

# Флэш-память



# ФЛЭШ-ПАМЯТЬ

Флэш-память – **полупроводниковая**  
**энергонезависимая перезаписываемая** память.

Название флэш-памяти было дано во время разработки первых микросхем (в начале 1980-х годов) как характеристика скорости стирания флэш-памяти (от англ. «in a flash» - в мгновение ока).



Разновидность твердотельной полупроводниковой энергонезависимой перезаписываемой памяти. Флеш-память, выдерживает около 100 тысяч циклов перезаписи — намного больше, чем у CD-RW.



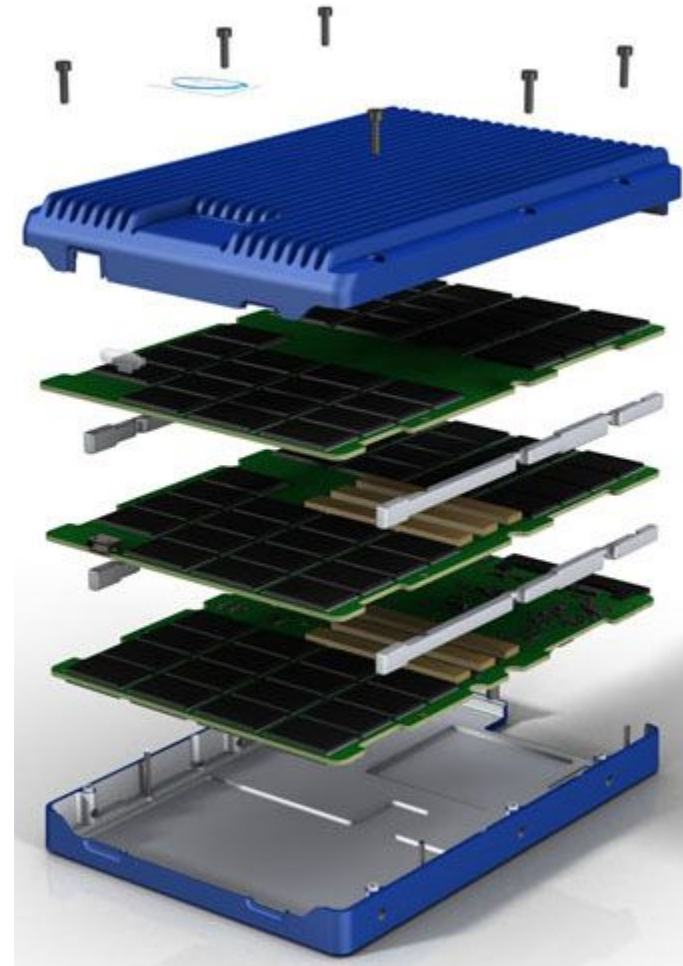
флеш-память широко используется в цифровых портативных устройствах

USB флеш-накопители («флешка», USB-драйв, USB-диск), практически вытеснили дискеты и CD.

# SSD-накопитель

Основным недостатком устройств на базе флеш-памяти является высокое соотношение цена/объём, превышающее этот параметр у жестких дисков в 2—3 раза. В связи с этим и объёмы флеш-накопителей не так велики.

Многие фирмы уже заявили о выпуске SSD-накопителей объёмом 256 Гб и более. В 2009 года компания OCZ предложила SSD-накопитель ёмкостью 1 Тб и 1,5 млн циклов перезаписи.







Traditional hard disk drive



Solid state hard drive



Главное преимущество таких накопителей - это скорость, чтения-записи, независимо от расположения данных, их фрагментации на носителе за счет того, что управляющий контроллер имеет одинаково быстрый доступ к абсолютно любой ячейке памяти, в отличие от HDD, в которых для считывания, головка должна переместиться к области диска, на которой расположены данные. Можно прибавить, что в твердотельных накопителях нет вращающихся механических частей, как в "хардах", таким образом нет зависимости скорости чтения-записи от скорости вращения диска.

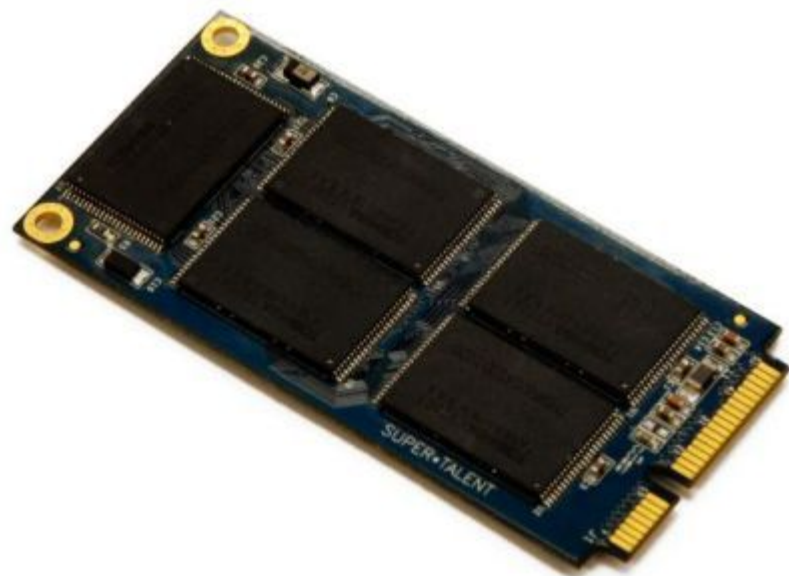
К второму преимуществу можно отнести низкую потребляемую мощность. Они потребляют в 3-4 раза меньше энергии, чем накопители на жестких магнитных дисках, потому что построены на энергонезависимой памяти.

Опять-таки за счет отсутствия вращающихся частей, твердотельные накопители производят намного меньше шума чем накопители на жестких магнитных дисках, работают они, практически беззвучно. Стоит добавить, что кроме этого, они имеют очень широкий диапазон рабочих температур, что отсекает необходимость дополнительной системы охлаждения.

Из-за простоты строения, мы также получаем малый вес и соответствующие габариты. SSD накопители, значительно меньше по размерам, чем всеми любимые харды и весят они также в разы меньше.

Недостатки SSD накопителей.

Главным недостатком SSD накопителей является ограниченное количество совместимости с актуальными ОС.



# Виды флэш – памяти

## 1. USB-флэш-память

USB-память — совершенно новый тип носителей на флэш-памяти, появившийся на рынке в 2001 г. По форме USB-память напоминает брелок продолговатой формы, состоящий из двух половинок — защитного колпачка и собственно накопителя с USB-разъемом (внутри него размещаются одна или две микросхемы флэш-памяти и USB-контроллер).

USB флэшки различаются по следующим версиям спецификации USB-разъемов:

- USB 1.0
- USB 1.1
- USB 2.0
- eSATA USB
- USB 3.0





1. **USB 1.0** Спецификация выпущена в ноябре 1995 года.



Технические характеристики:

-два режима передачи данных:

-режим с высокой пропускной способностью (Full-Speed) — 12 Мбит/с

-режим с низкой пропускной способностью (Low-Speed) — 1,5 Мбит/с

-максимальная длина кабеля для режима с высокой пропускной способностью — 5 м [1]

-максимальная длина кабеля для режима с низкой пропускной способностью — 3 м

-максимальное количество подключённых устройств (включая размножители) — 127

-возможно подключение устройств, работающих в режимах с различной пропускной способностью к одному контроллеру USB

-напряжение питания для периферийных устройств — 5 В

-максимальный ток, потребляемый периферийным устройством — 500 мА

## 2. USB 1.1

Спецификация выпущена в сентябре 1998 года. Исправлены проблемы и ошибки, обнаруженные в версии 1.0. Первая версия, получившая массовое распространение.



### 3. USB 2.0

Спецификация выпущена в апреле 2000 года.

USB 2.0 отличается от USB 1.1 введением режима Hi-speed.

Для устройств USB 2.0 регламентировано три режима работы:

Low-speed, 10—1500 Кбит/с

Full-speed, 0,5—12 Мбит/с

Hi-speed, 25—480 Мбит/с



## 4. USB 3.0

Окончательная спецификация USB 3.0 появилась в 2008 году. Созданием USB 3.0 занимались компании Intel, Microsoft, Hewlett-Packard, Texas Instruments, NEC и NXP Semiconductors.

В спецификации USB 3.0 разъёмы и кабели обновлённого стандарта физически и функционально совместимы с USB 2.0.





**eSATA** Такие флэшки оказались быстрыми: скорость передачи данных достигала 90 Мбайт/с. На eSATA-флэшках обязательно присутствует разъем USB — через него флэш-карта получает питание от компьютера, поскольку через разъем eSATA оно не осуществляется.



# Карты памяти

Карта памяти внешне представляет собой небольшую пластиковую коробочку, внутри которой находится микросхема флэш-памяти и (не во всех типах) контроллер памяти. Наружу выведены контакты интерфейса.

## Виды карт памяти

- Compact Flash Type I (CF I)
- Compact Flash Type II (CF II)
- Memory Stick
- Secure Digital (SD)
- mini SD
- xD-Picture Card (xD)
- MultiMedia Card (MMC)
- RS-MMC
- Smart Media Card (SMC)

Все данные типы карт различаются по интерфейсу, типу использованной флэш-памяти, геометрическим размерам и т.д.



# CompactFlash (CF)



Формат флеш-памяти,  
появился одним из первых (SanDisk, 1994 г).

- CompactFlash Type II (ёмкость до 320 Мбайт, скорость чтения до 1,5 Мбайт/с, записи — 3 Мбайт/с),
- CompactFlash 2.0 или CF+ (скорость чтения достигла 8 Мбайт/с, записи — 6,6 Мбайт/с)
- CompactFlash 3.0 (66 Мбайт/с).

CompactFlash 42 x 36 x 3,3 мм

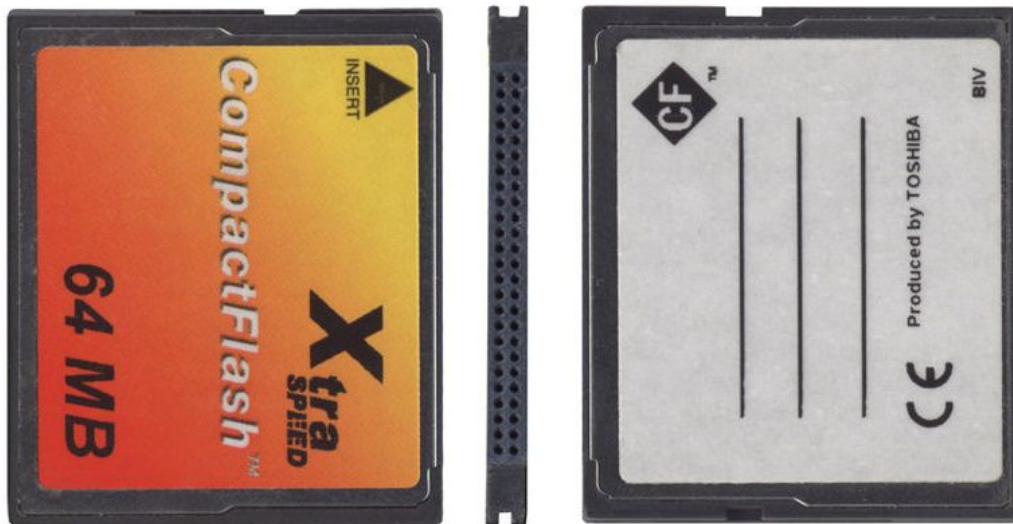
CompactFlash Type II 42 x 36 x 5 мм



50-контактные разъёмы. До 100 Гбайт (2008 год).



Скорость карты обозначают как "х" и за ним следует число, означающее во сколько раз скорость чтения карты больше минимальной скорости чтения CD (1х = 150 КБ/сек)



стандарт	скорость (МБ/с)
6х	0.9
32х	4.8
40х	6.0
66х	10.0
100х	15.0
133х	20.0
150х	22.5
200х	30.0
266х	40.0
300х	45.0
600х	90.0





# Memory Stick (MS)

- Sony. По цене выше, чем аналогичные карты памяти, так как формат Memory Stick является закрытым.
- Все версии различаются форм-фактором, однако, существуют специальные переходники для подключения модулей одного вида в слот другого вида.
- Карты памяти Memory Stick имеют ёмкость до 16 Гб
- 1998, октябрь — анонс карт Memory Stick.
- 2003 — анонс карт Memory Stick PRO совместно с SanDisk.
- 2006 — анонс 8 GB карт на выставке «Consumer Electronics Show» в Лас-Вегасе. Со слов представителей Sony, максимальная ёмкость Memory Stick PRO составит 32 GB. Карта с таким объёмом будет доступна в 2009 году.
- 2006, 6 февраля — анонс Memory Stick Micro (M2).
- 2006, 11 декабря — анонс Memory Stick PRO-HG Duo. Memory Stick PRO-HG Duo — это высокоскоростной вариант Memory stick PRO для использования в камерах HDTV.
- 2008, 10 января — анонс Memory Stick PRO Duo Mark 2, объём которой составил 16 GB (реальный объём карты после форматирования — 14,9 GB).
- 2008, март — выпуск Memory Stick PRO Duo ёмкостью 16 GB.



# несколько разновидностей MS



Тип карты 	Габаритные размеры (мм) 	Ёмкость карты 	Скорость чтения 
Memory Stick	50 x 21,5 x 2.8	4/8/16/32/64/128 MB	14,4 Mb/s (1,8 MB/s)
Memory Stick Select	50 x 21,5 x 2.8	128 MB	—
Memory Stick Duo	31 x 20 x 1,6	128 MB	160 Mb/s (max)
Memory Stick Micro (M2)	15 x 12,5 x 1,2	64/128/256/512 MB, 1/2/4/8/16 GB	160 Mb/s (max)
Memory Stick PRO	50 x 21,5 x 2.8	1 GB	—
Memory Stick PRO Duo	31 x 20 x 1,6	8 GB/16 GB	160 Mb/s (max)
Memory Stick PRO Duo Mark 2	—	—	—
Memory Stick PRO-HG	—	—	—
Memory Stick PRO-HG Duo	—	4/8 GB	480 Mb/s (60 MB/s)

# Secure Digital Memory Card (SD)

- Карта снабжена собственным контроллером и специальной областью, способной записывать информацию так, чтобы было запрещено «незаконное» чтение информации
- SD использует специальный протокол записи, который недоступен обычным пользователям.
- Карта может быть защищена паролем, без которого она становится практически неработоспособной. «Восстановить работоспособность» можно только переформатированием.
- SD-карта снабжена механическим переключателем защиты от записи. В положении «lock» невозможны запись информации, удаление файлов и форматирование карты.
- SD можно заменить MMC-картой. Замена в обратном направлении невозможна, так как SD толще





# Объём памяти и Скорость обмена

- SD 1.0 — от 8 МБ до 2 ГБ
- SD 1.1 — до 4 ГБ
- SDHC — до 32 ГБ
- SDXC — до 2 ТБ



Простейшие карты имеют скорость 6x (900 кБ/с), самые быстрые — 300x (45000 кБ/с). Фактически, если карта показывает такую скорость, то только в режиме чтения. Скорость записи обычно — в два раза ниже.

SD Card Association ввела классификацию скоростных характеристик карт и устройств для работы с ними — так называемый SD Speed Class.

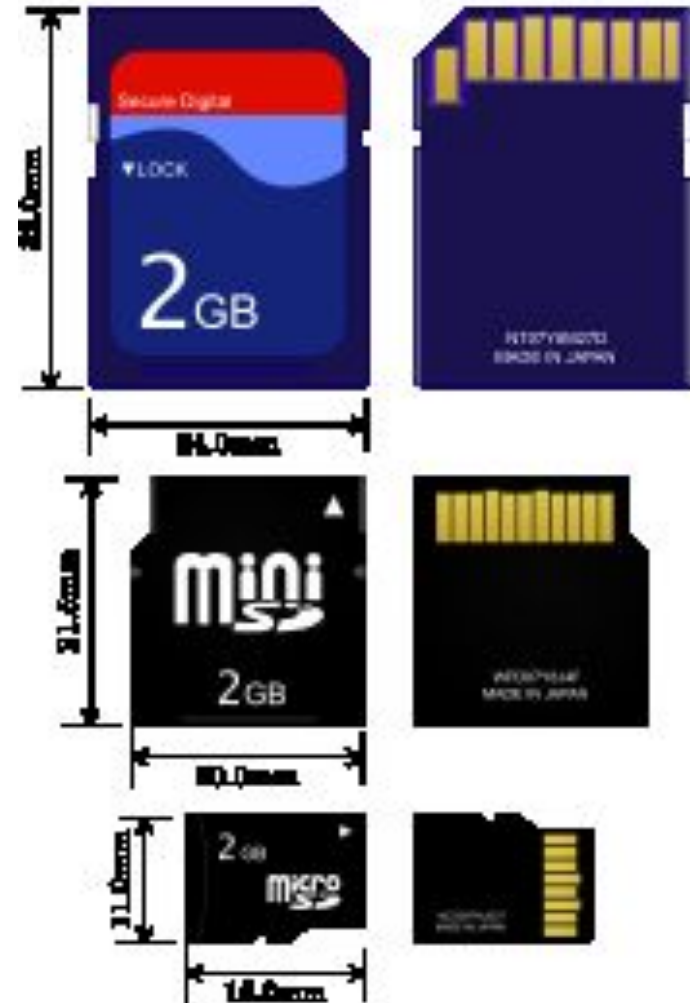
- SD Class 2 — (скорость записи не менее 2 МБ/с) — 13x
- SD Class 4 — (скорость записи не менее 4 МБ/с) — 26x
- SD Class 6 — (скорость записи не менее 6 МБ/с) — 40x
- SD Class 10 — (скорость записи не менее 10 МБ/с) — 66x
  
- Как правило, карты с объёмом более 4 ГБ распознаются операционной системой Windows как жёсткий диск. В этом случае на картах можно создавать один или несколько разделов.

Рейтинг	Скорость (МБ/с)	SDHC класс
6x	0.9	n/a
<b>13x</b>	<b>2.0</b>	<b>2</b>
<b>26x</b>	<b>4.0</b>	<b>4</b>
32x	4.8	4
<b>40x</b>	<b>6.0</b>	<b>6</b>
<b>66x</b>	<b>10.0</b>	<b>10</b>
100x	15.0	10
133x	20.0	10
150x	22.5	10
200x	30.0	10
266x	40.0	10
300x	45.0	10



# MicroSD и MiniSD

- Для миниатюрных приборов разработаны miniSD размером  $20 \times 21,5 \times 1,4$  мм и самая маленькая из всех карт — MicroSD (ранее известная как TransFlash) размером  $11 \times 15 \times 1$  мм. Карты MiniSD и MicroSD имеют переходники (адаптеры), при помощи которых их можно вставлять в любой слот для обычной SD-карты.





# xD-Picture Card



- 2002 год. Используется с цифровыми фотоаппаратами. Разработан компаниями Olympus и Fujifilm.
- 20 мм × 25 мм × 1.78 мм, вес — 2,8 г.
- Поддерживаются преимущественно моделями цифровых камер Olympus, Fujifilm
- Производство: Toshiba, Samsung Electronics, Kodak, SanDisk, Lexar и др.
- отсутствие контроллера на самой карте (относительно небольшой размер и невысокие скоростные показатели)

- Оригинальные карты памяти xD-Picture Card объёмом 16 - 512 МБ. Скорость записи -3 МБ/с, 5 МБ/с — скорость чтения.
- типа М (2005 г) могут достичь теоретического максимума в 8 ГБ (от 256 МБ до 2 ГБ) страдают меньшей скорости чтения-записи, чем оригинальные карты. Скорость записи - 2.5 МБ/с, 4 МБ/с — скорость чтения.
- типа Н (2005 г) - более высокие скорости чтения/записи (теоретически быстрее в 3 раза). От 256 Мбайт до 2 Гбайт. Скорость записи 4 МБ/с, скорость чтения 5 МБ/с.
- типа М+ (2008 г) - с увеличенной скоростью чтения/записи в 1.5 раза по сравнению с картами М. В объёме 1 и 2 ГБ.
- карты памяти типа М и Н могут быть несовместимыми с более старыми камерами (особенно при записи видео).



# Multimedia Card (MMC)

Разработана в 1997 компаниями Siemens AG и SanDisk.

Содержит контроллер памяти и обладает высокой совместимостью с устройствами самого различного типа (с SD-картой и может использоваться вместо SD)

- MMC (24×32×1,5 мм)
- RS-MMC (24×18×1,5 мм, Reduced size MMC, вдвое короче)
- MMCmobile (Dual Voltage Reduced Size MMC, могут работать не только на стандартном напряжении питания 3 В, но и на 1,8 В)
- MMCmicro (размером 12 x 14 x 1.1 мм)
- MMC+ (высокая скорость передачи данных и поддержка 8-битной шины данных (а не 4-х битная), в устройствах без полной поддержки MMC+ эта карта работает как стандартная MMC)



## RS-MMC, или Reduced Size Multimedia Card

Формат карт флэш-памяти, электрически совместимый с MMC, но меньшего размера, работающих под напряжении 3В. Так же существует DV RS-MMC или Dual-Voltage Reduced Size Multimedia Card, которые работают под напряжением 3В и 1.8В. Использование DV RS-MMC под напряжением 1.8В соответственно более экономно.

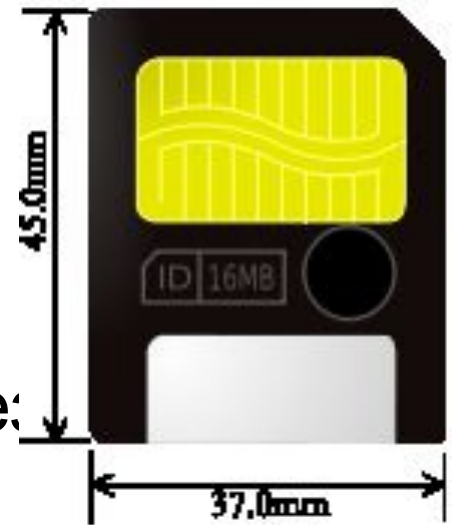


# SmartMedia



- Создана компанией Toshiba (1995 г). Изначально, SmartMedia называлась Solid State Floppy Disk Card (SSFDC).
- Карта SmartMedia состоит из одного чипа внутри тонкого пластикового корпуса. Оставалась одной из самых дешёвых (в карте отсутствует контроллер памяти, старые устройства перепрошивали для поддержки карт большего объёма).
- Максимальный объём карты был ограничен 128 Мб. Камеры достигали размера, для которого карты SmartMedia оказывались слишком крупными (Fuji и Olympus перешли на xD-Picture Card).
- Toshiba и Samsung до сих пор производят карты SmartMedia (до 128 Мб) для использования в обычном floppy-дисковом дисководе, при помощи адаптера FlashPath.
- Есть две версии карт SmartMedia — 5 V и 3.3 V (по рабочему напряжению). Корпус у них идентичен (различие — положение «срезанного» уголка).

- Вес: 2 г
- Размер: 45.0 × 37.0 × 0.76 мм
- Ёмкость: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 МВ
- Плоская контактная площадка — 22 контакта
- 8-битный интерфейс ввода/вывода (в некоторых случаях — 16-битный)
- Скорость передачи данных: 2МВ/с
- 1,000,000 циклов чтения/записи
- сохранность информации — 10 лет без электроснабжения



- металлическая наклейка для защиты от записи
- Совместима с картами CompactFlash Type II посредством адаптера
- Совместима с 3.5" дисководом посредством адаптера FlashPath

# SDHC

- SDHC — Secure Digital High Capacity — сменная карта флеш-памяти. SDHC стал развитием популярного формата SD (Secure Digital), унаследовав большинство его характеристик.
- Потенциальный максимальный объём карт SDHC увеличен до 32 ГБ, для хранения информации на картах этого типа используют файловую систему FAT32 (для SD использовалась FAT16/32).





# SDXC

В 2009 г. новый стандарт SDXC (eXtended Capacity), поддерживающий карты объёмом до 2 ТБ и скорость обмена до 104 МБ/с. В дальнейшем планируется повысить скорость до 300 МБ/с. Стандартной для SDXC карт будет файловая система exFAT



# Типы флеш памяти

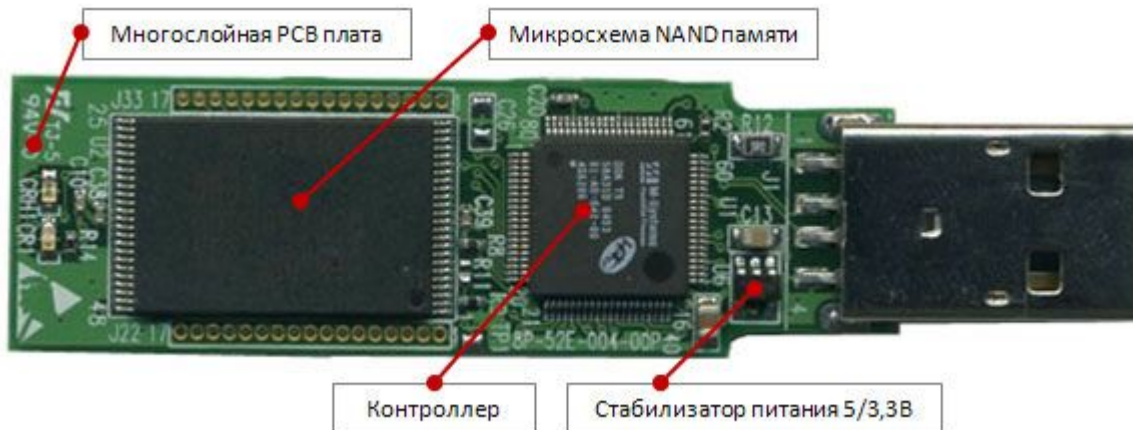
## 1. NOR

В основе этого типа флэш-памяти лежит ИЛИ-НЕ элемент (англ. NOR), потому что в транзисторе с плавающим затвором низкое напряжение на затворе обозначает единицу.

Транзистор имеет два затвора: управляющий и плавающий. Последний полностью изолирован и способен удерживать электроны до 10 лет. В ячейке имеются также сток и исток.

## 2. NAND

В основе NAND-типа лежит И-НЕ элемент (англ. NAND). Принцип работы такой же, от NOR-типа отличается только размещением ячеек и их контактами. В результате уже не требуется подводить индивидуальный контакт к каждой ячейке, так что размер и стоимость NAND-чипа может быть существенно меньше. Также запись и стирание происходит быстрее.



# Способы организации записи информации в ячейку

**SLC (Single-level cell) — одноуровневая ячейка, то есть ячейка памяти, способная хранить 1 бит информации.**



**MLC (Multi-level cell) — ячейка, которая хранит сразу несколько бит информации.**

MLC-память гораздо дешевле SLC-варианта, а кроме того, позволяет хранить большее количество информации, поэтому MLC-чипы используются в большинстве современных флэш-карт и почти во всех USB-флэшках

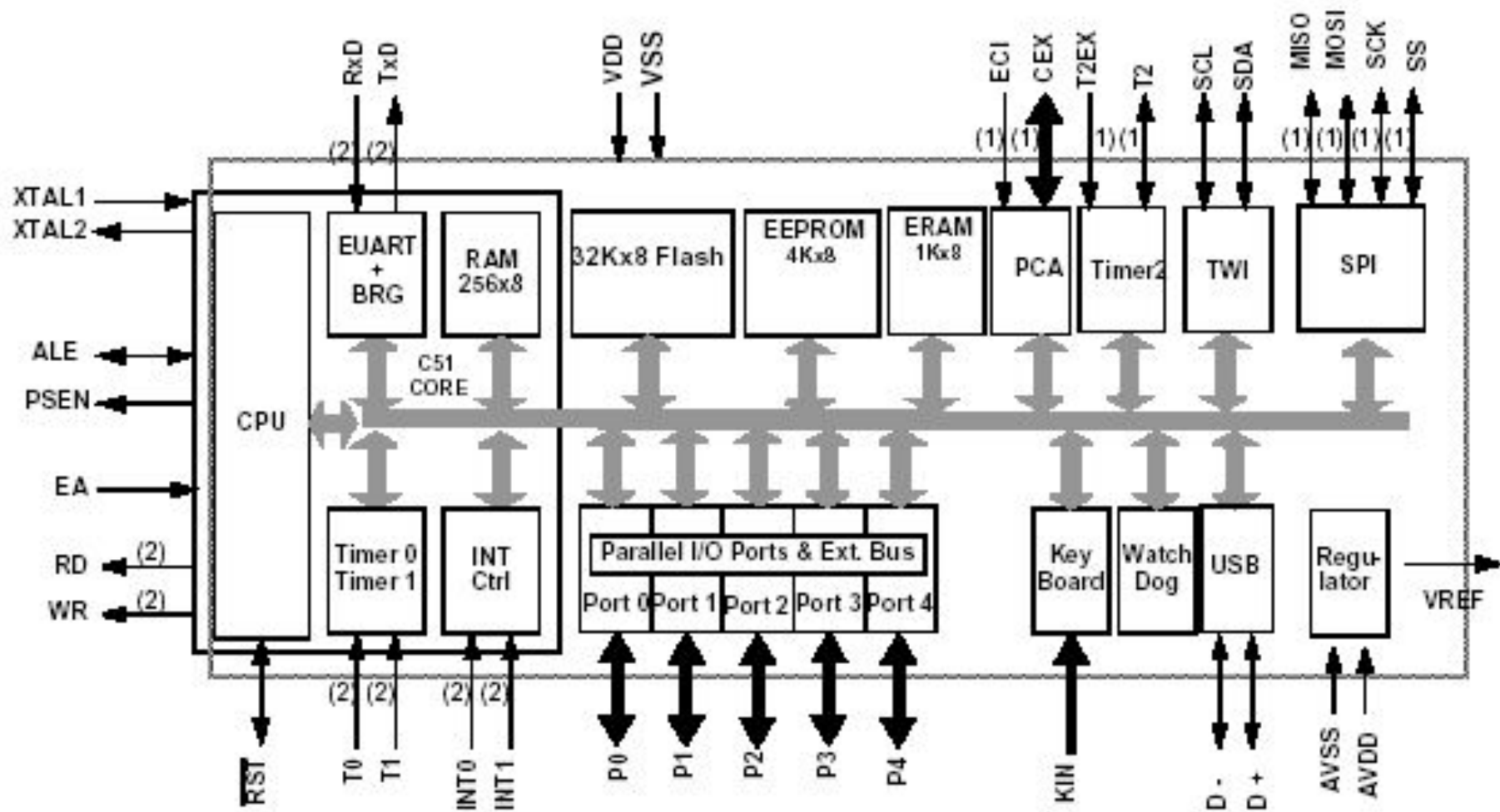


# Устройство флэш памяти

USB флэш-карта состоит из трех ключевых элементов:

- **разъем USB** — хорошо знакомый каждому разъем, представляющий собой интерфейс между флэшкой и компьютерной системой, будь то система персонального компьютера, мультимедийного центра или даже автомагнитолы;
- **контроллер памяти** — очень важный элемент цепи. Осуществляет связь памяти устройства с разъемом USB и руководит передачей данных в обе стороны;
- **микросхема памяти** — самая дорогая и важная часть USB флэш-карты. Определяет объем хранимой на карте информации, быстроту чтения/записи данных.









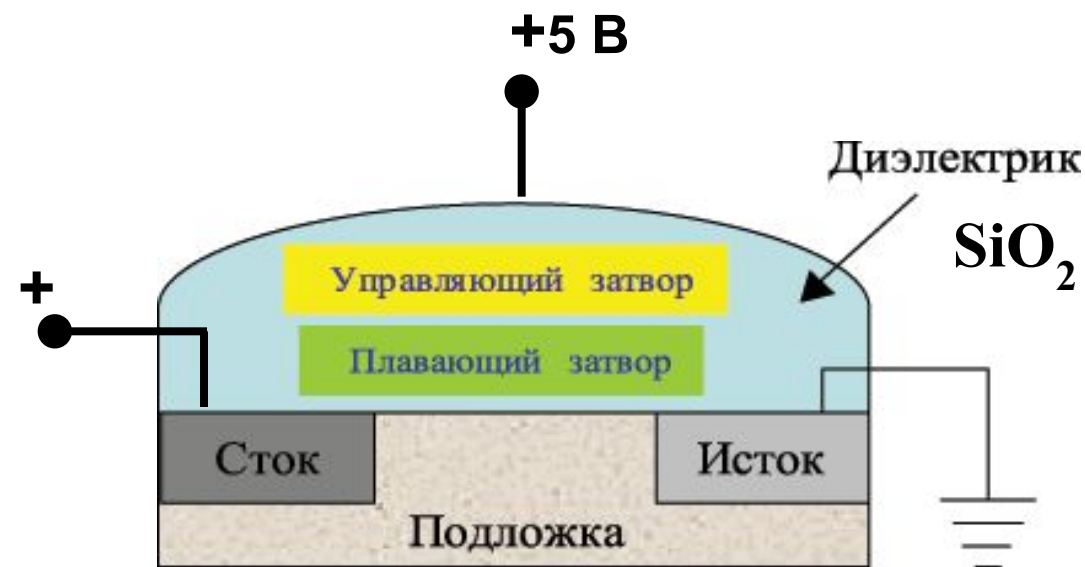
- 1 — USB-разъём;
- 2 — микроконтроллер;
- 3 — контрольные точки;
- 4 — микросхема флэш-памяти;
- 5 — кварцевый резонатор;
- 6 — светодиод;
- 7 — переключатель «защита от записи»;
- 8 — место для дополнительной микросхемы памяти.

# ПРИНЦИП ЗАПИСИ И СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА КАРТАХ ФЛЭШ-ПАМЯТИ

Во флэш-памяти для записи и считывания информации используются электрические сигналы.

Каждая ячейка флэш-памяти хранит **один бит** информации и состоит из одного полевого транзистора со специальной электрически изолированной областью – «плавающим» затвором.

Важной особенностью плавающего затвора является способность удерживать электроны, то есть заряд. Наличие или отсутствие заряда на плавающем затворе определяет характер информации, хранящейся в ячейке..



При **записи** данных на управляющий затвор подается положительное напряжение и электроны в результате эффекта туннелирования попадают на плавающий затвор. На нем они могут храниться в течение нескольких лет.

Для **стирания** информации на управляющий затвор подается высокое отрицательное напряжение, и электроны с плавающего затвора переходят (туннелируют) на исток.

# Характеристики

- **Скорость** некоторых устройств с флеш-памятью может достигать до 100 Мб/с. В основном флеш-карты имеют большой разброс скоростей и обычно маркируются в скоростях стандартного CD-привода (150 килобайт/с). Так, указанная скорость в 100× означает  $100 \times 150$  килобайт/с = 14,65 мегабайт/с.
- В 2005 году Toshiba и SanDisk представили чипы объёмом 1 Гб (один транзистор может хранить несколько бит).
- Компания Samsung в 2006 года представила 8-гигабайтный чип, выполненный по 40-нм **технологическому процессу**.
- В конце 2007 года Samsung сообщила о создании первого в мире чипа флеш-памяти по 30-нм технологическому процессу с ёмкостью чипа 8 Гб.
- 2009 года Toshiba заявила, что массовый выпуск 64 Гб начнётся в 2010 г.
- К 2007 году USB устройства и карты памяти имели объём от 512 Мб до 64 Гб. Самый большой объём USB-устройств составлял 4 терабайта.

# Характеристики

- Основное слабое место флеш-памяти — **количество циклов перезаписи**. Операционные системы часто записывают данные в одно и то же место. Часто обновляется таблица файловой системы, так что первые сектора памяти израсходуют свой запас значительно раньше. Распределение нагрузки позволяет существенно продлить срок работы памяти.
- USB флеш-носители и карты памяти, такие, как Secure Digital и CompactFlash, имеют **встроенный контроллер**, который производит обнаружение и исправление ошибок и старается равномерно использовать ресурс перезаписи флеш-памяти. Применяется обычная **FAT**.

Объем USB флэш-памяти всегда указан на упаковке, поскольку является ее основной характеристикой. Современные флэшки обладают объемом до 256 Гбайт, однако с покупкой горячих новинок стоит повременить. Оптимальный объем современной флэшки, по нашему мнению, на данный момент должен составлять 16-32 Гбайт. Чуть дороже мегабайт у флэшек на 64 Гбайт, но они тоже успели немного потерять в цене.



# Дополнительные опции

## 1. Конструкция разъема

- открытый разъем, отсутствие защиты — такой разъем встречается на ультрамаленьких USB-флэшках.
- классический колпачок — проверенная временем защита для разъема USB. Современные колпачки могут изготавливаться не только из пластика, но и из резины.
- слайдер — этот способ стал популярен благодаря отсутствию отделяемых от флешки частей и достаточно быстрому доступу к разъему.
- скобка — корпус флешки с выступающим USB-разъемом закрывается скобой, которая имеет точку вращения на противоположном от разъема конце корпуса.



## Дополнительное программное обеспечение

в комплекте с флэшкой вы получаете какую-нибудь утилиту, в подавляющем большинстве случаев данное заявление не более чем рекламный трюк.



# КАРТЫ ФЛЭШ-ПАМЯТИ



**Флэш-память** представляет собой микросхему, помещенную в миниатюрный плоский корпус.

Микросхемы флэш-памяти могут содержать миллиарды ячеек, каждая из которых хранит 1 бит информации.

Информационная емкость карт флэш-памяти может достигать **128 Гбайт**.

Информация записанная на флэш-память, может очень **долго храниться** (от 20 до 100 лет).

Флэш-память **компактнее** и потребляет значительно **меньше энергии** (примерно в 10-20 раз), чем магнитные и оптические дисководы.

Для считывания и записи информации карта памяти вставляется в специальные накопители (**картридеры**), встроенные в мобильные устройства или подключаемые к компьютеру через USB-порт.



Универсальный картридер



# КАРТЫ ФЛЭШ-ПАМЯТИ



Цифровая фотокамера



MP3-плеер



Цифровая видеокамера



Сотовый телефон



Благодаря низкому энергопотреблению, компактности, долговечности и относительно высокому быстродействию, флэш-память идеально подходит для использования в портативных устройствах.



Портативный компьютер



Цифровой диктофон

# USB ФЛЭШ-ДИСКИ



Накопители на флэш-памяти представляют собой микросхему флэш-памяти, дополненную контроллером USB.

USB флэш-диски могут содержать переключатель защиты от записи, поддерживать парольную защиту, могут иметь жидкокристаллический экранчик, на котором отображается, сколько свободного места остается на диске.

