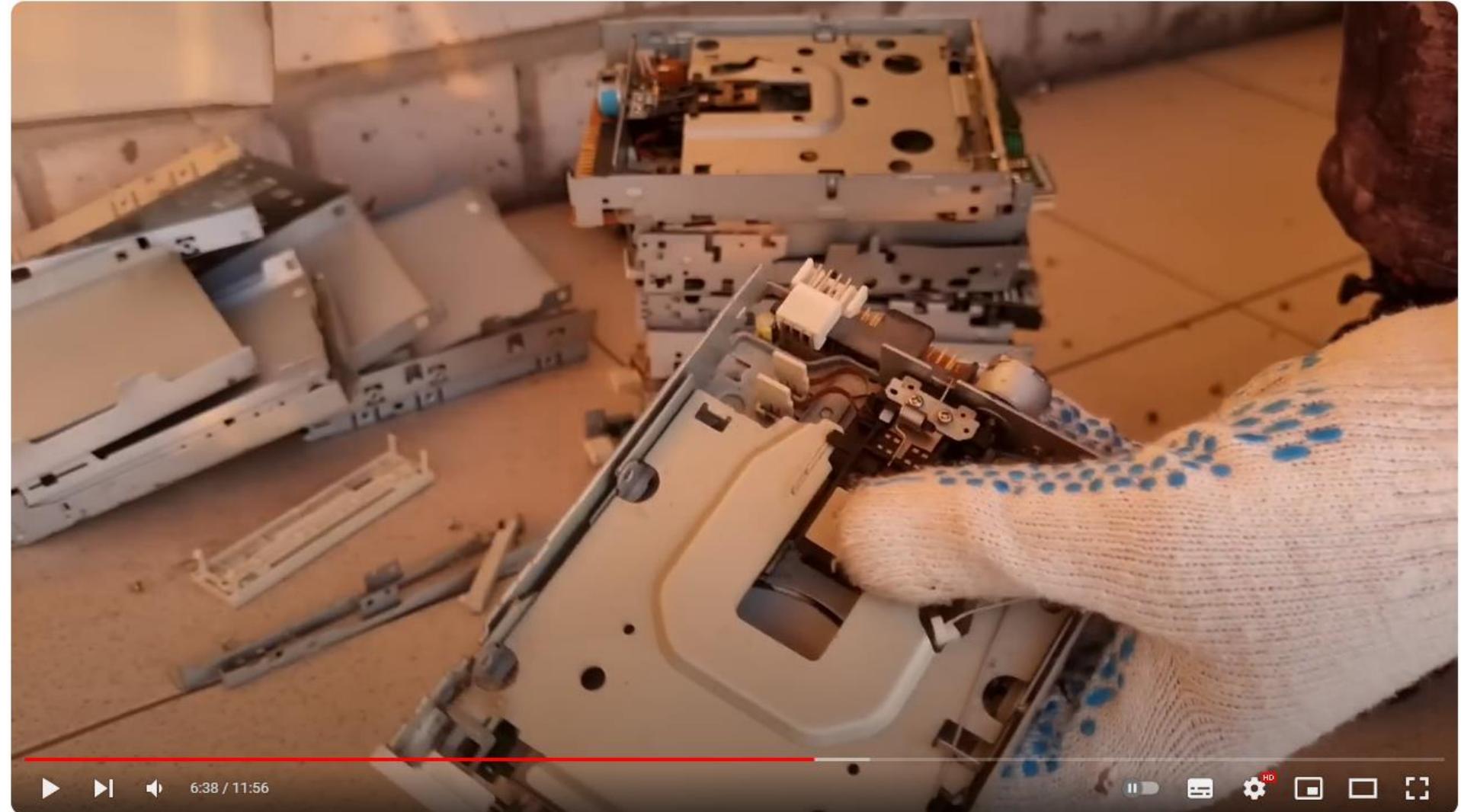
Как работали флооппи дисководы (2017)
<https://www.youtube.com/watch?v=fOOKCQZL1Nc>



Раньше было лучше? Дискета 3,5" 1,44МВ + внешний USB дисковод (2024)
<https://www.youtube.com/watch?v=TAwpf2q60jo>

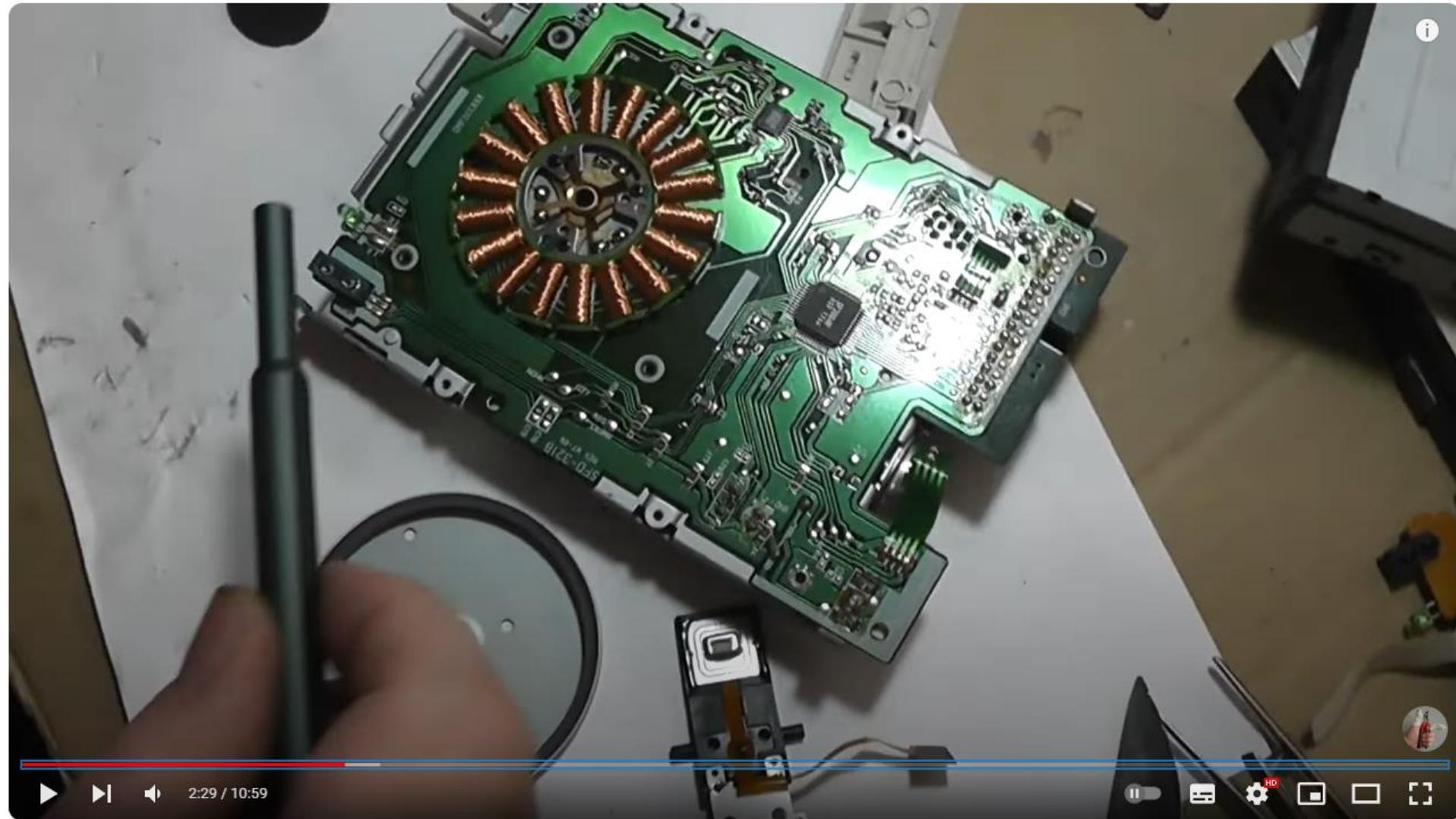


Что можно извлечь из дисковода для поделок (2019)
<https://www.youtube.com/watch?v=FW2yEjlCogg>



Что внутри флоппи дисковода 3.5 (2023)
<https://www.youtube.com/watch?v=dP8kEfORCRg>

YouTube 10:59



Разборка флоппи дисковода (2023)
<https://www.youtube.com/watch?v=rsXSocLW1kk>



How Old School Floppy Drives Worked (2016)
Как работали старые дисководы для дискет (2016)
<https://www.youtube.com/watch?v=EHRC-QMoUE4>



Floppy Drives - How did they work? (2021)

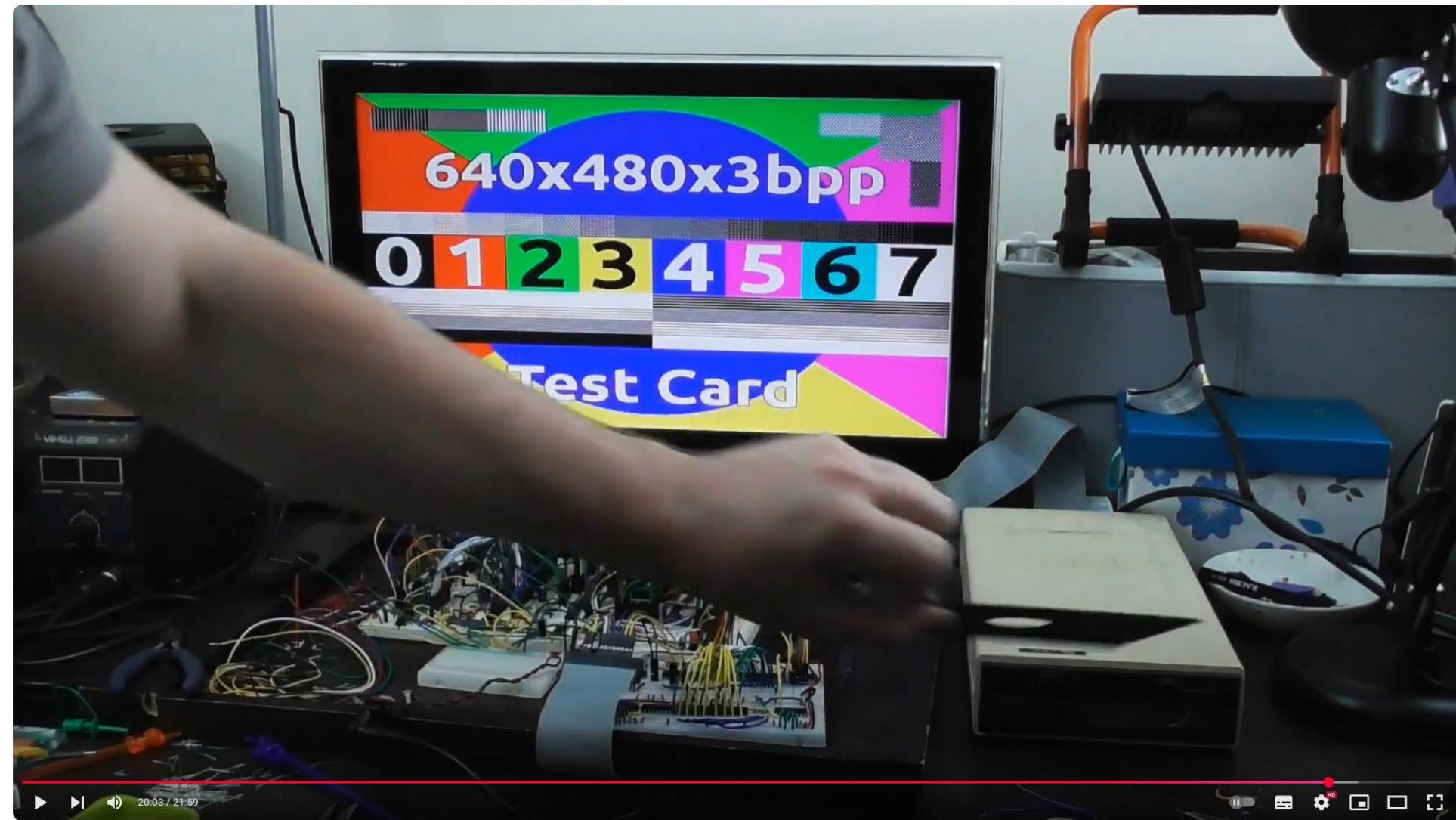
Дисководы - как они работают?

<https://www.youtube.com/watch?v=t-Cblankxqc>

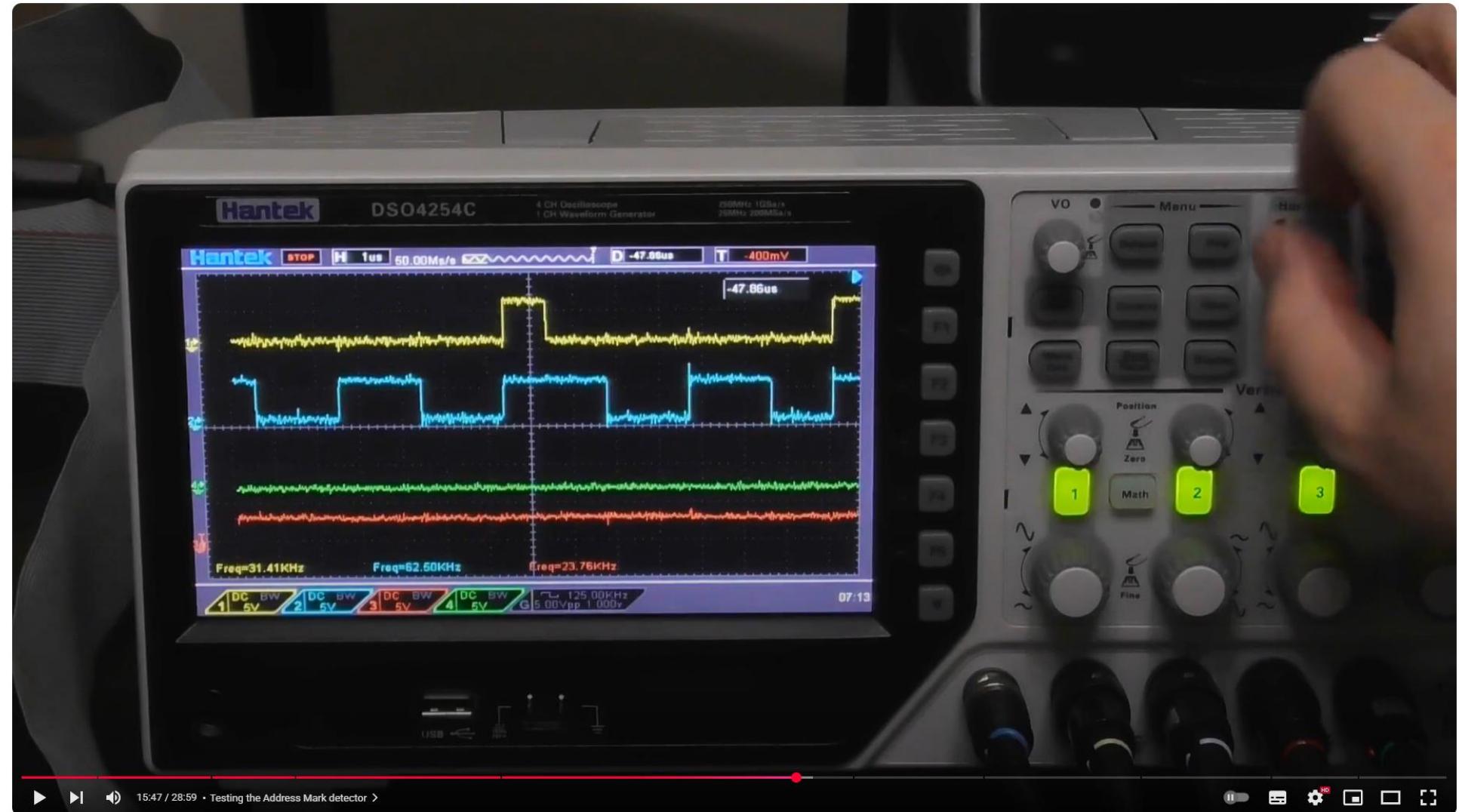
YouTube 37:49



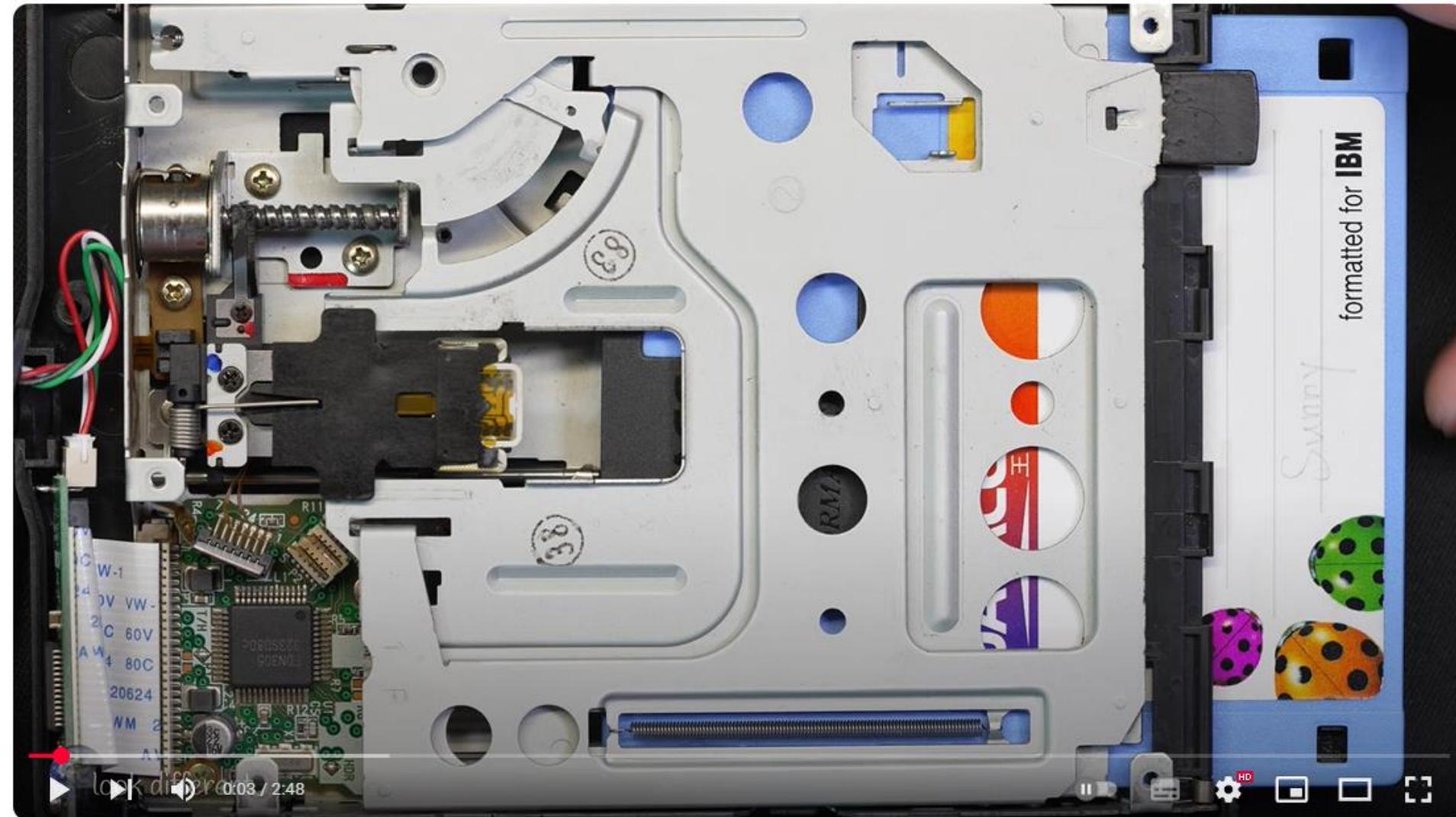
Reading data from a Floppy Drive (2021)
Чтение данных с флоппи-дисковода (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=pNa6woeiRx8>



Loading Data from a Floppy Disk on a 6502 (2022)
Загрузка данных с гибкого диска на 6502 (2022)
<https://www.youtube.com/watch?v=BcC62R172Os>



Testing my Floppy Disc reading circuit with an Arduino (2021)
Тестирую свою схему чтения гибких дисков с помощью Arduino (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=rK7tGiKcReU>



Look inside a working floppy disk drive (2021)
Загляните внутрь работающего флоппи-дисковода (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=kS8NCCKxIJ4>



How to build a working external 5.25" USB Floppy Drive (2021)
Как собрать работающий внешний 5,25-дюймовый USB дисковод (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=Bjd2jSHBw7E>



ЭВМ, периферийные устройства и контроллеры

Тема: Организация данных на магнитных носителях

**Благодарю
за внимание**

КУТУЗОВ Виктор Владимирович

Список использованных источников

1. Рабочая программа дисциплины «ЭВМ, периферийные устройства и контроллеры» для студентов направлений подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.04 «Программная инженерия» / Кутузов В. В. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2025
2. Фотографии и картинки взяты с сайтов Яндекс.Картинки и Гугл.Картинки, иконки с flaticon.com
3. Отдельная информация генерировалась при помощи больших языковых моделей (LLM, Large Language Model). Прорабатывались идеи и структура отдельных разделов, уточнялась и перепроверялась отдельная информация, производился дополнительный поиск. Использовались: Phind-70b , perplexity.ai, Gemini-2.0-Flash, Gemini-2.5-Flash-Lite-Preview, Gemini-2.5-Pro, Qwen3-235B-A22B, Llama-4-Scout-nitro. Вся сгенерированная информация многократно перепроверялась и дополнялась с интернет ресурсов.
4. **Прудников, В. М. Периферийные устройства ЭВМ. Внешние запоминающие устройства : учебное пособие для вузов / В. М. Прудников, В. В. Кутузов.** — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19182-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/556103>
5. Сервис перевода текстов DeepL Translate
<https://www.deepl.com/>
6. Сервис автоматического перевода текста от Яндекса встроенного в Яндекс.Браузер
<https://browser.yandex.ru>
7. Дизайн дискет. Краткая история легендарного предмета из 80х
<https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/687392/>
8. Floppy Disk Drives
<https://www.angelfire.com/scifi/hardware/ref/fdd.htm>

Список использованных источников

9. Дискета
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Дискета>
10. Insight – How Floppy Disk works
<https://www.engineersgarage.com/insight-how-floppy-disk-works/>
11. Память компьютера. К. Поляков, 2007-2011
<https://ppt-online.org/344921>
12. Phil Storrs PC Hardware book. DOS Computers and floppy disk drives
<https://web.archive.org/web/20231220065001/http://philipstorr.id.au/pcbook/book4/floppyd.htm>
<http://manmrk.net/tutorials/DOS/PSBOOK/book4/floppyd.htm>
13. Notes on Floppy Disks
<https://extrapages.de/archives/20190102-Floppy-notes.html>
14. FM (Frequency Modulation) Кодирование по методу частотной модуляции
https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_modulation_encoding
15. MFM (Modified FM) Метод модифицированной частотной модуляции
<https://ru.wikipedia.org/wiki/MFM-кодирование>
16. RLL (Run Length Limited) Метод кодирования с ограничением расстояния между переходами намагниченности https://en.wikipedia.org/wiki/Run-length_limited
https://alphapedia.ru/w/Run-length_limited
17. The Fdio Project - The Floppy Disk
<https://www.hp9845.net/9845/projects/fdio/>

Список использованных источников

18. Visualization of magnetic information on floppy disk (image recorded with CMOS-MagView)
[https://en.wikipedia.org/wiki/Floppy_disk#/media/File:Visualization_of_magnetic_information_on_a_Floppy_Disk_\(CMOS-MagView\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Floppy_disk#/media/File:Visualization_of_magnetic_information_on_a_Floppy_Disk_(CMOS-MagView).jpg)
19. Realtime magneto-optical field viewing
<https://gmw.com/wp-content/uploads/2019/03/Matesy-MO-PRES-SometimesPerspectiveDoesMatter.pdf>
20. Структура гибкого диска для ПЭВМ типа IBM PC
https://test.kai.ru/pluginfile.php/149008/mod_resource/content/1/Лекция%206.%20Структура%20%20диска.pdf
21. Цифровая археология: как гик копирует дискеты для спасения старых игр и приложений
https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/777742/
22. Клиентское программное Обеспечение Applesauce для macOS
<https://applesaucfdc.com/software/>
23. Запись информации на диск. Форматирование диска
<https://ppt-online.org/1260260>
24. MSWIN4.1 (Windows 98) Floppy Disk Boot Record
<https://thestarman.pcministry.com/asm/mbr/WIN98FDB.htm>
25. The MS-DOS 5.0 Floppy Disk Boot Record (on a 1200 KiB floppy diskette)
<https://thestarman.pcministry.com/asm/mbr/DOS50FDB.htm>
26. The FAT filesystem
<https://aeb.win.tue.nl/linux/fs/fat/fat.html#toc1>

Список использованных источников

27. The FAT filesystem
<https://aeb.win.tue.nl/linux/fs/fat/fat-1.html>
28. MSWIN4.1 OS Boot Record
<https://thestarman.pcministry.com/asm/mbr/MSWIN41.htm>
29. FAT
<https://ru.wikipedia.org/wiki/FAT>
30. Архитектура файловой системы FAT::Журнал СА 2.2004
<http://samag.ru/archive/article/245>
31. Таблица размещения файлов.
<http://solidstate.petrsu.ru/p/tutorial/informatics/chapter5/10/103.htm>
32. FAT - File Allocation Table (таблицы размещения файлов), классические подходы к кластерной структуре, основные атрибуты и понятия
<https://sys-adm-7.narod.ru/FAT/fat.htm>
33. 42. Fat. Структура тома. Формат записи каталога. Fat12, fat16, fat32, exFat
<https://studfile.net/preview/16556727/page:22/>
34. Архитектура файловой системы FAT
[https://samag.ru/archive/article/245](http://samag.ru/archive/article/245)
35. Где расположены таблицы FAT файловой системы FAT32?
<https://ru.stackoverflow.com/questions/453102/Где-расположены-таблицы-fat-файловой-системы-fat32>

Список использованных источников

36. How a floppy disk reads & writes information
https://web.mit.edu/2.972/www/reports/floppy_drive_read_write/floppy_drive_read_write.html
37. Anatomy of a Floppy Disk Drive
<https://hardwaresecrets.com/anatomy-of-a-floppy-disk-drive/>
38. Floppy Disk Drive Parts and Working [Explained]
<https://www.it4nextgen.com/floppy-disk-drive/>
39. Накопитель на гибких магнитных дисках
https://ru.wikipedia.org/wiki/Накопитель_на_гибких_магнитных_дисках
40. Основные компоненты материнской платы. Обзор всех разъемов материнской платы компьютера
Строение материнской платы схема
<https://fm-cafe.ru/osnovnye-komponenty-materinskoi-platy-obzor-vseh-razemov-materinskoi.html>
41. О дисководах и их использовании на современных компьютерах
<https://habr.com/ru/articles/444994/>
42. Эмулятор 3,5" дисковода - втыкаем флэшку в ваш 386.
<https://mysku.club/blog/aliexpress/66408.html>
43. 2024 И снова дискеты: американская система управления поездами в Сан-Франциско полностью зависит от флоппи-дисков
<https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/806245/>
44. Тонешь-тонешь – не потонешь: 2024, похоже, последний год для дискет. Или нет?
<https://jagu.edu.kg/ru/categories/11/contents/358>

Список использованных источников

45. 2020 Pen Test Partners: обновления ПО самолётов Boeing 747 поставлялись на дискетах
<https://habr.com/ru/news/515072/>
46. Дискеты начинают и выигрывают: флот Германии до сих работает с экзотическими 8-дюймовыми флоппи-дисками
<https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/812891/>
47. 2024, Почему власти Японии отказались от дискет только в 2024 году
<https://trends.rbc.ru/trends/industry/669113039a79471347608edd>
<https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/826738/>
48. 2024, Дискеты в наше время: Япония победила их в 2024, метро Сан-Франциско будет использовать до 2030 <https://habr.com/ru/companies/productstar/articles/833398/>
49. 2022, Бизнес на дискетах: необычная история компании, которая продает дискеты клиентам в 2022 году
<https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/684088/>
<https://overclockers.ru/blog/Zeroblog/show/77227/3-5-duijmovye-diskety-vse-esche-vostrebovany-nebolshaya-kompaniya-iz-ssha-prodaet-po-500-shtuk-v-den>
50. 2020, Ностальгия — дискеты, взлетающие ввысь в 2020 году(МКС, Минобороны США, Дорожные и морские службы, банкоматы)
<https://kinetics.co.nz/nostalgia-floppy-disks-flying-high-in-2020/>
51. 2019, Американские военные отказались от 8-дюймовых дискет при обслуживании ядерного щита страны <https://habr.com/ru/news/472048/>
<https://www.washingtontimes.com/news/2019/oct/18/military-has-phased-out-the-use-of-floppy-disks-to/>

Список использованных источников

45. 2017, Старики здесь вполне ещё место: забытые ИТ-технологии в строю

<https://habr.com/ru/companies/parallels/articles/319824/>

46. 2011, Sony прекращает производство 3,5-дюймовых дисководов для гибких дисков.

<https://www.kommersant.ru/doc/1729564>

Список использованных источников (YouTube)

1. КАК УСТРОЕНА ДИСКЕТА. Эволюция носителей информации (2020)
https://www.youtube.com/watch?v=k94_eB8GGEA
2. История дискеты (2016)
<https://www.youtube.com/watch?v=eCW2WsDgNRw>
3. Выжимаем максимум из дискет на 3.5-дюйма (Old-Hard №100) (2024)
<https://www.youtube.com/watch?v=4Dk6K7FuNd0>
4. Кто Придумал Дискеты: От дискет к МагнитоОптическому Диску на Гигабайты // #HardTales (2019)
<https://www.youtube.com/watch?v=R9DcbeQ-264>
5. History of the Floppy Disk (2021)
История дискеты (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=sI7Vum6PIDc>
6. Archival Floppy Disk Preservation and Use (2024)
Сохранение и использование дискет (2024)
<https://www.youtube.com/watch?v=UxsRpMdmIGo>
7. Как работали флоппи дисководы (2017)
<https://www.youtube.com/watch?v=fOOKCQZL1Nc>
8. Раньше было лучше? Дискета 3,5" 1,44МВ + внешний USB дисковод (2024)
<https://www.youtube.com/watch?v=TAwpf2q60jo>
9. Что можно извлечь из дисковода для поделок (2019)
<https://www.youtube.com/watch?v=FW2yEjlCogg>

Список использованных источников (YouTube)

10. Что внутри флоппи дисковода 3.5 (2023)
<https://www.youtube.com/watch?v=dP8kEfORCRg>
11. Разборка флоппи дисковода (2023)
<https://www.youtube.com/watch?v=rsXSocLW1kk>
12. How Old School Floppy Drives Worked (2016)
Как работали старые дисководы для дискет (2016)
<https://www.youtube.com/watch?v=EH Rc-QMoUE4>
13. Floppy Drives - How did they work? (2021)
Дисководы - как они работают?
<https://www.youtube.com/watch?v=t-Cblankxqc>
14. Reading data from a Floppy Drive (2021)
Чтение данных с флоппи-дисковода (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=pNa6woeiRX8>
15. Loading Data from a Floppy Disk on a 6502 (2022)
Загрузка данных с гибкого диска на 6502 (2022)
<https://www.youtube.com/watch?v=BcC62R172Os>
16. Testing my Floppy Disc reading circuit with an Arduino (2021)
Тестирую свою схему чтения гибких дисков с помощью Arduino (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=rK7tGiKcReU>

Список использованных источников (YouTube)

17. How to build a working external 5.25" USB Floppy Drive (2021)
Как собрать работающий внешний 5,25-дюймовый USB дисковод (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=Bjd2jSHBw7E>
18. Look inside a working floppy disk drive (2021)
Загляните внутрь работающего флоппи-дисковода (2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=kS8NCCKxIJ4>