

## Тема 1.2. Внешние запоминающие устройства.

Внешние запоминающие устройства предназначены для хранения информации. Они могут находиться, как внутри системного блока, так и снаружи в отдельном корпусе. Иначе их называют накопители информации **рис. 1.18**. Емкость накопителей измеряется в гигабайтах, терабайтах, а в сетевых хранилищах еще больше. На рынке представлены следующие накопители: жесткие диски (HDD-Hard Disk Drive), твердотельные (SSD - Solid-State Drive), гибридный (SSHD), flash-память, накопители на оптических дисках и т.д.



Рис. 1.18 Разновидности накопителей

**Жесткий диск.** Жесткие диски **рис. 1.19** используют для хранения информации на домашних, офисных ПК, для видеонаблюдения, для сетевых накопителей (NAS) и т.д. Конструктивно HDD представляет собой алюминиевый корпус, называемый гермоблоком, с установленным на нем платой электроники (контроллер HDD). Гермоблок защищает от пыли, электромагнитных помех и от внешних воздействий. В нем размещены: блок цилиндрических пластин с нанесённым на них магнитным слоем; блок головок записи/считывания; два мотора: один раскручивает пластины (шпиндельный двигатель), второй приводит в действие блок головок. На плате контроллера размещены: микроконтроллер, микропроцессор, сепаратор данных, тракт преобразования данных, буферное ОЗУ, сохраненный UEFI и кэш-память. UEFI используется для тестирования, хранения параметров и низкоуровневого форматирования накопителя, кэш-память – для обмена данными между HDD и компьютерной системой. В жестком диске предусмотрена парковочная зона, в которой размещаются магнитные головки в выключенном состоянии компьютера или в экономном режиме электропотребления.



Рис. 1.19 Жесткий диск

При включении питания микропроцессор тестирует электронику жесткого диска и только потом дает сигнал на включение шпиндельного двигателя. Достигнув предельной скорости вращения пластин головки, устанавливаются над ними и не касаются их. При стабильной скорости вращения считывается микрокод и служебная программа (Firmware), которая осуществляет тестирование дорожек на ошибки. При прохождении теста, HDD готов к работе. Firmware жестких дисков отслеживает технологические параметры S.M.A.R.T. (self-monitoring, analysis and reporting technology – технология самодиагностики жесткого диска) и сообщает пользователю через BIOS/UEFI или драйвер операционной системы отчет о неполадках.

Основная конструктивная характеристика жесткого диска – это форм-фактор: 2.5" и 3.5". Некоторые производители в жестких дисках форм-фактором 3.5" используют пластины от 2.5". Характеристики таких HDD одинаковые, и для 2.5" и для 3.5". Производители больше всего на рынок выпускают жесткие диски форм-фактором 2.5", а производство 3.5" снижается с каждым годом. Для установки в отсек 3.5" корпуса системного блока накопителя 2.5", можно использовать салазки. Специальное крепление/переходник для отсеков корпуса, которое можно подобрать для любого форм-фактора накопителя [рис.1.20](#).



Рис.1.20 Форм-фактор жестких дисков: 3.5", 2.5" и 1.8"

У накопителей основная функция хранить информацию, поэтому у накопителей есть характеристика, как объем. Объем измеряется в гигабайтах и терабайтах. Производитель на маркировке указывает объем, который система не когда не покажет. Рассчитывается объем, как 1 Кб=1000 байт, а не 1024 байт. Основой для роста объема жестких дисков является постоянное увеличение плотности магнитной записи за счет появления более совершенных технологий. При повышении плотности записи увеличивается объем, но остается неизменное количество магнитных дисков в корпусе накопителя.

Скоростная характеристика жесткого диска – это скорость вращения шпинделя (RPM – число оборотов шпинделя в минуту). Чем выше скорость, тем быстрее будет осуществляться доступ к информации. Для ПК стандартные скорости: 5200, 5400, 5700, 5900, 5940, 7200 об/мин, а для серверных решений – 10000 и 15000 об/мин. Компания Western Digital разработали технологию IntelliPower, которая сокращает энергопотребление, шум жёсткого диска за счет снижения скорости вращения. У компании Hitachi такая технология называется HGST CoolSpin.

Еще одна из характеристик влияющая на производительность жестких дисков – это объем буфера или кэш-память HDD (промежуточная память). Кэш-память измеряется мегабайтах, и ее основная функция сокращать задержки в передачи данных с намагниченных дисков на контроллер. Также на производительность влияет высокая скорость записи и чтения. Она позволит уменьшить время копирования файлов и увеличит общую производительность системы.

Производители жестких дисков предлагают дополнительную функцию, как RAID-массив (избыточный массив независимых дисков). RAID-массив позволяет

объединить в совместную работу несколько накопителей для повышения надёжности хранения, а также увеличения скорости чтения/записи информации. Такой возможностью могут обладать материнские платы, поэтому настройку RAID можно осуществить, используя UEFI. После настройки в UEFI, необходимо настроить работу с дисками в операционной системе, т.е. произвести в мастере управления дисками инициализацию и распределить место вновь созданном RAID-массиве.

В спецификации любого накопителя указывают интерфейс подключения, он необходим для правильного выбора разъема, через который подключается кабель данных к материнской плате. Например, в спецификации 14 ТБ Жесткий диск WD Gold (WD141KRYZ) SATA III, 6 Гбит/с, 7200 об/мин, кэш память - 512 МБ, RAID Edition, указывается SATA III со скоростью обмена данными до 6 Гбит/с. SAS (Serial Attached SCSI) последовательный интерфейс подключения со скоростью до 12 Гбит/с. С появлением интерфейсов SATA II и выше была разработана технология NCQ (Аппаратная очередность команд) позволяющая снизить время на перемещения головки с дорожки на дорожку. К старым интерфейсам подключения относят IDE, SATA II, уступают по скорости обмена данными и системные платы не поддерживают данные интерфейсы. Накопители с интерфейсом IDE можно подключить к современным интерфейсам используя адаптеры [рис.1.21](#), недостаток такого подключения в скорости обмена данными по характеристикам устаревшего интерфейса.



Рис.1.21 Адаптер IDE на SATA для накопителей

**Гибридные накопители.** Гибридные накопители (SSHD - solid-state hybrid drive) аналоги классических HDD со встроенной флэш-памятью. Встречаются двух типов: в первом реализован кэш-память большого объема (например, 8 Гб), во втором плата контроллера объединяет два накопителя HDD и SSD. Эти накопители отличаются от жестких дисков тем, что быстрее осуществляют доступ к файлам, так как контроллер накопителя сам копирует в кэш-память наиболее часто используемые области данных. Пример спецификации гибридного накопителя: 2 ТБ Seagate FireCuda (ST2000LX001) SATA III, SSHD - 8 ГБ, 5400 rpm, 140 Мбайт/сек, кэш-память - 128 Мб. Для правильного функционирования гибридных накопителей разработаны программные поддержки в операционных системах.



Рис.1.22 SSD накопитель

**Твердотельные накопители.** Твердотельные накопители (SSD) [рис.1.22](#) все чаще встречаются в конфигурациях не только в портативных компьютерах, но и на стационарных компьютерах для быстрой загрузки операционной системы. Интерфейс и форм-фактор у данного типа накопителей видоизменяются с каждым годом на более быстрые и компактные для подключения к материнской плате. Самые распространённый форм-фактор 2,5" (с толщиной 7, 9, 15 мм) с интерфейсом SATA до 3 и 6 Гиб/с, а также встречается 1,8" - microSATA до 3 Гиб/с и SATA до 6 Гиб/с. Накопители с форм-фактором mSATA также имеют аналогичный интерфейс. Все эти накопители работают на шине SATA с разными характеристиками. Производители предлагают накопители с форм-фактором M.2, который тоже работает на шине SATA и PCIe. Скорость шины PCIe измеряется в Гбайт/с ([табл. 1.7](#)), это намного больше, чем у SATA в Гбит/с. Поэтому накопители, работающие на шине PCIe, все чаще выбирают для установки операционной системы. Так как требование к скоростным характеристикам возрастает, то стали выпускать накопители, работающие на шине PCIe. Накопители форм-фактор M.2 (могут быть односторонние и двусторонние) работающие на шине PCIe имеют различные разъемы для подключения к материнской плате. Это так называемые ключи с вырезами на контактных разъемах. Существует три типа: В-ключ предназначен для шины SATA и PCIe x, М-ключ работает с интерфейсом PCIe x и М&В-ключ считается универсальным [рис.1.23](#), так как можно подключить как с В-, так и с М-ключом. В подключении накопителя с форм-фактором M.2 [рис. 1.24](#), нужно учесть его длину и ширину в маркировке SSD накопителей это указывается. Например, M.2 2280 – цифра 22 обозначает ширину, а 80 длину в мм.

**Таблица 1.7 Пропускная способность шины PCI Express, Гбайт/с**

Версии интерфейса	×1	×2	×4	×8	×16
PCI Express 1.0	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0
PCI Express 2.0	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0
PCI Express 3.0	0,98	1,97	3,94	7,88	15,75

PCI Express 4.0	1,97	3,94	7,88	15,75	31,51
-----------------	------	------	------	-------	-------



Рис. 1.23 SSD M.2 накопитель M&B- и M- ключ

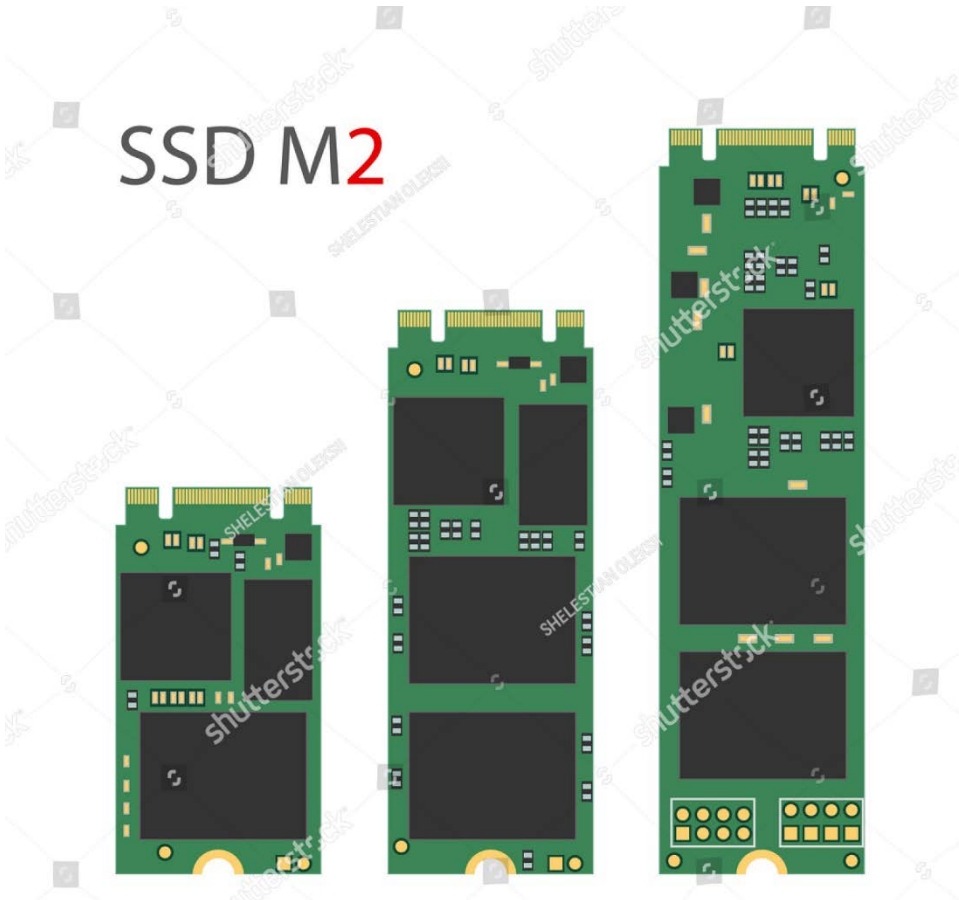


Рис.1.24 Форм-фактор SSD M.2 накопителей

Для серверных платформ был разработан SSD форм-фактором U.2 с поддержкой hot-plug (горячее подключение). Эти накопители адаптировали на стационарные ПК с поддержкой UEFI и работает также на шине PCIe. Если на системной плате нет возможности подключить U.2, то производители предлагают переходники с M.2 на U.2. В 2017 году форм-фактор U.2 обновился до версии U.3. В этом же году компания Intel представили новый форм-фактор Ruler (переводиться линейка) для серверных платформ так же с горячей заменой. Наподобие Intel Ruler компания Supermicro разработала форм-фактор для серверов и систем хранения данных EDSFF Long (в сокращении E1.L – длинный, емкий) и другая версия, только меньшей длины EDSFF-S (E1.S). Скорость передачи данных у такого накопителя будет достигать до 52 Гбайт/с,

где форм-фактор имеет высоту 1U или 43,7 мм. Больше всего такие накопители подходят для хранилищ с высокой плотностью.

Накопители форм-фактором PCIe add-in-card (обозначается AIC или HHL) внешне напоминают видеокарту, такие платы устанавливаются в слот PCIe. Они предназначались на серверное оборудование в стоечные корпуса 2U и для систем хранения данных.

В 2013 году появилась технология NVMe расшифровывается, как Non-Volatile Memory Express, что означает «память не стирается при отключении ПК и работает на шине PCIe». Такая технология повышает производительность в скорости чтения и записи информации на накопители. В маркировке накопителей указывается такая технология, например, SSD Intel 1.5Tb Optane 905P, 2.5", U.2, NVMe. Интерфейс NVMe базируется на шине PCI Express, то нужно обратить внимание на поколения шины PCIe. Слоты расширения PCIe маркируются как Gen X, где X – это обозначение поколения. Если интерфейс Gen 3, следовательно, его пропускная способность 1Гбайт/с на линию в каждом направлении одновременно будет равняться 2 Гбайт/с. Разъем PCIe x4 Gen 3 будет с пропускной способностью 4 Гбайт/с для SSD с интерфейсом NVMe. Поколения шины PCI Express отличаются друг от друга пропускной способностью, которая удваивается с каждым следующим поколением. Например, PCIe x4 Gen 3 имеет аналогичную скорость передачи данных как слот PCIe x8 Gen 2.

Компания Intel разработала накопитель Persistent Memory Module (PMM) по внешнему виду является аналогом оперативной памяти и соответственно устанавливается в слот оперативной памяти с интерфейсом DDR-T (аналог DDR4). Для правильной работоспособности такого накопителя необходим контроллер, который будет различать разницу между накопителем и планкой оперативной памяти. Но по скорости будет уступать оперативной памяти, но будет выше, чем у NVMe.

Цена на SSD в основном складывается из показателя производительности и срока службы. Эти показатели зависят от флэш-памяти NAND и контроллера с firmware (прошивка). Существует в основном три типа памяти NAND: MLC, SLC и TLC. В основном эти памяти различаются количеством битов, которые могут храниться в ячейки памяти. Больше всего на рынке представлена память TLC. Она привлекает тем, что обеспечивает неплохое быстродействие и срок службы. Есть и другие типы памяти: QLC, 3D XPoint и т.д. В спецификацию накопителя в основном входит: производитель, объем памяти начиная с гигабайта, форм-фактор, интерфейс, скорость чтения и записи, тип флэш-памяти. Пример спецификации накопителя 12.8Tb SSD Micron 9300 Max (MTFDHAL12T8TDR) 2.5", 12800 Гб, U.2, чтение: 3500 Мб/сек, запись: 3500 Мб/сек, TLC.

Любой внутренний накопитель можно переделать во внешний используя специальное оборудование (адаптеры), а иногда аксессуары для них. К ним относятся внешний корпус (BOX) для внутренних накопителей, контейнеры для нескольких накопителей, переходники или адаптеры с одного интерфейса на другой, док-станции **рис.1.25**, салазки для накопителей и т.д.



Рис.1.25 Док-станция для накопителей

Внешние накопители в основном подключаются по интерфейсам: SATA-III, USB 3.0, USB 3.1, USB Type-C или A, Thunderbolt, Thunderbolt 3, Wi-Fi и т.д.

**Flash-память.** Помимо накопителей присутствуют портативные устройства памяти, которые очень компактные и портативные. К ним относятся flash-накопители (флэшки) и flash-карты [рис.1.26](#). В этих устройствах используется полупроводниковая технология перепрограммируемая память в виде микросхемы. На микросхеме располагается чип, состоящий из ячейки с транзисторами. Для них специально разрабатываются технологии, например, технология OTG (On-The-Go), которая появилась в USB в 2006 году. Эта технология позволяет подключать между собой устройства, как смартфон и флэш-накопитель, мышь, клавиатуру и т.д. Flash-карты используются в смартфонах, цифровом портативном оборудовании, диктофонах, Mp3 – плеерах и т.д. Внешне flash-карты похожи на маленький кусок пластика с контактами. Для чтения или записи информации с flash-карты используют кардридер. Кардридеры делятся на два типа: внутренние и внешние. Внутренние устанавливаются на переднюю панель корпуса системного блока в отсек 3.5", а внешние подключаются через USB или Wi-Fi. Flash-накопители самые распространение накопители памяти на сегодняшний день, так как они компактны и емки. Интерфейс подключения: USB различных версий и модификаций, Lightning 8-pin для Apple.





Рис.1.26 Портативные устройства памяти

**Приводы DVD, Blu-Ray.** Оптические приводы с каждым годом все меньше пользуются спросом у пользователей. Те объемы информации, которые записаны на диск, могут вполне заменить Flash-накопители или онлайн-диски. Но в компьютерных фирмах еще есть в продаже оптические приводы и диски к ним. Приводы бывают DVD, Blu-Ray, в зависимости с какими дисками они могут работать. Можно купить приводы внутренние с форм-фактором 5,25" устанавливаемый в отсек корпуса системного блока стационарного компьютера, подключаемый к системной плате через интерфейс SATA, а также внешние подключаемые обычно через интерфейс USB [рис.1.27](#) или FireWire. Есть также форм-фактором Slim предназначенные для ноутбуков. Различаются по механизму загрузки дисков: автоматический лоток, полуавтоматический лоток и щелевой. Полуавтоматические обычно устанавливаются в ноутбуки. Характеризуются форматами читаемых и записываемых дисков и соответствующими скоростями. Диски к оптическим приводам продают, как двухсторонние, двухслойные, все зависит от возможности оптического привода. Пример спецификации Привод BD-RE ASUS BW-16D1HT (SATA, CD 48x/48x/24x, DVD 16x/16x/8x, DL 8x, RAM 5x, BD 12x/16x/2x, черный). Существуют специальные программы, которые заменяют физический привод виртуальным. Позволяют загружать заранее скопированные образы дисков в систему. Операционная система через специальную программу распознает как настоящий диск, а это упрощает хранение и использование дисков. Геймеры используют виртуальный диск, чтобы не использовать настоящий и не тратить срок его службы, экономить ресурсы привода и времени на обращение к диску.



Рис.1.27 Внешний привод для DVD-дисков

**Системы хранения данных.** Системы хранения данных (СХД) представляет аппаратно - программный комплекс способный управлять и хранить большие объемы информации от сотни терабайт и выше **рис.1.28**. На современных предприятиях информация растет со скоростью геометрической прогрессии, что требует большие емкости информации, высокие скорости передачи данных и надежности. Поэтому в крупных компания, предприятиях используют системы хранения данных, а не файловые серверы или серверы систем управления базами данными. В состав системы хранения данных входит накопители, системы управления данными и сети передачи данных. Системы управления данными способна обеспечить функцией мониторинга, зеркалирования, отказоустойчивости, самовосстанавливающие массивы и т.д.



Рис.1.28 Системы хранения данных

Сети передачи данных организуют связь между серверами и системой хранения данных. Иногда для увеличения объемов хранилища сети передачи данных необходимо объединить несколько систем хранения между собой. В больших системах хранения данных используется тип подключения накопителей SAN (блочный доступ), другой тип используют DAS (подключение напрямую к серверу накопители) и еще NAS (диски подключены по сети и обращение к данным осуществляется на уровне файлов). Пример спецификации СХД HPE MSA 1050, 2U, два контроллера 10GbE iSCSI, 24 места для 2.5" HDD/SDD, поддержка Systems Insight Manager и резервного копирования SAN. Существуют портативные беспроводные хранилища с функцией сетевого хранилища NAS **рис.1.29**. Они поддерживают 3,5-дюймовый жесткий диск SATA объемом до 2 терабайта. Подключаются по интерфейсам: USB 3.0, RJ-45 интерфейс Ethernet и 802.11b/g/n Wi-Fi, т.е. встроен модуль беспроводной связи.



Рис.1.29 Портативная система хранения NAS