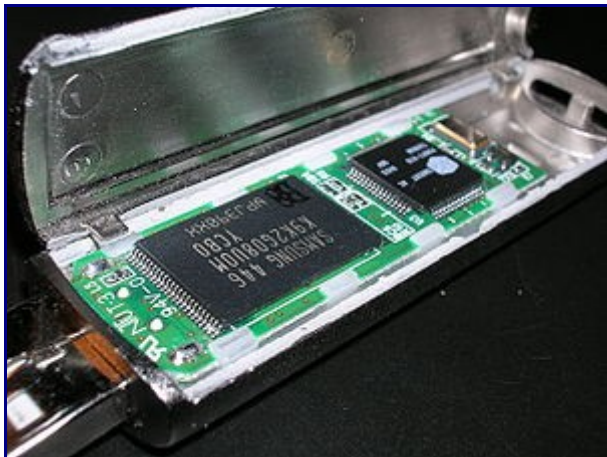


Флеш-память

[[править](#)]

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Перейти к: [навигация](#), [поиск](#)



[USB-накопитель](#) на флеш-памяти

Флеш-память ([англ.](#) *flash memory*) — разновидность твердотельной полупроводниковой энергонезависимой перезаписываемой памяти ([ПППЗУ](#)).

Она может быть прочитана сколько угодно раз (в пределах срока хранения данных, типично — 10-100 лет), но писать в такую память можно лишь ограниченное число раз (максимально — около миллиона циклов [\[1\]](#)). Распространена флеш-память, выдерживающая около 100 тысяч циклов перезаписи — намного больше, чем способна выдержать [дискета](#) или [CD-RW](#).

Не содержит подвижных частей, так что, в отличие от [жёстких дисков](#), более надёжна и компактна.

Благодаря своей компактности, дешевизне и низкому энергопотреблению флеш-память широко используется в цифровых портативных устройствах — фото- и видеокамерах, диктофонах, [MP3-плеерах](#), [КПК](#), [мобильных телефонах](#), а также [смартфонах](#) и [коммуникаторах](#). Кроме того, она используется для хранения встроенного программного обеспечения в различных устройствах ([маршрутизаторах](#), мини-АТС, [принтерах](#), [сканерах](#), [модемах](#)), различных контроллерах.

Также в последнее время широкое распространение получили [USB флеш-накопители](#) («*флешка*», USB-драйв, USB-диск), практически вытеснившие дискеты и CD.

На конец 2008 года основным недостатком, не позволяющим устройствам на базе флеш-памяти вытеснить с рынка жёсткие диски, 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. Хотя работы в этих направлениях ведутся. Удешевляется технологический процесс, усиливается конкуренция. Многие фирмы уже заявили о выпуске [SSD](#)-накопителей объёмом 256 Гб и более. Например в ноябре 2009 года компания [OCZ](#) предложила SSD-накопитель ёмкостью 1 Тб и 1,5 млн циклов перезаписи.

Ещё один недостаток устройств на базе флеш-памяти по сравнению с жёсткими дисками — как ни странно, меньшая скорость. Несмотря на то, что производители SSD-накопителей

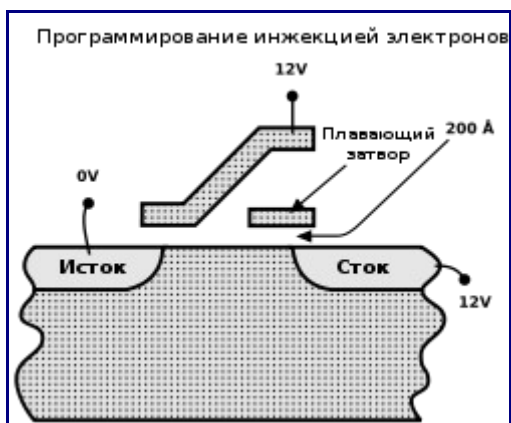
заверяют, что скорость этих устройств выше скорости винчестеров, в реальности она оказывается ощутимо ниже. Конечно, SSD-накопитель не тратит подобно винчестеру время на разгон, позиционирование головок и т. п. Но время чтения, а тем более записи, ячеек флеш-памяти, используемой в современных SSD-накопителях, больше. Что и приводит к значительному снижению общей производительности. Справедливости ради следует отметить, что последние модели SSD-накопителей и по этому параметру уже вплотную приблизились к винчестерам. Однако, эти модели пока слишком дороги.

Содержание

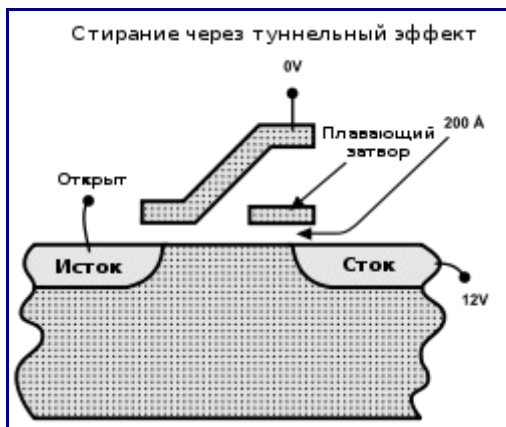
[[убрать](#)]

- [1 Принцип действия](#)
 - [1.1 NOR](#)
 - [1.2 NAND](#)
- [2 История](#)
- [3 Характеристики](#)
- [4 Файловые системы](#)
- [5 Применение](#)
- [6 Типы карт памяти](#)
- [7 Примечания](#)
- [8 См. также](#)
- [9 Ссылки](#)

Принцип действия



Программирование флеш-памяти



Стирание флеш-памяти

Флеш-память хранит информацию в массиве [транзисторов с плавающим затвором](#), называемых ячейками ([англ. cell](#)). В традиционных устройствах с одноуровневыми ячейками ([англ. single-level cell, SLC](#)), каждая из них может хранить только один бит. Некоторые новые устройства с многоуровневыми ячейками ([англ. multi-level cell, MLC; triple-level cell, TLC \[2\]](#)) могут хранить больше одного бита, используя разный уровень электрического заряда на плавающем затворе транзистора.

NOR

В основе этого типа флеш-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. При программировании напряжением на управляющем затворе создаётся электрическое поле и возникает [туннельный эффект](#). Часть электронов туннелирует сквозь слой изолятора и попадает на плавающий затвор. Заряд на плавающем затворе изменяет «ширину» канала сток-исток и его [проводимость](#), что используется при чтении.

Программирование и чтение ячеек сильно различаются в энергопотреблении: устройства флеш-памяти потребляют достаточно большой ток при записи, тогда как при чтении затраты энергии малы.

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

В NOR-архитектуре к каждому транзистору необходимо подвести индивидуальный контакт, что увеличивает размеры схемы. Эта проблема решается с помощью NAND-архитектуры.

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. Однако эта архитектура не позволяет обращаться к произвольной ячейке.

NAND и NOR-архитектуры сейчас существуют параллельно и не конкурируют друг с другом, поскольку находят применение в разных областях хранения данных.

История

Флеш-память была изобретена инженером компании [Toshiba Фудзиро Масуокой](#) в 1984 году. Название «флеш» было придумано также в Toshiba коллегой Фудзиро, [Сэджи Ариидзуми](#), потому что процесс стирания содержимого памяти ему напомнил [фотовспышку](#) (англ. *flash*). Масуока представил свою разработку на [IEEE 1984 International Electron Devices Meeting \(IEDM\)](#), проходившей в [Сан-Франциско, Калифорния](#). [Intel](#) увидела большой потенциал в изобретении и в 1988 году выпустила первый коммерческий флеш-чип NOR-типа.

NAND-тип флеш-памяти был анонсирован Toshiba в 1989 году на International Solid-State Circuits Conference. У него была больше скорость записи и меньше площадь чипа.

На конец 2008 года, лидерами по производству флеш-памяти являются [Samsung](#) (31 % рынка) и [Toshiba](#) (19 % рынка, включая совместные заводы с [Sandisk](#)). (Данные согласно [iSupply](#) на Q4'2008).

Стандартизацией чипов флеш-памяти типа NAND занимается [Open NAND Flash Interface Working Group](#) (ONFI). Текущим стандартом считается спецификация ONFI версии 1.0[3], выпущенная 28 декабря 2006 года. Группа ONFI поддерживается конкурентами [Samsung](#) и [Toshiba](#) в производстве NAND-чипов: [Intel](#), [Hynix](#) и [Micron Technology](#). [4]

Характеристики

В основном объём чипа флеш-памяти измеряется от [килобайт](#) до нескольких [гигабайт](#).

В 2005 году [Toshiba](#) и [SanDisk](#) представили NAND-чипы объёмом 1 Гб[5], выполненные по технологии многоуровневых ячеек, где один транзистор может хранить несколько [бит](#), используя разный уровень электрического заряда на плавающем затворе.

Компания [Samsung](#) в сентябре 2006 года представила 8-гигабайтный чип, выполненный по 40-нм технологическому процессу. [6]

В конце 2007 года [Samsung](#) сообщила о создании первого в мире MLC (multi-level cell) чипа флеш-памяти типа NAND, выполненного по 30-нм технологическому процессу с ёмкостью чипа 8 Гб. В декабре 2009 году компанией начато производство этой памяти, но объёмом 4 Гб (32 Гбит). [7]

В то же время, в декабре 2009 года, [Toshiba](#) заявила, что 64 Гб NAND память уже поставляется заказчикам, а массовый выпуск начнётся в первом квартале 2010 года. [8]

[16 июня 2010 года](#) [Toshiba](#) объявила о выпуске первого в истории 128 Гб чипа, состоящего из 16 модулей по 8 Гб. Одновременно с ним в массовую продажу выходят и чипы в 64 Гб. [9] [10]

Для увеличения объёма в устройствах часто применяется массив из нескольких чипов. К 2007 году USB устройства и карты памяти имели объём от 512 Мб до 64 Гб. Самый большой объём USB-устройств составлял 4 [терабайта](#).

В 2010 году [Intel](#) и [Micron](#) сообщили об успешном совместном освоении выпуска 3-битной (TLC) флеш-памяти типа NAND с использованием норм 25-нм техпроцесса [2].

Файловые системы

Основное слабое место флеш-памяти — количество циклов перезаписи. Ситуация ухудшается также в связи с тем, что 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.

Для решения этой проблемы были созданы специальные файловые системы: [JFFS2\[11\]](#) и [YAFFS\[12\]](#) для [GNU/Linux](#) и [exFAT](#) для [Microsoft Windows](#).

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. На таких устройствах не имеет смысла использовать специальную файловую систему и для лучшей совместимости применяется обычная [FAT](#).

Применение



Флеш-карты разных типов (спичка для сравнения масштабов)

Флеш-память наиболее известна применением в [USB флеш-накопителях](#) ([англ. USB flash drive](#)). В основном применяется NAND-тип памяти, которая подключается через USB по интерфейсу USB mass storage device (USB MSC). Данный интерфейс поддерживается всеми современными операционными системами.

Благодаря большой скорости, объёму и компактным размерам USB флеш-накопители полностью вытеснили с рынка дискеты. Например, компания [Dell](#) с 2003 года перестала выпускать компьютеры с дисководом гибких дисков.[\[13\]](#)

В данный момент выпускается широкий ассортимент USB флеш-накопителей, разных форм и цветов. На рынке присутствуют флешки с автоматическим шифрованием записываемых на них данных. Японская компания Solid Alliance даже выпускает флешки в виде еды.[\[14\]](#)

Есть специальные дистрибутивы [GNU/Linux](#) и [версии программ](#), которые могут работать прямо с USB носителей, например, чтобы пользоваться своими приложениями в интернет-кафе.

Технология [ReadyBoost](#) в [Windows Vista](#) способна использовать USB флеш-накопитель или специальную флеш-память, встроенную в компьютер, для увеличения быстродействия.[\[15\]](#)

На флеш-памяти также основываются карты памяти, такие как [Secure Digital](#) (SD) и [Memory Stick](#), которые активно применяются в портативной технике (фотоаппараты, мобильные телефоны). Флеш-память занимает большую часть рынка переносных носителей данных.

NOR-тип памяти чаще применяется в BIOS и ROM-памяти устройств, таких, как DSL-модемы, маршрутизаторы и т. д. Флеш-память позволяет легко обновлять [прошивку](#) устройств, при этом скорость записи и объём для таких устройств не так важны.

Сейчас активно рассматривается возможность замены жёстких дисков на флеш-память. В результате увеличится скорость включения компьютера, а отсутствие движущихся деталей увеличит срок службы и снизит уровень шума. Например, в [XO-1](#), «ноутбуке за 100 \$»,

который активно разрабатывается для стран третьего мира, вместо жёсткого диска будет использоваться флеш-память объёмом 1 Гб.^[16] Распространение ограничивает высокая цена и меньший срок службы, чем у жёстких дисков, из-за ограниченного количества циклов перезаписи.

Типы карт памяти

Существуют несколько типов карт памяти, используемых в портативных устройствах:

CF (Compact Flash): карты памяти CF являются старейшим стандартом карт флеш-памяти. Первая CF карта была произведена корпорацией SanDisk в 1994 году. Этот формат памяти очень распространён. Чаще всего в наши дни он применяется в профессиональном фото- и видео-оборудовании, так как ввиду своих размеров (43×36×3,3 мм) слот расширения для Compact Flash-карт физически проблематично разместить в мобильных телефонах или MP3-плеерах. Зато ни одна карта не может похвастаться такими скоростями, объемами и надёжностью, как CF. В [2008 году](#) максимальный объём CF достиг 100 Гбайт, а скорость передачи данных увеличена до 66 Мбайт/с.

MMC (Multimedia Card): карта в формате MMC имеет небольшой размер — 24×32×1,4 мм. Разработана совместно компаниями SanDisk и Siemens. MMC содержит контроллер памяти и обладает высокой совместимостью с устройствами самого различного типа. В большинстве случаев карты MMC поддерживаются устройствами со слотом SD.

RS-MMC (Reduced Size Multimedia Card): карта памяти, которая вдвое короче стандартной карты MMC. Её размеры составляют 24×18×1,4 мм, а вес — около 6 г, все остальные характеристики не отличаются от MMC. Для обеспечения совместимости со стандартом MMC при использовании карт RS-MMC нужен адаптер.

DV-RS-MMC (Dual Voltage Reduced Size Multimedia Card): карты памяти DV-RS-MMC с двойным питанием (1,8 и 3,3 В) отличаются пониженным энергопотреблением, что позволит работать мобильному телефону немного дольше. Размеры карты совпадают с размерами RS-MMC, 24×18×1,4 мм.

MMCmicro: миниатюрная карта памяти для мобильных устройств с размерами 14×12×1,1 мм. Для обеспечения совместимости со стандартным слотом MMC необходимо использовать переходник.

SD Card (Secure Digital Card): поддерживается фирмами [SanDisk](#), [Panasonic](#) и [Toshiba](#). Стандарт SD является дальнейшим развитием стандарта MMC. По размерам и характеристикам карты SD очень похожи на MMC, только чуть толще (32×24×2,1 мм). Основное отличие от MMC — технология защиты авторских прав: карта имеет криптозащиту от несанкционированного копирования, повышенную защиту информации от случайного стирания или разрушения и механический переключатель защиты от записи. Несмотря на родство стандартов, карты SD нельзя использовать в устройствах со слотом MMC.

SDHC (SD High Capacity, SD высокой ёмкости): Старые карты SD (SD 1.0, SD 1.1) и новые SDHC (SD 2.0) и устройства их чтения различаются ограничением на максимальную ёмкость носителя, 4 Гб для SD и 32 Гб для SDHC. Устройства чтения SDHC обратно совместимы с SD, то есть SD-карта будет без проблем прочитана в устройстве чтения SDHC, но в устройстве SD карта SDHC не будет читаться вовсе. Оба варианта могут быть представлены в любом из трёх форматов физических размеров (стандартный, mini и micro).

miniSD (Mini Secure Digital Card): От стандартных карт Secure Digital отличаются

меньшими размерами 21,5×20×1,4 мм. Для обеспечения работы карты в устройствах, оснащённых обычным SD-слотом, используется адаптер.

microSD (Micro Secure Digital Card): являются на настоящий момент (2008) самыми компактными съёмными устройствами флеш-памяти (11×15×1 мм). Используются, в первую очередь, в мобильных телефонах, коммуникаторах и т. п., так как, благодаря своей компактности, позволяют существенно расширить память устройства, не увеличивая при этом его размеры. Переключатель защиты от записи вынесен на адаптер microSD-SD. Максимальный размер карты microSDHC, выпущенной [SanDisk](#) в 2010 году, равен 32 Гб.

Memory Stick Duo: данный стандарт памяти разрабатывался и поддерживается компанией [Sony](#). Корпус достаточно прочный. На данный момент — это самая дорогая память из всех представленных. Memory Stick Duo был разработан на базе широко распространённого стандарта Memory Stick от той же Sony, отличается малыми размерами (20×31×1,6 мм).

Memory Stick Micro (M2): Данный формат является конкурентом формата microSD (по размеру), сохраняя преимущества карт памяти Sony.

xD-Picture Card: используются в цифровых фотоаппаратах фирм [Olympus](#), [Fujifilm](#) и некоторых других.

Примечания

- ↑ Александр Харьковский. [Micron и Sun анонсировали флэш-память с миллионом циклов записи](#) [3DNews](#), 21 декабря 2008
- ↑ ¹ ² [iXBT.com :: Все новости :: Intel и Micron освоили выпуск 3-битной флэш-памяти типа NAND по нормам 25 нм](#)
- ↑ http://www.onfi.org/docs/ONFI_1_0_Gold.pdf
- ↑ <http://www.onfi.org/onfimembers.html>
- ↑ [Веб-сайт Toshiba](#) (англ.)(Проверено 17 июня 2010)
- ↑ [Samsung unveils 32Gb flash made from 40nm technology | Hardware — InfoWorld](#)
- ↑ Денис Борн. [Intel и Micron на пути к лидерству в области NAND-технологий](#) [3DNews](#), 26 декабря 2009 (Проверено 15 марта 2010)
- ↑ [Сайт 3Dnews](#)(Проверено 17 ноября 2010)
- ↑ [Веб-сайт Toshiba](#) (англ.)(Проверено 17 июня 2010)
- ↑ [Новостной портал сферы высоких технологий](#) (англ.) (Проверено 17 июня 2010)
- ↑ [ELJonline:Flash Filesystems for Embedded Linux Systems — Linux For Devices Articles — Linux for Devices](#)
- ↑ [Introducing YAFFS, the first NAND-specific flash file system — News — Linux for Devices](#)
- ↑ [BBC NEWS | UK | R.I.P. Floppy Disk](#)
- ↑ <http://www.solidalliance.com/product.html>
- ↑ [ReadyBoost — Using Your USB Key to Speed Up Windows Vista — Tom Archer’s Blog — Site Home — MSDN Blogs](#)
- ↑ [One Laptop per Child \(OLPC\): Laptop Hardware > Specs](#)

См. также

- [Универсальный флеш-накопитель](#)
- [Charge Trap Flash](#)
- [DRAM](#)

- [Магниторезистивная оперативная память](#)
- [U3](#)