

Жёсткий диск

Материал из Википедии — свободной энциклопедии



Жесткий диск Western Digital WD2500

Накопи́тель на жёстких магнѣтных дѣсках , **НЖМД**, **жёсткий диск**, *винчѣстер* (англ. *Hard (Magnetic) Disk Drive*, *HDD*, *HMDD*; в просторечии *винт*, *хард*, *харддиск*, — энергонезависимое перезаписываемое [компьютерное запоминающее устройство](#). Является основным накопителем данных в большинстве [компьютеров](#).

В отличие от «гибкого» диска ([дискеты](#)), информация в НЖМД записывается на жѣсткие ([алюминиевые](#) или керамические) [пластины](#), покрытые слоем [ферромагнитного](#) материала, чаще всего двуокиси [хрома](#). В НЖМД используется от одной до нескольких пластин на одной оси. [Считывающие головки](#) в рабочем режиме не касаются поверхности пластин благодаря прослойке набегающего потока воздуха, образуемого у поверхности при быстром вращении. Расстояние между головкой и диском составляет несколько [нанометров](#) (в современных дисках около 10 нм^[1]), а отсутствие механического контакта обеспечивает долгий срок службы устройства. При отсутствии вращения дисков, головки находятся у [шпинделя](#) или за пределами диска в безопасной зоне, где исключѣн их нештатный контакт с поверхностью дисков.

Содержание

- [1 Название «Винчестер»](#)
- [2 Характеристики](#)
- [3 Производители](#)
- [4 Устройство](#)
 - [4.1 Гермозона](#)
 - [4.2 Блок электроники](#)
 - [4.3 Низкоуровневое форматирование](#)
- [5 Геометрия магнитного диска](#)
 - [5.1 Особенности геометрии жестких дисков со встроенными контроллерами](#)
 - [5.1.1 Зонирование](#)
 - [5.1.2 Резервные секторы](#)
 - [5.1.3 Логическая геометрия](#)
- [6 Адресация данных](#)
 - [6.1 CHS](#)
 - [6.2 LBA](#)
- [7 Технологии записи данных](#)
 - [7.1 Метод параллельной записи](#)
 - [7.2 Метод перпендикулярной записи](#)
 - [7.3 Метод тепловой магнитной записи](#)
- [8 Сравнение интерфейсов](#)

- [9 История прогресса накопителей](#)
- [10 Примечания](#)
- [11 См. также](#)
- [12 Литература](#)
- [13 Ссылки](#)

Название «Винчестер»

По одной из версий название «винчестер» накопитель получил благодаря фирме [IBM](#), которая в [1973 году](#) выпустила жёсткий диск модели [3340](#), впервые объединивший в одном неразъёмном корпусе пластины диска и считывающие головки. При его разработке [инженеры](#) использовали краткое внутреннее название «30-30», что означало два модуля (в максимальной компоновке) по 30 [МБ](#) каждый. Кеннет Хотон, руководитель проекта, по созвучию с обозначением популярного охотничьего ружья «[Winchester 30-30](#)»^[2] предложил назвать этот диск «винчестером»^[3].

В [Европе](#) и [США](#) название «винчестер» вышло из употребления в [1990-х годах](#), в [русском же языке](#) сохранилось и получило полуофициальный статус, а в [компьютерном сленге](#) сократилось до слов «винт» (наиболее употребимый вариант), «веник».

Характеристики



Разобранный жёсткий диск Quantum fireball (модель [2001 года](#))

Интерфейс ([англ.](#) *interface*) — совокупность линий связи, сигналов, посылаемых по этим линиям, технических средств, поддерживающих эти линии, и правил (протокола) обмена. Серийно выпускаемые жесткие диски могут использовать интерфейсы [ATA](#) (он же IDE и PATA), [SATA](#), [SCSI](#), [SAS](#), [FireWire](#), [USB](#), [SDIO](#) и [Fibre Channel](#).

Ёмкость ([англ.](#) *capacity*) — количество данных, которые могут храниться накопителем. Ёмкость современных устройств достигает 2000 Гб (2 Тб). В отличие от принятой в [информатике](#) системы приставок, обозначающих кратную 1024 величину (см.: [двоичные приставки](#)), производителями при обозначении ёмкости жёстких дисков используются величины, кратные 1000. Так, ёмкость жёсткого диска, маркированного как «200 Гб», составляет 186,2 [ГиБ](#).^[4]

Физический размер (*форм-фактор*) ([англ.](#) *dimension*). Почти все современные ([2001—2008 года](#)) накопители для [персональных компьютеров](#) и [серверов](#) имеют ширину либо 3,5, либо 2,5 [дюйма](#) — под размер стандартных креплений для них соответственно в настольных компьютерах и [ноутбуках](#). Также получили распространение форматы 1,8 дюйма, 1,3 дюйма, 1 дюйм и 0,85 дюйма. Прекращено производство накопителей в форм-факторах 8 и 5,25 дюймов.

Время произвольного доступа ([англ. random access time](#)) — время, за которое винчестер гарантированно выполнит операцию чтения или записи на любом участке магнитного диска. Диапазон этого параметра невелик — от 2,5 до 16 [мс](#). Как правило, минимальным временем обладают серверные диски (например, у Hitachi Ultrastar 15K147 — 3,7 [мс](#)^[5]), самым большим из актуальных — диски для портативных устройств (Seagate Momentus 5400.3 — 12,5^[6]).

Скорость вращения шпинделя ([англ. spindle speed](#)) — количество оборотов шпинделя в минуту. От этого параметра в значительной степени зависят время доступа и средняя скорость передачи данных. В настоящее время выпускаются винчестеры со следующими стандартными скоростями вращения: 4200, 5400 и 7200 (ноутбуки), 5400, 7200 и 10 000 (персональные компьютеры), 10 000 и 15 000 об/мин (серверы и высокопроизводительные рабочие станции).

Надёжность ([англ. reliability](#)) — определяется как [среднее время наработки на отказ](#) (MTBF). Также подавляющее большинство современных дисков поддерживают технологию [S.M.A.R.T.](#)

Количество операций ввода-вывода в секунду — у современных дисков это около 50 оп./с при произвольном доступе к накопителю и около 100 оп./сек при последовательном доступе.

Потребление энергии — важный фактор для мобильных устройств.

Уровень шума — шум, который производит механика накопителя при его работе. Указывается в [децибелах](#). Тихими накопителями считаются устройства с уровнем шума около 26 дБ и ниже. Шум состоит из шума вращения шпинделя (в том числе аэродинамического) и шума позиционирования.

Сопrotивляемость ударам ([англ. G-shock rating](#)) — сопротивляемость накопителя резким скачкам давления или ударам, измеряется в единицах допустимой перегрузки во включённом и выключенном состоянии.

Скорость передачи данных ([англ. Transfer Rate](#)) при последовательном доступе:

- внутренняя зона диска: от 44,2 до 74,5 Мб/с;
- внешняя зона диска: от 60,0 до 111,4 Мб/с.

Объём буфера — буфером называется промежуточная память, предназначенная для сглаживания различий скорости чтения/записи и передачи по интерфейсу. В дисках 2009 года он обычно варьируется от 8 до 64 Мб.

Производители

Изначально на рынке было большое разнообразие жестких дисков, производимых множеством компаний. В связи с ужесточением конкуренции и понижением норм прибыли, большинство производителей либо было куплено конкурентами, либо перешло на другие виды продукции. На текущий момент большая часть всех винчестеров производится всего несколькими компаниями: [Seagate](#), [Western Digital](#), [Samsung](#), а также ранее принадлежавшим [IBM](#) подразделением по производству дисков фирмы [Hitachi](#). [Fujitsu](#) продолжает выпускать жёсткие диски для ноутбуков и [SCSI](#)-диски, но покинула массовый рынок в [2001 году](#) (в 2009 году производство жестких дисков было полностью

передано ею компании Toshiba^[7]). [Toshiba](#) является основным производителем 2,5- и 1,8-дюймовых ЖД для ноутбуков. Достаточно яркий след в истории жестких дисков оставила компания [Quantum](#). Одним из лидеров в производстве дисков являлась компания [Maxtor](#). В 2001 году Maxtor выкупил подразделение жестких дисков компании Quantum. В [2006 году](#) состоялось слияние Seagate и Maxtor. В середине [1990-х годов](#) существовала компания [Conner](#), которую купила Seagate. В первой половине 1990-х существовала ещё фирма Micropolice, производившая очень дорогие диски premium-класса. Но при выпуске первых в отрасли винчестеров на 7200 об/мин ею были использованы некачественные подшипники главного вала, поставленные фирмой Nides, и Micropolice понесла фатальные убытки на возвратах, разорилась и была на корню куплена той же Seagate.

Устройство

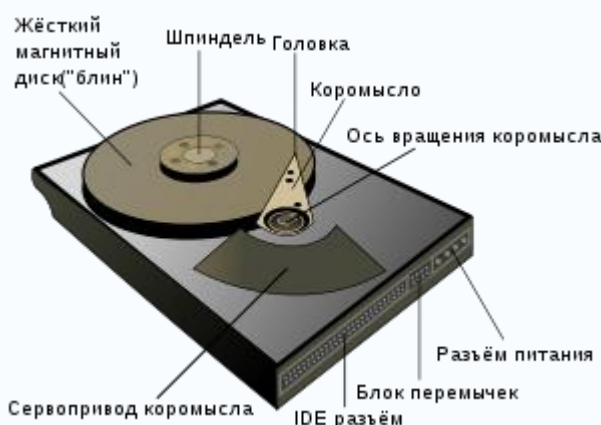


Схема устройства накопителя на жёстких магнитных дисках.

Жёсткий диск состоит из гермозоны и блока электроники.

Гермозона

Гермозона включает в себя корпус из прочного сплава, собственно диски (пластины) с магнитным покрытием, блок головок с устройством позиционирования, [электропривод шпинделя](#).

Блок головок — пакет рычагов из пружинистой стали (по паре на каждый диск). Одним концом они закреплены на оси рядом с краем диска. На других концах (над дисками) закреплены головки.

Диски (пластины), как правило, изготовлены из металлического сплава. Хотя были попытки делать их из пластика и даже стекла, но такие пластины оказались хрупкими и недолговечными. Обе плоскости пластин, подобно магнитофонной ленте, покрыты тончайшей пылью [ферромагнетика](#) — окислов [железа](#), [марганца](#) и других металлов. Точный состав и технология нанесения держатся в секрете. Большинство бюджетных устройств содержит 1 или 2 пластины, но существуют модели с большим числом пластин.

Диски жёстко закреплены на шпинделе. Во время работы шпиндель вращается со скоростью несколько тысяч оборотов в минуту (3600, 4200, 5400, 7200, 10 000, 15 000). При такой скорости вблизи поверхности пластины создаётся мощный воздушный поток, который приподнимает головки и заставляет их парить над поверхностью пластины. Форма головок рассчитывается так, чтобы при работе обеспечить оптимальное расстояние от пластины. Пока диски не разогнались до скорости, необходимой для «взлёта» головок,

парковочное устройство удерживает головки в зоне парковки. Это предотвращает повреждение головок и рабочей поверхности пластин.

Устройство позиционирования головок состоит из неподвижной пары сильных неодимовых [постоянных магнитов](#) или [электромагнитов](#), а также катушки на подвижном блоке головок.

Вопреки расхожему мнению, внутри гермозоны нет [вакуума](#). Одни производители делают её герметичной (отсюда и название) и заполняют очищенным и осушенным воздухом или нейтральными газами, в частности, [азотом](#); а для выравнивания давления устанавливают тонкую металлическую или пластиковую мембрану. (В таком случае внутри корпуса жёсткого диска предусматривается маленький карман для пакетика [силикагеля](#), который абсорбирует водяные пары, оставшиеся внутри корпуса после его герметизации). Другие производители выравнивают давление через небольшое отверстие с фильтром, способным задерживать очень мелкие (несколько [микрометров](#)) частицы. Однако в этом случае выравнивается и влажность, а также могут проникнуть вредные газы. Выравнивание давления необходимо, чтобы предотвратить деформацию корпуса гермозоны при перепадах атмосферного давления и температуры, а так же при прогреве устройства во время работы.

Пылинки, оказавшиеся при сборке в гермозоне и попавшие на поверхность диска, при вращении сносятся на ещё один фильтр — пылеуловитель.

Блок электроники

В ранних жёстких дисках управляющая логика была вынесена на MFM или RLL контроллер компьютера, а плата электроники содержала только модули аналоговой обработки и управление шпиндельным двигателем, позиционером и коммутатором головок. Увеличение скоростей передачи данных вынудило разработчиков уменьшить до предела длину аналогового тракта, и в современных жёстких дисках блок электроники обычно содержит: управляющий блок, [постоянное запоминающее устройство](#) (ПЗУ), буферную память, интерфейсный блок и блок [цифровой обработки сигнала](#).

Интерфейсный блок обеспечивает сопряжение электроники жёсткого диска с остальной системой.

Блок управления представляет собой [систему управления](#), принимающую электрические сигналы позиционирования головок, и вырабатывающую [управляющие воздействия](#) приводом типа «[звуковая катушка](#)», коммутации информационных потоков с различных головок, управления работой всех остальных узлов (к примеру, управление скоростью вращения шпинделя), приёма и обработки сигналов с датчиков устройства (система датчиков может включать в себя одноосный акселерометр, используемый в качестве датчика удара, трёхосный [акселерометр](#), используемый в качестве датчика свободного падения, датчик давления, датчик угловых ускорений, датчик температуры).

Блок ПЗУ хранит управляющие программы для блоков управления и цифровой обработки сигнала, а также служебную информацию винчестера.

[Буферная память](#) сглаживает разницу скоростей интерфейсной части и накопителя (используется быстродействующая [статическая память](#)). Увеличение размера буферной памяти в некоторых случаях позволяет увеличить скорость работы накопителя.

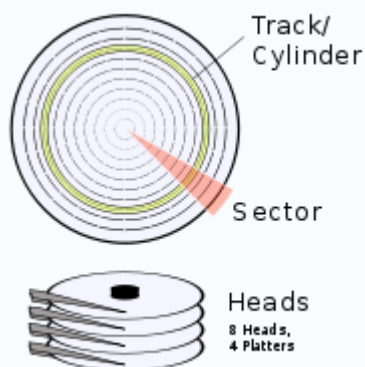
Блок цифровой обработки сигнала осуществляет очистку считанного аналогового сигнала и его [декодирование](#) (извлечение цифровой информации). Для цифровой обработки применяются различные методы, например метод PRML (Partial Response Maximum Likelihood — максимальное правдоподобие при неполном отклике). Осуществляется сравнение принятого сигнала с образцами. При этом выбирается образец наиболее похожий по форме и временным характеристикам с декодируемым сигналом.

Низкоуровневое форматирование

На заключительном этапе сборки устройства поверхности пластин [форматируются](#) — на них формируются дорожки и секторы. Конкретный способ определяется производителем и/или стандартом, но, как минимум, на каждую дорожку наносится магнитная метка, обозначающая ее начало.

Существуют утилиты, способные тестировать физические сектора диска, и ограниченно просматривать и править его служебные данные.^[8] Конкретные возможности подобных утилит сильно зависят от модели диска и технических сведений, известных автору по соответствующему семейству моделей.^[9]

Геометрия магнитного диска



С целью адресации пространства поверхности пластин диска делятся на *дорожки* — концентрические кольцевые области. Каждая дорожка делится на равные отрезки — *сектора*. Адресация CHS предполагает, что все дорожки в заданной зоне диска имеют одинаковое число секторов.

Цилиндр — совокупность дорожек, равноотстоящих от центра, на всех рабочих поверхностях пластин жесткого диска. *Номер головки* задает используемую рабочую поверхность (то есть конкретную дорожку из цилиндра), а *номер сектора* — конкретный сектор на дорожке.

Чтобы использовать адресацию CHS, необходимо знать *геометрию* используемого диска: общее количество цилиндров, головок и секторов в нем. Первоначально эту информацию требовалось задавать вручную; в стандарте [ATA-1](#) была введена функция автоопределения геометрии (команда Identify Drive).^[10]

Особенности геометрии жестких дисков со встроенными контроллерами

Зонирование

На пластинах современных «винчестеров» дорожки сгруппированы в несколько зон ([англ. Zoned Recording](#)). Все дорожки одной зоны имеют одинаковое количество секторов. Однако, на дорожках внешних зон секторов больше, чем на дорожках внутренних. Это позволяет, используя бóльшую длину внешних дорожек, добиться более равномерной плотности записи, увеличивая ёмкость пластины при той же технологии производства.

Резервные секторы

Для увеличения срока службы диска на каждой дорожке могут присутствовать дополнительные резервные секторы. Если в каком-либо секторе возникает неисправимая ошибка, то этот сектор может быть подменён резервным ([англ. remapping](#)). Данные, хранившиеся в нём, при этом могут быть потеряны или восстановлены при помощи [ЕСС](#), а ёмкость диска останется прежней. Существует две таблицы переназначения: одна заполняется на заводе, другая в процессе эксплуатации. Границы зон, количество секторов на дорожку для каждой зоны и таблицы переназначения секторов хранятся в ЗУ блока электроники.

Логическая геометрия

По мере роста ёмкости выпускаемых жестких дисков их физическая геометрия перестала вписываться в ограничения, накладываемые программными и аппаратными интерфейсами (см.: [Барьеры размеров жёстких дисков](#)). Кроме того, дорожки с различным количеством секторов несовместимы со способом адресации CHS. В результате контроллеры дисков стали сообщать не реальную, а фиктивную, *логическую геометрию*, вписывающуюся в ограничения, но не соответствующую реальности. Так, максимальные номера секторов и головок для большинства моделей берутся 63 и 255 (максимально возможные значения в функциях прерывания BIOS INT 13h), а число цилиндров подбирается соответственно ёмкости диска. Сама же физическая геометрия диска не может быть получена в штатном режиме работы^[11] и другим частям системы неизвестна.

Адресация данных

Минимальной адресуемой областью данных на жестком диске является *сектор*. Размер сектора традиционно равен 512 байт.^[12] В 2006 году [IDEMA](#) объявила о переходе на размер сектора 4096 байт, который планируется завершить к 2010 году.^[13]

В окончательной версии Windows Vista, вышедшей в 2007 году, присутствует ограниченная поддержка дисков с таким размером сектора.^[14]

Существует 2 основных способа адресации секторов на диске: *цилиндр-головка-сектор* ([англ. cylinder-head-sector, CHS](#)) и *линейная адресация блоков* ([англ. linear block addressing, LBA](#)).

CHS

При этом способе сектор адресуется по его физическому положению на диске 3 координатами — *номером цилиндра, номером головки и номером сектора*. В современных^[когда?] дисках со встроенными контроллерами эти координаты уже не соответствуют физическому положению сектора на диске и являются «логическими координатами» (см. [выше](#)).

LBA

При этом способе сектор задается единственным числом — своим абсолютным номером на диске. Стандарты ATA-1 требуют однозначного соответствия между режимами CHS и LBA:

$$\text{LBA} = [(\text{Cylinder} * \text{no of heads} + \text{heads}) * \text{sectors/track}] + (\text{Sector}-1)$$

Технологии записи данных

Принцип работы жёстких дисков похож на работу магнитофонов. Рабочая поверхность диска движется относительно считывающей головки (например, в виде катушки индуктивности с зазором в [магнитопроводе](#)). При подаче переменного электрического тока (при записи) на катушку головки, возникающее переменное магнитное поле из зазора головки воздействует на [ферромагнетик](#) поверхности диска и изменяет направление вектора намагниченности [доменов](#) в зависимости от величины сигнала. При считывании перемещение доменов у зазора головки приводит к изменению магнитного потока в [магнитопроводе](#) головки, что приводит к возникновению переменного электрического сигнала в катушке из-за эффекта электромагнитной индукции.

В последнее время для считывания применяют магниторезистивный эффект и используют в дисках магниторезистивные головки. В них изменение магнитного поля приводит к изменению сопротивления, в зависимости от изменения напряженности магнитного поля. Подобные головки позволяют увеличить вероятность достоверности считывания информации (особенно при больших плотностях записи информации).

Метод параллельной записи

На данный момент это всё ещё самая распространенная технология записи информации на НЖМД. [Биты информации](#) записываются с помощью маленькой головки, которая, проходя над поверхностью вращающегося диска, намагничивает [миллиарды](#) горизонтальных дискретных областей — [доменов](#). Каждая из этих областей является логическим нулём или единицей, в зависимости от намагниченности.

Максимально достижимая при использовании данного метода плотность записи составляет около 23 Гбит/см². В настоящее время происходит постепенное вытеснение данного метода методом перпендикулярной записи.

Метод перпендикулярной записи

Метод перпендикулярной записи — это технология, при которой биты информации сохраняются в вертикальных доменах. Это позволяет использовать более сильные [магнитные поля](#) и снизить площадь материала, необходимую для записи 1 бита. Плотность записи у современных ^{[[когда?](#)]} образцов — 60 Гбит/см².^[15]

Жёсткие диски с перпендикулярной записью доступны на рынке с 2005 года.

Метод тепловой магнитной записи

Основная статья: [Термоассистируемая магнитная запись](#)

Метод тепловой магнитной записи ([англ. Heat-assisted magnetic recording, HAMR](#)) на данный момент самый перспективный из существующих, сейчас он активно разрабатывается. При использовании этого метода используется точечный подогрев диска, который позволяет головке намагничивать очень мелкие области его поверхности. После того, как диск охлаждается, намагниченность «закрепляется». На рынке ЖД данного типа пока не представлены (на [2009 год](#)), есть лишь экспериментальные образцы, плотность записи которых 150 Гбит/см².^[16] Разработка HAMR-технологий ведется уже довольно давно, однако эксперты до сих пор расходятся в оценках максимальной плотности записи. Так, компания Hitachi называет предел в 2,3–3,1 Тбит/см², а представители Seagate Technology предполагают, что они смогут довести плотность записи HAMR-носители до 7,75 Тбит/см².^[17] Широкого распространения данной технологии следует ожидать в 2011-2012 годах.

Сравнение интерфейсов

	Пропускная способность, Мбит/с	Максимальная длина кабеля, м	Требуется ли кабель питания	Количество накопителей на канал	Число проводников в кабеле	Другие особенности
UltraATA/133 1064		0,46	Да (3,5") / Нет (2,5")	2	40/80	Controller+2 Slave, горячая замена невозможна Host/Slave, возможна горячая замена на некоторых контроллерах
SATA /300	2400	1	Да	1	4	устройства равноправны, горячая замена возможна
FireWire /400	400	4,5 м)	Да/Нет (при последовательном соединении до 72 м)	63	4/6	устройства равноправны, горячая замена возможна
FireWire /800	800	4,5 м)	Нет (при последовательном соединении до 72 м)	63	4/6	устройства равноправны, горячая замена возможна
USB 2.0	480	5 м)	Да/Нет (при последовательном соединении, через хабы, до 72 м)	127	4	Host/Slave, горячая замена возможна
USB 3.0	4800	нет данных	Да/Нет (зависит от накопителя)	нет данных	9	Двунаправленный,

			типа накопителя)			совместим с USB 2.0 устройства равноправны , горячая замена возможна горячая замена; возможно подключени е SATA - устройств в SAS- контроллеры Host/Slave, горячая замена возможна
Ultra-320 SCSI	2560	12	Да	16	50/68	
SAS	3000	8	Да	Свыше 16384		
eSATA	2400	2	Да	1 умножителем 4 портов до 15)		

История прогресса накопителей

- [1956 год](#) — жесткий диск IBM 350 в составе первого серийного компьютера [IBM 305 RAMAC](#). Накопитель занимал ящик размером с большой холодильник и имел вес 971 кг, а общий объём памяти 50 вращавшихся в нём покрытых чистым железом тонких дисков диаметром 610 мм составлял около 5 миллионов 6-битных байт (3,5 Мб в пересчёте на 8-битные байты).
- [1980 год](#) — первый 5,25-дюймовый Winchester, Shugart ST-506, 5 Мб.
- [1986 год](#) — стандарт [SCSI](#).
- [1991 год](#) — максимальная ёмкость 100 Мб.
- [1995 год](#) — максимальная ёмкость 2 Гб.
- [1997 год](#) — максимальная ёмкость 10 Гб.
- [1998 год](#) — стандарты [UDMA/33](#) и [ATAPI](#).
- [1999 год](#) — IBM выпускает [Microdrive](#) ёмкостью 170 и 340 Мб.
- [2002 год](#) — стандарт ATA/ATAPI-6 и накопители ёмкостью свыше 137 Гб.
- [2003 год](#) — появление [SATA](#).
- [2005 год](#) — максимальная ёмкость 500 Гб.
- 2005 год — стандарт Serial ATA 3G (или SATA II).
- 2005 год — появление [SAS](#) (Serial Attached SCSI).
- [2006 год](#) — применение перпендикулярного метода записи в коммерческих накопителях.
- 2006 год — появление первых «гибридных» жёстких дисков, содержащих блок [флеш-памяти](#).
- [2007 год](#) — Hitachi представляет первый коммерческий накопитель ёмкостью 1 [Тб](#).
- [2009 год](#) — на основе 500-гигабайтных пластин Western Digital, затем Seagate Technology LLC выпустили модели ёмкостью 2 Тб.^[18]
- 2009 год — Western Digital объявила о создании 2,5-дюймовых HDD объемом 1 Тб (плотность записи — 333 Гб на одной пластине)^[19]

Примечания

1. ↑ [Reference Guide — Hard Disk Drives](#) (англ.). — Обзор технологии жёстких дисков. Проверено 28 июля 2009.
2. ↑ Ружьё «Winchester Model 1894» широко известно как «Winchester 30-30» по названию используемого [патрона](#) «.30-30».
3. ↑ http://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_3340.html
4. ↑ [Medalist 545XE](#) (англ.). Seagate (17 августа 1994). Проверено 8 декабря 2008. В спецификации диска Medalist 545xe (Seagate ST3660A) заявлены параметры: форматированный объём 545,5 Мб и геометрия 1057 цилиндров×16 головок×63 сектора×512 байт в секторе = 545 513 472 байт. Однако заявленный объём 545,5 из геометрии получается только если её поделить на 1000×1000; при делении на 1024×1024 получается значение 520,2.
[Barracuda 7200.9 320 GB PATA hard drive \(ST3320833A\)](#) (англ.). Seagate. — закладка Technical Specifications. Проверено 8 декабря 2008. Другой пример: заявлен объём 320 Гб и количество доступных секторов 625 142 448. Однако если количество секторов умножить на их размер (512), то в результате получится 320 072 933 376. «320» отсюда получаются только делением на 1000³, при делении на 1024³ получается только 298.
5. ↑ <http://www.hitachigst.com/hdd/support/15k147/15k147.htm>
6. ↑ <http://www.seagate.com/products/notebook/momentus.html>
7. ↑ http://www.toshiba.co.jp/about/press/2009_10/pr0101.htm
8. ↑ [Коллекция утилит для низкоуровневой диагностики и ремонта жестких дисков](#). ???
Проверено ???.
9. ↑ [Утилита диагностики и ремонта жестких дисков UDMA-3000 с модулями для множества моделей](#). ???
Проверено ???.
10. ↑ [Спецификация стандарта ATA-1](#) (англ.). ???
Проверено ???.
11. ↑ В спецификациях ATA и SCSI отсутствуют команды для этого
12. ↑ Во всех серийно используемых стандартах, начиная с [ST-506/412](#), разработанного в начале 1980-х годов.
13. ↑ [IDEMA Announces a New Sector Length Standard](#). ??? (22 марта 2006). Проверено 18 июня 2009.
14. ↑ [Windows Vista support for large-sector hard disk drives](#). Microsoft (29 мая 2007). Проверено ???.
15. ↑ [2,4 Тбит на квадратный дюйм к 2014 году](#) 3DNews
16. ↑ [ТДК освоила 1 терабит на квадратный дюйм](#) 3DNews
17. ↑ http://www.citforum.ru/hardware/data/hdd_industry/
18. ↑ [Выпущен двухтерабайтный винчестер](#) Лента.ру
19. ↑ [Western Digital Releases 1TB 2.5-inch Laptop Hard Drive](#)(англ.)

См. также

- [АНСИ](#)
- [NCQ](#)
- [Automatic Acoustic Management](#)
- [Твердотельный накопитель](#)
- [Список компаний, производивших жёсткие диски](#)

Литература

- *Скотт Мюллер*. Модернизация и ремонт ПК = Upgrading and Repairing PCs. — 17-е изд. — М.: [Вильямс](#), 2007. — С. 653—700. — [ISBN 0-7897-3404-4](#)

Ссылки

- [Энциклопедия жёстких дисков](#)
- [Интерфейс SATA 3.0 близок к завершению](#)
- [50 лет жёстким дискам](#) iXBT

- [25-терабайтный винчестер не за горами](#)
- [Работа жёсткого диска \(видео\)](#)
- [Доступные методы диагностики жёстких дисков](#)
- [Звуки, издаваемые неисправными жёсткими дисками](#)
- [Восстановление данных и устройство жесткого диска](#)
- [Первый внешний HDD с USB 3.0](#)

Источник

«http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D1%91%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BA»

Категории: [Носители информации](#) | [Запоминающие устройства](#) | [Аппаратное обеспечение](#)