**1). Архитектура ПЭВМ и ее подсистемы ввода-вывода. Классификация интерфейсов и периферийных устройств (ПУ), отличительные признаки. Архитектура, топология.**

**Ядро** обычно состоит из вычислительного устройства (АЛУ), выполняющего некоторые из задач управления, и оперативного запоминающего устройства. **Оперативная память** – это комбинация контроллера памяти и микросхем памяти. **Периферийные** устройства (ПУ) могут располагаться не только снаружи корпуса ЭВМ, но и внутри, а также входить в состав основных микросхем системы. **Задача ПУ** – поставка данных на обработку, их вывод за пределы вычислительного ядра.

**Устройства ввода**: для преобразования информации любой физической природы в электрические сигналы, пригодные для обработки ядром системы.

**Устройства вывода**: оформляют информацию, обработанную ядром системы, таким образом, что она становится пригодной для обработки человеком или другой системой.

**Устройства хранения данных**: обеспечивают хранение и последующую загрузку машинного кода и/или данных.

**Сетевые и коммуникационные устройства**: выполняют передачу данных между вычислительными системами, минуя промежуточные носители информации.

ПУ можно также классифицировать по другим признакам:

**Внешние** – имеют свой корпус и отдельный источник питания.

**Внутренние** – расположены внутри корпуса системы и питаются от системного блока питания или интерфейса.

**Встроенные** – расположенные на системной плате или являющиеся частью одной из микросхем на этой плате.

**Интерфейс** – средства (аппаратные и программные), используемые для соединения двух компонентов или систем.

**Системные интерфейсы** образуют единую логическую *системную шину,* по которой информация передается в виде данных, пригодных для обработки, снабженных адресами в общем адресном пространстве системы.

По *способу кодирования и передачи данных* интерфейсы делятся:

**Параллельные**, характеризующиеся разрядностью (количеством бит одного машинного слова, передаваемых в один момент времени).

**Последовательные**, характеризующиеся количеством агрегированных каналов передачи данных (количеством бит разных машинных слов, передаваемых одновременно, не обязательно синхронно и с одной скоростью).

По *направлению передачи*: **Однонаправленные**; **Двунаправленные**; **С возможностью изменения направления передачи**.

По *физическому явлению*, используемому для кодирования информации:

**Электрические** (с управлением током или напряжением);

**Оптические** (оптоволоконные); **Беспроводные** (радио).

**2). Основные принципы программирования доступа к ПУ.** Сигналы, протоколы. Особенности адресации. **Методы управления обменом. Регистровая программная модель ПУ.**

Ранее разработчики ПО полагались на API (application programming interface), предоставляемый системным BIOS (или BIOS самого устройства), а в сложных случаях прибегали к «ручному» программированию устройства. Но в многозадачных средах такой подход не работает – надо обеспечить множественный доступ к одному и тому же устройству. Реализуется это либо программно, через драйверы, либо через интеллектуальный хост-контроллер, функции которого распределены между «железом» и драйверами.

**Особенности адресации**. Процессоры 8086/88 использовали сегментную модель памяти, унаследован­ную и следующими моделями в реальном режиме. Согласно этой модели испол­нительный (линейный) адрес вычисляется по формуле Addr = Seg x 16 + Offset, где Seg и Offset — содержимое сегментного и адресного регистров. Таким обра­зом, обеспечивался доступ к адресному пространству Addr = 00000 - FFFFFh при помощи пары 16-битных регистров.

**Методы управления обменом**. **PIO**: управляет обменом процессор, чаще всего центральный. Происходит пересылка данных между регистрами процессора и регистрами/памятью ПУ (или контроллера интерфейса). **Преимущество PIO** – простота аппаратной реализации ПУ. Надо обеспечить лишь выставление на шину / чтение с шины содержимого регистров или ячеек памяти по сигналу доступа. **Недостаток** – низкое быстродействие и необходимость задействовать процессор.

**Метод прямого доступа к памяти**(DMA) позволяет выполнять обмен между оперативной памятью системы и ресурсами ПУ **асинхронно**. Управление обменом берет на себя *контроллер DMA*. Он м.б. как общесистемным, так и входить в состав ПУ. Контроллер DMA требуется запрограммировать на пересылку данных между двумя адресатами, после чего он сам вырабатывает сигналы передачи данных.

Изначально разработчики придерживались **регистровой программной модели** ПУ. Устройство представлялось программно доступным (в общем пространстве портов ввода-вывода) набором регистров, среди которых обязательно были три – состояния, управления и данных (т.н. модель CSD). Доступ предполагался методом PIO. Устройства с большим объемом собственной памяти отображали ее на общее пространство памяти для прямого программного доступа. Использование портов ввода-вывода не всегда эффективно и удобно, поэтому у современных устройств регистры обычно отображаются на пространство памяти.

**3). Прерывания, таймеры, контроль достоверности передачи данных. Физический интерфейс.**

**Прерывания** — сигнализация от устройства (его контроллера) центральному процессору о некоторых событиях, требующих программных действий хоста. Эти события асинхронны по отношению к программному коду, исполняемому процессором. Прерывания требуют приостановки выполнения текущего потока инструкций (с сохранением состояния) и запуска исполнения процедуры-обработчика прерывания ISR (Interrupt Service Routine). Эта процедура первым делом должна идентифицировать источник прерывания (а их может быть и несколько), затем выполнить действия, связанные с реакцией на событие.

**Контроль достоверности передачи данных** — это возможность обнаружения, а иногда и исправления ошибок, возникающих при передаче.

**Проверка на четность** (parity check). Здесь к каждому передаваемому элементу информации (байту или слову) добавляется бит четности (parity), дополняющий число единичных информационных битов до четного (even parity) или нечетного (odd parity). Приемник проверяет количество единичных битов, включая контрольный, на четность (или нечетность, в зависимости от соглашения) и в случае несоответствия считает принятые данные искаженными.

**Квитирование**— это взаимное подтверждение отдельных шагов протокола обоими участниками транзакции, что позволяет согласовать темп работы инициатора и целевого устройства. Квитирование широко применяется в параллельных интерфейсах (в том же LPT-порте, шинах расширения).

**Физический интерфейс** - устройство, преобразующее сигналы и передающее их от одного компонента оборудования к другому. Физический интерфейс определяется набором электрических связей и характеристиками сигналов.

**4). Системная периферийная шина PCI, история создания, основные характеристики. Архитектура и топология. Конфигурационный механизм.**

PCI (Peripheral Components Interconnect) - синхронный параллельный электрический интерфейс с общей средой передачи данных (топология «могоур. шина»). **PCI** – базовая системная шина компьютера архитектуры x86 для подключения внутренних периферийных устройств и контроллеров внешних интерфейсов. Первая версия - в 1992 г. организацией PCI SIG (PCI Special Interest Group), глава - Intel. Изначально она являлась высокоскоростной доп. шиной для подключения к общей магистрали ПК устройств с повышенными требованиями к пропускной способности (напр. сетевых и графических контроллеров). Сегодня PCI устарела и используется для подключения Legacy-устройств. Но ее логическая структура и механизмы управления лежат в основе работы более современных шин. Текущая и последняя в развитии шины версия – 3.0.

**Основные характеристики**: разрядность (ширина) – 32 || 64 бита;

тактовая частота – 33.3 || 66.6 МГц; адресация – 32 || 64 бита; пропускная способность – 133 - 528 Мб/с в зависимости от реализации; количество подключаемых устройств – зависит от реализации, но не более 32.

*Хост* – источник команд и основной потребитель данных; в случае компьютера x86 это системное ядро – процессор и системная память. Хост подключен через *главный мост* (Host bridge), который является устройством PCI и действует от имени хоста. Хост занимается распределением ресурсов и конфигурированием всех устройств PCI. Мосты - *арбитры*, обрабатывают запросы от устройств на доступ к шине и отслеживают соблюдение протокола обмена.

Все устройства PCI имеют блок регистров размером 256 байт, доступный только через конфигурационный цикл транзакции. Часть регистров стандартизовано, часть оставлено на усмотрение разработчика, часть может отсутствовать. В регистрах устройства хранится описание требований к следующим ресурсам: регистры в пространстве в-в; регистры, отображенные на память; память, допускающая предвыборку. **Конфигурационные регистры**адресуются в конфигурационном цикле. Для конфигурационного доступа принята иерархическая адресация номерШины : номерУстройства : номерФункции.



**5). Транзакция PCI, фазы транзакции. Протокол, сигналы, временные диаграммы. Арбитр шины. Контроль достоверности передачи.**

**Транзакция -** атомарная операция обмена данными между двумя устройствами PCI. В рамках транзакции определены два объекта – *инициатор обмена* (Initiator) и *целевое устройство* (Target). В рамках одной физической шины в конкретный момент может происходить только одна транзакция. Если физических шин несколько, то транзакции на них могут выполняться одновременно, если пути прохождения данных не пересекаются. Устройство, ставшее инициатором обмена и взявшее на себя временное управление шиной, называется *Bus Master.* Решение о передаче управления шиной принимает арбитр данной шины. Механизм Bus Mastering фактически заменяет механизм с выделенным контроллером DMA: каждое устройство самостоятельно осуществляет доступ к системной памяти, выполняя все функции контроллера DMA. **Фазы транзакции**: **1).** фаза адресации, в рамках кот. инициатор обращается к целевому устр. с пом. адреса. **2).** адресуемое устр., кот. определило принадл. адреса своим ресурсам, сообщает об этом сигналом DEVSEL# (на его появление отведено 3 такта – иначе аварийная ситуация). **3).** получив сигнал DEVSEL#, инициатор готовит внутр. буферы с обмену и выставляет IRDY# по готовности. При выполнении записи в след. такте на AD поступает 1-ая группа данных. **4).** целевое устр. по готовности выставляет TRDY# и выставляет первую группу данных при выполнении чтения. **5).** конец транзакции по инициативе: инициатора – снятие сигнала FRAME#; целевого устр. – сигнал STOP#; арбитра – снятие сигнала GNT#. **Арбитр** - мост, обрабатывающий запросы от устройств на доступ к шине и отслеживающий соблюдение протокола обмена.

Для **контроля достоверности** передаваемых данных в шине PCI есть механизм четности (parity). Сигнал PAR – признак нечетного количества единиц на линиях AD [31:0] и C/BE#[3:0]. Cигнал вырабатывается устройством, которое управляет шиной AD. Задержка сигнала PAR составляет один такт для того, чтобы устройство успело подсчитать количество пришедших бит. В случае обнаружения нарушения четности в фазе данных приемник вырабатывает сигнал PERR# (с задержкой в один такт) и выставляет бит 15 в регистре состояния. Для фазы адреса проверку четности выполняет целевое устройство, при ошибке вырабатывается сигнал – SERR#, выставляется бит 14 в регистре состояния.

**6). Шина PCI: механизмы доступа к устройствам, особенности адресации устройств, особенности механизма прерываний устройств PCI.**

Есть 4 механизма доступа к устройствам со стороны хоста или других устройств:

1). обращение к области памяти или портов, выделенных устройству; 2).обращение к конфигурационным регистрам; 3). широковещательные сообщения ко всем устройствам шины; 4). механизм обмена сообщениями.

Для подачи сигналов хосту устройства применяют **механизм прерываний**: маскируемые (INTx или MSI); немаскируемые; системные (SMI).

**Адресация устройств: память**. Адрес памяти может быть 32- || 64-битным, он зависит не от разрядности мультиплексированной шины AD, а от текущей адресации в системе (режима работы процессора). Физический адрес передается по линиям AD[31:2] или AD[63:2]. Линии AD[1:0] задают порядок изменения адресов в пакете:

* 00 – линейный инкремент (+4 для 32-битной, +8 для 64-битной шины данных)
* 01, 11 – резерв
* 10 – сворачивание адресов с учетом строки кэша.

Размер строки кэша хранится в конфиг. регистре Cache Line Size.

**Адресация устройств: порты**. Адрес портов в архитектуре x86 – 32-битный, но используются только 16 младших бит. Адрес двойного слова передается по линиям AD[31:2]. Линии AD[1:0] определяют байты, подлежащие маскированию. Байт, на который указывает полный адрес, должен быть доступен (сброшен соответствующий бит линии C/BE#). Значащими являются только младшие 16 бит адреса (для архитектуры x86).

**Устройства PCI могут подавать** сигнал прерывания 4 способами:

* Проводная сигнализация по линиям INTx# (стандартный PIC);
* Устройство вводит сигнал прерывания, понижая уровень линии INTx#.
* ЦП получает сигнал прерывания с вектором, соответствующий определенной линии IRQ (Interrupt request).
* Обработчик прерывания (драйвер) обращается к устройству и проверяет, установлен ли в его регистрах сигнал запроса прерывания.
* Если это было именно его устройство, драйвер сбрасывает сигнал прерывания программным способом и начинает обработку.
* После отработки прерывания линия запроса все еще может быть в низком уровне из-за прихода прерывания от другого устройства, разделяющего ту же линию – тогда процедура повторяется.
* Сигнализация по линиям PME#;
* Сигнализация фатальной ошибки SERR#;
* Сигнализация с помощью сообщений (контроллеру APIC).

Линия SERR# вызывает немаскируемое прерывания NMI, сигнализирующее о серьезном сбое в системе. Другие источники прерываний обрабатываются контроллером прерываний.

**7). Электрический интерфейс PCI. Механический интерфейс (разъемы и слоты). Карты PCI.**

**Физически шина PCI разводится** на печатных платах: материнской плате и платах расширения, соединяемых через щелевой (реже – штырьковый) разъем. Длина проводников жестко лимитирована ввиду использования эффекта отражения сигналов от концов нетерминированных линий. Сигнал должен отразиться и вернуться за 1/3 тактового периода (10 нс для 33 МГц, 5 нс для 66 МГц). Есть 2 варианта реализации электрического интерфейса – с уровнями 5 В или 3.3 В, в зависимости от модели главного моста PCI. Устройства могут быть совместимыми с платами 5 В, 3.3 В либо с обоими типами одновременно.

**Стандартный слот имеет** щелевую конструкцию с двумя рядами контактов с шагом 0,05 дюйма (0,127 мм). Для 64-битной шины слот имеет 94 контакта в каждом ряду, для 32-битной – 62 контакта. Для механического ограничения установки 5 В карт расширения в 3.3 В слоты и наоборот предназначены ключи:

1. Слот 5V: ключ в позиции 50, 51 2. Слот 3.3V: ключ в позиции 12, 13

3. Универсальный слот: ключей нет 4. Карта 5V: ключ в позиции 50, 51

5. Карта 3.3V: ключ в позиции 12, 13 6. Универсальная карта: оба ключа

Большинство слотов на плате по ключам соответствуют режиму 5V (хотя на самом деле поддерживают только 3.3 V), разъемы у карт расширения обычно универсальные или на 3.3 V.

**Карты PCI**. Три стандартных типоразмера:

1. Полноразмерные: 107х312 мм 2. Укороченные: 107х175 мм

3. Низкопрофильные: 64.4х? мм

Даже укороченные (Short card) считаются слишком большими для современных систем, чаще используются карты еще меньшей длины. Низкопрофильные (Low profile) карты могут устанавливаться и в стандартные корпуса; их питание – 3.3V.Конструктивы для установки внутри корпуса:

* Small PCI (SFF PCI): контакт двухрядный штырьковый 108 контактов
* Mini PCI Type I: контакт двухрядный штырьковый 100 контактов.
* Mini PCI Type II: 78x46 мм, с внешними разъемами (сеть, модем) высотой до 13.5 мм.
* Mini PCI Type III: 51x60 (44,6x60 – Type B) мм, иной разъем (печатный двухрядный), карты фиксируются на защелках, имеется два внутренних разъема для сетевой и модемной розеток.

**8). Назначение шины PCI-X, предпосылки ее создания. Модификации: протокола обмена, конфигурационных регистров, электрического и физического уровней. Шина PCI-X 2.0 - основные отличия от PCI.**

Шина PCI-X создана в 1998 г. компаниями IBM, HP и Compaq как расширение шины PCI. **Назначение** – улучшить ключевые характеристики шины PCI, пропускную способность и надежность, за счет усложнения протокола обмена данными и увеличения тактовой частоты. Совместимость с устройствами PCI – механическая, электрическая, логическая – сохранена в полном объеме, но при наличии устройства PCI вся шина работает в режиме совместимости.

**Модификации**. Добавлен новый контакт PCIXCAP – поддержка протокола PCI-X (на PCI заземлен, на PCI-X133 соединен с землей через конденсатор (0,01мкФ), на PCI-X66 – параллельной цепочкой RC (10 кОм, 0,01мкФ)). Назначения остальных сигналов остались без изменений, кроме C/BE# - они не действуют в пакетных транзакциях (кроме MW - *Memory Write*).

**Ужесточение правил обмена**:

* + Инициатор не может вводить холостые такты.
  + Первая порция данных выставляется на шину через 2 такта после фазы атрибутов, вторая – через 2 такта после DEVSEL#.
  + Если сигнала TRDY# нет, инициатор начинает повторять первые две порции до его появления.
  + Целевое устройство может задерживать (холостым ходом) только первую фазу данных.
  + Прерывание транзакции возможно только на границе 128 байт.
  + В пакетных транзакциях, кроме MW, все байты разрешены и валидны.

**Электрический интерфейс**:

* Напряжение питания и уровни сигналов – 3.3 В, с возможностью работы на 1.5 В при поддержке режима Mode 2 ( понижено до 1,5 В; частота 133 МГц; добавлен механизм ECC; увеличена задержка декодирования адреса с 1 до 2 тактов).
* Щелевой разъем имеет ту же конфигурацию, но иное назначение некоторых контактов. Добавлены сигналы ECC (Error Correction Code).
* Режим работы шины определяется мостом по началу сигнала сброса (RST#).

**Основные отличия PCI-X 2.0 от PCI**:

* Режимы PCI-X266 и PCI-X533: частота 133 МГц, обмен данными с частотой 2х и 4х соответственно. Технология удвоенной передачи данных (DDR - Double Data Rate), когда данные передаются на спаде и возрастании тактового импульса. Технология учетверённой передачи данных (QDR - Quad Data Rate).
* Понижение напряжения питания и уровней сигналов до 1.5 В.
* Добавление механизма коррекции ошибок четности при передаче данных (ECC – Error Checking and Correction, Error Correction Code).
* Новый 16-битный интерфейс для микросхем на материнской плате.
* Расширение конфигурационного пространства до 4 Кб.
* Добавление механизма обмена сообщениями между устройствами (DIM – Device ID Message).

**9). Транзакции PCI-X: типы, форматы атрибутов. Режимы PCI-X. Механизм обмена сообщениями. Механизм ECC. Корректирующие коды и помехоустойчивое кодирование.**

**В PCI-X транзакции по длине разделены на два типа**:

**пакетные**(*Burst*) — все команды, обращенные к памяти, кроме *Memory Read DWORD*; **одиночные**размером в двойное слово (*DWORD*) - остальные команды.

Введено понятие последовательности (Sequence) – одной или нескольких логически связанных пакетных транзакций (чтение или запись в память), в рамках которых передается единый блок данных. Добавлена фаза атрибутов, следующая за фазой адресации перед фазами данных.

В PCI-X **отложенные** транзакции (Delayed Transaction) заменены на **расщепленные** транзакции (Split Transaction). Целевое устройство подает сигнал *Split Response* (расщепление), внутренне исполняет команду, а потом инициирует собственную транзакцию (команда *Split Completion*) для пересылки данных или сообщения о завершении инициатору исходной (расщепленной) транзакции. Прервав транзакцию, целевое устройство должно выполнить запрос, а потом вызвать транзакцию завершения (Split Completion) – код команды 1100.

**В PCI-X 2.0 введен новый режим работы шины – Mode 2**:

* + Напряжение питания понижено до 1.5 В
  + Частота составляет 133 МГц
  + Добавлен механизм ECC
  + Увеличена задержка декодирования адреса (от FRAME# до DEVSEL#) с 1 до 2 тактов
  + В транзакции Memory Write Block (код команды 1111) линии C/BE# используются для удвоенной или учетверенной синхронизации данных;
  + Поддержка 16-битной шины: используются линии AD[31:16] и C/BE[3:2], все фазы занимают по два такта (первыми идут младшие биты)

**Механизм обмена сообщениями (DIM)**: DIM – Device ID Message, транзакция по идентификатору устройства. Поддержка DIM введена в PCI-X 2.0, она необязательна для устройств, только для мостов. В фазе адреса передается:

* + Код сообщения, 8 бит – зависит от класса сообщения
  + CBN:CDN:CFN – ID устройства назначения
  + Класс сообщения – 4 бита

В фазе атрибутов старший бит AD – признак первой транзакции (начала сообщения). Сообщение – это последовательность, его длина может достигать 4096 байт.

**Механизм ECC**. Устройство может не исправлять ошибки, но обязано проверять ECC. Сигналы ECC передаются по отдельным линиям шины. В 32-битном режиме используются ECC[6:0], в 64-битном – ECC [7:0]. Биты ECC относятся к данным AD предыдущей фазы данных, и к данным C/BE# за две фазы от текущей. Ошибка в одном бите исправляется, в двух и более – считается неисправимой, с сигнализацией по PERR# (фаза данных) или SERR# (фаза адреса или атрибутов). Устройство PCI-X может не подавать PERR#, а попытаться исправить ошибку повтором транзакции, если это возможно.

**Корректирующие коды и…** При кодировании происходит преобразование элементов сообщения в соответствующие им числа - *кодовые символы*, причем каждому элементу сообщения присваивается уникальная совокупность кодовых символов, называемая *кодовой комбинацией*. Совокупность кодовых комбинаций, образующих сообщение, и есть *код.* Множество возможных кодовых символов называется *кодовым алфавитом*, а их количество  - *основанием кода*.

**10). Конструктивное исполнение устройств AGP. Назначение шины, особенности применения. Отличия от PCI. Топология AGP.**

**Устройства AGP могут** располагаться на материнской плате, входить в состав системной логики (виртуальный порт AGP) либо подключаться к материнской плате через щелевой разъем. Разъем имеет два ряда по 66 контактов, контакты располагаются в «два этажа». Питание компонентов графической карты AGP выполняется по линиям Vcc (3.3 В), подается также 5.0 В, но используется редко.

**Шина AGP – 32-битная** параллельная синхронная шина с частотой 66 МГц, рассчитанная на топологию «точка-точка». Дополнительные устройства можно подключать посредством специальных мостов (Fan-out bridges), которые устанавливаются на системной плате при необходимости. Большинство сигналов позаимствовано у PCI, поддерживается протокол этой шины наряду с собственным. Физически и электрически не совместима с PCI.

AGP (Accelerated Graphic Port) – это специализированный интерфейс для подключения видеокарты. **Назначение**: предоставить графической карте с 2D/3D-ускорителем высокоскоростной доступ к системной памяти по выделенному каналу.

**Отличия от PCI**:

* + Конвейеризация обращений к памяти: запросы (фазы адреса) могут выдаваться до получения всех данных предыдущих запросов.
  + Демультиплексирование шины адреса и данных, наличие выделенной шины подачи запросов (Sideband bus).
  + Умножение частоты передачи данных относительно базовой частоты синхронизации, до 8 раз (AGP 3.0).
  + Наличие собственного протокола транзакции и набора команд.
  + Дополнительные сигнальные линии.
  + Поддержка в общем случае только одного устройства, отсутствие механизма адресации нескольких устройств.
  + Иное механическое и электрическое исполнение.

**11). Протокол, сигналы и линии AGP. Конвейерные транзакции AGP: два метода подачи запроса. Графическая апертура.**

Шина AGP – 32-битная параллельная синхронная шина с частотой 66 МГц, рассчитанная на топологию «точка-точка». Большинство сигналов позаимствовано у PCI, поддерживается протокол этой шины наряду с собственным. **Конвейерные транзакции**:конвейеризация обращений к памяти: запросы (фазы адреса) могут выдаваться до получения всех данных предыдущих запросов.

**Протокол AGP**. В каждый момент времени может находиться в одном из 4 состояний: IDLE (покой), DATA (передача данных конвейеризир. транзакций), AGP (постановка в очередь команды AGP) и PCI (выполнение транзакции в режиме PCI). Устройство AGP полностью поддерживает протокол PCI, имеет соответствующие линии и сигналы, может выступать в качестве как инициатора, так и целевого устройства. Для транзакций, инициированных AGP-портом, предусмотрено расширение протокола PCI – режим Fast Writes, который предусматривает выполнение операции записи (от хоста к 3D-ускорителю) с тактированием на повышенной частоте (до 8х). Собственные транзакции AGP имеют иной протокол и предусматривают конвейерную обработку запросов за чтение (состояние AGP).

**Два метода подачи запроса**: 1 метод. Для обозначения фазы постановки запроса в очередь используется новый сигнал PIPE#. Код команды подается по линиям C/BE#, адрес – по линиям AD [31:3]. По линиям AD[2:0] подается (длина транзакции + 1), измеренная в qword.Команды: 0000: Read; 0001: High-Priority Read (упразднено в AGP 3.0); 0100: Write; 0101: HP Write (упразднено в AGP 3.0)

1000: Long Read, длину транзакции нужно умножить на 4 (упразднено в AGP 3.0)

1001: HP Long Read (упразднено в AGP 3.0); 1101: Dual Address Cycle;1010: Flush

**Два метода подачи запроса**: 2 метод. Шина SBA[7:0] в состоянии покоя передает все единицы (команда NOP). При подаче запроса по шине SBA могут передаваться одна из 4 типов посылок:

**Графическая апертура. GART**. Основная и видеопамять находятся как бы в общем адресном пространстве. Общее пространство эмулируется с помощью таблицы отображения адресов (англ. Graphic Address Remapping Table, GART) блоками по 4 Кб. Таким образом копировать данные из основной памяти в видеопамять уже не требуется, этот процесс называют AGP-текстурированием. Обращение AGP-устройства к апертуре вызывает автоматическую замену одного физического адреса на другой, подкрепленный реальной памятью.

**12). Предпосылки появления шины PCI Express. Архитектура, топология, логическая и физическая структуры. Многоуровневая реализация.**

Шина PCI Express (проект Arapahoe) разработана в 2002 году как универсальный периферийный последоватльеный интерфейс системного уровня. Первая спецификация имеет версию 1.0а (PCI SIG 2003 г.). Позднее 1.1, в 2007 г. - 2.0. Версия 3.0 - в 2010 г. Топология – «звезда». При разработке PCI Express особое внимание было уделено совместимости с PCI на уровне механизма конфигурирования, программного доступа и поддержки со стороны ОС и драйверов. При этом требовалось сохранить или уменьшить стоимость реализации при значительном улучшении всех характеристик, прежде всего пропускной способности. Вместо шинного соединения PCI в PCI Express применена схема объединенных через коммутаторы двухточечных каналов связи между устройствами и портами. Соединение (Link) – это пара встречных симплексных каналов, соединяющих два компонента. Каждый канал является низковольтной дифференциальной парой сигналов. Скорость соединения (Signaling Rate) устанавливается в начале работы шины; определены две скорости – 2.5 Гбит/с и 5.0 Гбит/с (PCIe 2.0).

**Коммутационная фабрика PCI Express**.

**Порт PCI Express**. Порт – это логическая точка подключения соединения (Link), которая отвечает за управление линиями, сборку в пакеты исходящих данных и разборку входящих. Портами оснащен RC и коммутаторы (если они имеются). С точки зрения программирования порт представляет собой виртуальный мост PCI-PCI, а его Link – виртуальную подчиненную (вторичную) шину PCI.

**Коммутатор PCI Express**. Коммутатор служит для расширения количества подключаемых устройств, это аналог моста дополнительных шин PCI. Программно коммутатор представляет собой набор мостов PCI-PCI. Один из портов коммутатора ведет к порту RC или другого коммутатора.

**13). Архитектура PCI Express. Уровни протокола, форматы пакетов, кодирование, возможности управления и настройки.**

**Корневой комплекс (RC)**. Это аналог главного моста (Host Bridge) в шине PCI. Он отвечает за связь с процессором и системной памятью, а также за конфигурирование всей фабрики.

RC содержит несколько портов PCI Express (Root ports), которые могут взаимодействовать между собой посредством виртуального коммутатора. К каждому из портов RC может подключаться коммутатор (switch), мост для другой шины (напр., PCI) или конечное устройство (Endpoint). RC отвечает за конфигурационные циклы, может выполнять циклы доступа к портам и пространству памяти.

**Конечное устройство (Endpoint)**. Каждое конечное устройство подключается к порту либо RC, либо коммутатора. Устройство выполняет транзакции от своего имени либо от имени подключенной к нему шины, устройства или контроллера другого интерфейса. **Порт** – это логическая точка подключения соединения (Link), которая отвечает за управление линиями, сборку в пакеты исходящих данных и разборку входящих. Все порты делятся на корневые (принадлежат RC), нисходящие и восходящие (последние – только у коммутаторов).

**Коммутатор PCI Express** служит для расширения количества подключаемых устройств, это аналог моста дополнительных шин PCI. Программно коммутатор представляет собой набор мостов PCI-PCI. Один из портов коммутатора ведет к порту RC или другого коммутатора.

**Уровни протокола PCI Express**. Уровней всего три, на каждом выполняется сборка и разборка пакетов и их обрамление необходимыми заголовками и контрольными суммами. Не все пакеты относятся к уровню транзакций, существуют пакеты только канального уровня, служащие для управления.

Пакеты шины PCI Express оптимизированы для передачи по высокоскоростным последовательным линиям. Они имеют переменный формат, в том числе длину, чтобы исключить передачу незадействованных полей. 

Кодирование 8b/10b выполняется по стандарту ANSI X3.230-1994 (или IEEE 802.3z). Младшие 5 бит отображаются на 6 бит, старшие 3 бита – на 4 бита, передаются младшим битом вперед.

**14). Пакеты уровня транзакций. Качество обслуживания (QoS) и виртуальные каналы. Форматы заголовков. Поле «дайджеста» (CRC-код).**

**Пакеты уровня транзакций**. Пакеты шины PCI Express оптимизированы для передачи по высокоскоростным последовательным линиям. Они имеют переменный формат, в том числе длину, чтобы исключить передачу незадействованных полей. Первым передается наиболее значимый байт, обычно байт №0, чтобы приемное устройство могло начать его обработку до прихода остальных байтов. Длина пакета выровнена по границе dword.

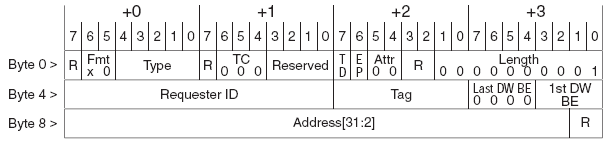
В PCI Express есть поддержка дифференцированных классов по качеству обслуживания и дает:

* выделять ресурсы соединения для потока каждого класса (виртуальные каналы);
* конфигурировать политику по QoS для каждого компонента;
* указывать QoS для каждого пакета;
* создавать изохронные соединения.

Для поддержки QoS применяется маркировка трафика: каждый пакет TLP имеет трехбитное поле метки класса трафика TC (Traffic Class). Это позволяет различать передаваемые данные по типам.

**Виртуальные каналы**. Для дифференцирования условий передачи трафика разных классов в коммутирующих элементах PCI Express могут создаваться виртуальные каналы VC (Virtual Channel). Это физически обособленные наборы буферов и средств маршрутизации пакетов, которые загружаются только обработкой трафика своего виртуального канала. На основе номеров виртуальных каналов и их приоритетов производится арбитраж при маршрутизации входящих пакетов. Каждый порт, поддерживающий виртуальные каналы, выполняет отображение пакетов определенных классов на соответствующие виртуальные каналы. При этом на один канал может отображаться произвольное число классов. По умолчанию весь трафик маркируется нулевым классом (TC0) и передается дежурным каналом (VC0).

**Форматы заголовков**. Для запросов портов в-в.



**Поле «дайджеста»**. (Digest) — 32-битный CRC-код. Признак «дайджеста» TD: единичное значение указывает на применение 32-битного CRC-кода в конце пакета, защищающего все поля пакета, не изменяемые в процессе его путешествия через коммутаторы PCI Express.

CRC - Cyclical Redundancy Check - Контроль с помощью циклического избыточного кода. Способ контроля целостности данных при их передаче и хранении.

**15). Пакеты канального уровня.** **Оборачивание TLP. Физический уровень. Кодирование 8b/10b. Коммутаторы. Физический интерфейс. Перспективы развития.**

**Канальный уровень** отвечает за обеспечение целостности и достоверности данных, а также управление соединением. На этом уровне пакеты уровня транзакций (**TLP – Transaction Layer Packet**) дополняются уникальным номером и контрольной суммой CRC. Уровень проверяет порядок пакетов и контролирует их содержание, запрашивает пропущенные пакеты, сигнализирует о сбоях соединения, управляет состояниями соединения (неактивно, режим ожидания/инициализации, активно), служит для подачи сигналов энергопотребления, индикации ошибок и журналирования, обмена информацией управления потоком.

Специальные пакеты **DLLP** (Data Link Layer Packet) – служебные, данных не содержат, служат для управления соединением. Они не проходят через промежуточные узлы, распространяются только между портами. **Подразделяются на следующие** **типы**: Ack – подтверждение прихода TLP с заданным номером; Nack – запрос на повтор TLP с заданным номером; Пакеты управления кредитами и VC; Пакеты управления PM.

DLLP содержит заголовок с типом пакета, информационное поле и 16-битный CRC (LCRC).

**Оборачивание TLP**. Уровень канала сопровождает пакет TLP уникальным номером и 32-битным кодом LCRC (Link CRC). TLP находится в retry-буфере до прихода DLLP типа Ack с тем же номером. Код LCRC работает только в пределах одного соединения.

**Коммутатор PCI Express** служит для расширения количества подключаемых устройств, это аналог моста дополнительных шин PCI. Программно коммутатор представляет собой набор мостов PCI-PCI. Один из портов коммутатора ведет к порту RC или другого коммутатора.

**Физический уровень**. Делится на два подуровня – логический и электрический. На логическом уровне байты полученных данных кодируются по схеме 8b/10b и преобразуются в 10-битные символы. Выполняется также скрэмблирование, распределение по линиям, кадрирование, обрамление служебными символами.

**Кодирование 8b/10b** выполняется по стандарту ANSI X3.230-1994 (или IEEE 802.3z). Младшие 5 бит отображаются на 6 бит, старшие 3 бита – на 4 бита, передаются младшим битом вперед. Специальные символы отделяют начало и конец TLP и DLLP, а также служат для калибровки, согласования скоростей портов, т.д.

**Физический интерфейс**.

PCI Express – последовательный интерфейс удалось сократить размеры разъема и реализовать сразу два интерфейса. Карты ExpressCard имеют единую толщину (5 мм) и различаются только шириной – 34 мм или 54 мм (для устройств, которые не помещаются в корпус 34 мм), разъем идентичен. Слоты могут быть универсальными или только для устройств 34 мм.

PCI Express 4.0 м.б. стандартизирован до 2015 года (пропускн. способн. 16 GT/s, т.е. будет в два раза быстрее PCIe 3.0).

**16). Назначение LPC, место в общей системной шине ПЭВМ. Топология. Протокол, физический интерфейс, формат транзакции. Чип ввода-вывода Super I/O.**

**Назначение LPC** (Low Pin Count): системная периферийная синхронная параллельная шина  PS/2 — разъем для подключения [клавиатуры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0) и [мыши](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D1%8B%D1%88%D1%8C), VGA, IDE (ATA); для подключения Legacy-устройств. Мультиплексированная, с разрядностью 4 бита. Разъемов и карт расширения нет. Топология – управляемая хостом шина, но чаще используется соединение «точка-точка».

**Состав моста Super I/O**.

* + 2 приемопередатчика (UART – Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), реализующие работу асинхронного последовательного порта COM.
  + Контроллер IEEE-1284, реализующий работу порта **LPT**- Line print Terminal
  + Контроллер **FDC** – Floppy Disc Controller, реализующий подключение флоппи-дисковода.
  + Контроллер порта джойстика (Game Port).
  + Контроллер MIDI MPU-401 Musical Instrument Digital Interface – шина для связи музыкальных инструментов
  + Контроллер порта IrDA – Infra red Data Association – инфракрасный протокол связи (обычно использует один из UART).
  + ASKIR – ***Amplitude*** Shift Keyed Infrared port
  + KBC – поддержка системной клавиатуры, а также мыши. Иногда реализован в основном чипсете, и тогда в Super I/O отключается.
  + HW (HardWare) Monitoring – мониторинг параметров системы. Оцифровка сигналов от источника питания, тахометров вентиляторов, термодиодов и терморезисторов и предоставление данной информации программисту. Зачастую реализуется подключением Super I/O или другого контроллера к шине SMBus (частный случай I2O bus – Intelligent I/O).
  + Интерфейс SPI для подключения микросхем типа Firmware Hub

LPC для подключения чипов на материнской плате. Частота синхронизации 33 МГц, уровни напряжения совпадают с PCI 3.3V. Программно прозрачная, реализуется как мост PCI-LPC (PCI-ISA), отслеживающий все обращения за пределами пространства устройств PCI. Не поддерживает общий механизм конфигурирования и Plug&Play ввиду специфики подключенных устройств.

**17). Протокол шины LPC, логическая и физическая структуры. Сигналы шины LPC. Протоколы DMA, ECP. Режимы протокола. Фазы транзакции.**

**Сигналы шины LPC**.

* + LAD[3:0] – мультиплексированная шина команд, адреса и данных
  + LFRAME# - сигнал границы кадра (подачи команды)
  + LRESET# - сигнал сброса, берется с шины PCI
  + LCLK – сигнал синхронизации, берется с шины PCI (Тактовая частота 33 МГц)
  + LDRQ# - индивидуальная линия сигнала DMA/Bus Master (в рамках Super I/O отводится портам LPT и IrDA).

**Протокол режим Slave**. Транзакция начинается с фазы Start, подкрепленной сигналом LFRAME#. При необходимости прерывания обмена сигнал LFRAME# понижается до выдачи всех необходимых фаз. Обмен выполняется блоками по 1, 2 или 4 байта. Адресация памяти 32-битная, портов – 16-битная. Ввиду 4-битной разрядности для передачи одного байта требуется 2 такта.

**Протокол DMA**. Запрос на открытие канала DMA подает устройство с помощью сигнала LDRQ#. У каждого логического устройства есть такая линия. Мост Super I/O поддерживает обычно одну такую линию – для LPT в режиме ECP. Хост, получив запрос, должен обратиться к контроллеру DMA за выделением запрошенного канала. Получив канал, хост начинает DMA-обмен. Вместо фазы ADDR подается фаза Size. Далее идет номер канала DMA (младшие 3 бита) и признак последнего байта (старший бит). При записи хост должен передавать управление устройству (TAR) по передаче каждого байта для получения фазы SYNC. При чтении хост передает управление устройству сразу же и ожидает от него сигнала SYNC и очередного байта. Сброс канала DMA передается в фазе SYNC либо по тому же протоколу, что и запрос (при неудаче инициализации обмена).

**Start** – начало транзакции; CycleType/DIR – команда Cycle Type / Direction, тип цикла и направление передачи; ADDR – адрес; TAR – цикл передачи управления, при чтении или операции Bus Master; DATA – передача данных; Sync – сигнал холостого хода, подается устройством.

**Протокол ECP** (Extended Capabilities Port) обеспечивает двунаправленную передачу данных в полудуплексном режиме, имеет раздельные каналы данных для каждого направления движения, позволяет работать с активными периферийными устройствами и поддерживает простую компрессию данных RLE. Есть возможность многоканальной адресации периферийных устройств.

**18). Устройства хранения данных, иерархия устройств памяти**…

Предназначены для хранения данных, подлежащих обработке центральным процессором. **Классификация**:

**1).** внутренние (внутри корпуса системы); внешние.

**2).** со сменными носителями; со встроенными движущимися носителями; твердотельные накопители.

**3).** блочные с произвольным доступом; блочные с последовательным доступом; потоковые (почти то же, что и последовательного типа).

**4).** магнитные (магнитная ориентация ячеек); оптические (оптические свойства материалов); электронные (хранение эл. заряда в ячейках); комбинированные (один принцип – для чтения, другой – для записи).

**Характеристики**: **Емкость** [байт] - max количество информации, которое может в ней храниться.

**Скорость доступа**: время обращения при чтении/записи: / , - между началом обращения и началом чтения, – длительн. физ. процесса чт., – t восстановл., если произошло разрушение инфы, – t подготовки для приведение запоминающих эл-ов в исх. состояние, – t для физ. изменения состояния ЗЭ при записи инфы.

**Цикл памяти**: . **Время ожидания** – t на пересылку в память или из памяти одного слова данных. **Пропускная способность** - количество бит или байтов, пересылаемых за одну секунду.

**Особенности оперативной памяти**:

1. Доступ к оперативной памяти всегда произвольный и адресный.
2. Адрес ячейки обычно состоит из 4 компонентов – номер ранга (Rank), номер микросхемы (DRAM Device), номер банка (Bank), номер строки (Row) и номер столбца (Column). Единица адресации – байт.
3. Указанный адрес в общем случае не совпадает с физ. адресом в едином адресном пространстве системы, существует системная карта адресов.
4. В оперативной памяти хранятся данные, поступающие на выполнение, которые могут интерпретироваться как инструкции и операнды к ним.

**NOR**: состоит из параллельно включенных элементарных ячеек хранения информации. Это дает произвольный доступ к данным и побайтную запись информации.

**NAND**: принцип последовательного соединения элементарных ячеек, образующих группы (по 16 в группе), которые объединяются в страницы, а страницы - в блоки. При таком построении массива памяти обращение к отдельным ячейкам невозможно. Программирование выполняется одновременно только в пределах одной страницы, а при стирании обращение происходит к блокам или к группам блоков. Процессы записи/стирания в памяти NAND выполняются значительно быстрее, чем в памяти NOR.

**StrataFlash**: использованы элементы NAND и NOR, увеличение скорости чтения и снизижение стоимости хранения бита **Применение**: для хранения BIOS.

**19). Физические основы функционирования ЗУ…**

**В основе работы запоминающего** устройства может лежать любой физический эффект, обеспечивающий приведение системы к двум или более устойчивым состояниям. Прохождение тока через полупроводник или его отсутствие трактуются как наличие логических сигналов 0 или 1. Направление намагниченности, позволяет использовать для хранения данных разные магнитные материалы. Наличие/отсутствие заряда в конденсаторе. Отражение/рассеяние света от поверхности CD, DVD или Blu-ray.

Устройства на основе **магнитного принципа хранения** данных применялись в качестве и внутренних накопителей, и устройств со сменными носителями и средств ведения архивов и резервного копирования.

У устройства на основе **оптических дисков** высокая плотность данных и нет механического контакта. Диск обычно плоский, его основа сделана из [поликарбоната](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%82%D1%8B). Для считывания информации используется луч [лазера](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80), который направляется на специальный слой и отражается от него. При отражении луч модулируется мельчайшими выемками, питами на специальном слое, на основании декодирования этих изменений устройством чтения восстанавливается записанная на диск информация.

**МО**. В процессе записи локальные участки носителя нагреваются лазером высокой мощности до 200-300 °С, когда они становятся восприимчивыми воздействию внешнего магнитного поля. Это поле воздействует с обратной стороны носителя, головка имеет вид управляемого постоянного магнита. В процессе чтения дорожки облучаются лазером низкой мощности, прошедшим через поляризатор. Согласно явлению Керра намагниченные участки поверхности способны поворачивать плоскость поляризации луча в ту или иную сторону.

Устройства **электронной памяти** имеют самую высокую себестоимость, но выигрывают благодаря твердотельной конструкции, высокой скорости доступа и высокой плотности. Плотность упаковки определяется площадью запоминающего элемента и зависит от числа транзисторов в схеме элемента и используемой технологии. Наибольшая плотность упаковки достигнута в кристаллах динамической МОП - памяти.

FDC (для подключения FDD); Parallel ATA и производные (для HDD, SSD и ODD); Parallel SCSI (для HDD и ODD); Serial ATA (для HDD, SSD и ODD); FC-AL (для HDD); Serial Attached SCSI (для HDD); USB (для картоводов и других устройств); PCI Express (для SSD, RAM Disc).

**20). Жесткий диск типа «винчестер»…**

**Жесткий диск типа «винчестер»** – устройство внешней памяти с несменными носителями, имеющее внутреннее исполнение. Хранит ОС, другое системное ПО, код и данные прикладного ПО. HDD является неотъемлемой частью практически любой ЭВМ в стоечном, напольном, настольном или мобильном исполнении.

**Принцип магнитной записи**: для хранения данных использован принцип упорядочивания направления намагничивания частиц ферромагнетиков под действием внешнего магнитного поля. Для выполнения записи применяется индуктивный элемент (катушка индуктивности с сердечником, разорванным в месте контакта с поверхностью носителя). Изменяя направление прохождения тока через элемент, можно получить участки на носителе с магнитными доменами, ориентированными в разных направлениях. Задача элемента чтения – обнаружить изменения направления намагниченности участков диска.

Законы Гаусса для электрического и магнитного полей: , .

Закон индукции Фарадея: . Теорема о циркуляции магнитного поля: . E – напряженность эл. поля, H – напряженность магн. поля, D=eE – эл. индукция, B=mH – магн. индукция, – плотность свободных зарядов, j – плотность тока своб. зарядов, c - скор. света. **2 типа магн. записи**:

Принцип продольной (Longitudinal) записи: ориентация полюсов магнитных ячеек параллельно плоскости носителя. Он проще в реализации, но не позволяет (суперпарамагнетического барьер) достигать высокой плотности.

Принцип перпендикулярной (Perpendicular) записи сложнее, но он дает ряд преимуществ, самое важное из которых – менее выраженное влияние соседних ячеек друг на друга, что выливается в более широкие возможности по уплотнению данных на носителе.

**Классификация жестких дисков**.

* По области применения (Desktop, Enterprice, Automotive, Mobile..)
* По форм-фактору(3.5’,2.5’,1.8’)
* По типу применяемого интерфейса(ATA,SATA,SCSI,SAS,USB)
* По оборотам шпинделя (3600-15000 rpm)

**21). Элементы конструкции жесткого диска…**

Магнитные пластины, шпиндельный двигатель, подвес головок чтения/записи, мотор катушки линейного электропривода, плата электроники.

**Магнитные пластины**: смазочный материал, защитный углеродный слой (от коррозии), несущий слой (ферромагн. сплав), слой рутения, несущий слой (ферромагн. сплав), подслой, стекло, подложка.

**Конструкция головок чтения-записи**. Рабочий элемент головки чтения/записи - комбинация индуктивного элемента записи и магниторезистивного элемента чтения. *Элемент записи* – катушка индуктивности, которая создает магнитное поле заданной полярности. Применявшийся ранее *индуктивный элемент чтения* реагирует на магнитное поле изменением ЭДС в катушке. *Магниторезистивный элемент чтения* измеряет изменение падения напряжения в полупроводнике, возникающее при прохождении последнего в магнитном поле. Принцип работы элемента TMR: туннельный ток через изоляционный слой между двумя ферромагнетиками зависит от взаимной ориентации направлений их намагниченности.

**Принцип работы актуатора**: подача напряжения на катушку вызывает поворот держателя и перемещение рабочего элемента головки относительно радиуса магнитной пластины. Поиск и удержание головки над заданной дорожкой осуществляется по сервометкам – внедренным между секторами ячейкам с сигналом особой формы. Сигнал сервометок выделяется из общего сигнала чтения, по принципу обратной связи формируется сигнал отклонения актуатора при ослаблении или усилении сигнала сервометок заданной дорожки и соседних дорожек. **выделенная сервоповерхность со встроенный сервоформатом**.

**22). Кодирование двоичной информации. Проблема синхронизации. Базовые методы кодирования: FM, MFM, RLL, PRML**.

При записи в ячейках формируется последовательность зон смены знака, зависящая от способа кодирования информации. Это связано с тем, что в процессе переноса данных на магнитный носитель каждый бит (или группа битов) с помощью специального кодирующего устройства преобразуется в серию электрических сигналов, не являющихся точной копией исходной последовательности импульсов.

**Проблема синхронизации**: определение момента смены знака; синхронизация устройств чтения\записи. **Решение**: специальный сигнал синхронизации; объединить синхросигнал с сигналом данных. При кодировании один бит или группа битов заменяется несколькими колебаниями напряженности магнитного поля. Простейший способ – перед передачей ячейки данных послать синхросигнал. Ячейка должна начинаться с зоны смены знака, которая выполняет роль заголовка. Затем следует (или не следует) переход, в зависимости от значения бита данных.

**Модуляция FM**. N – отсутствие изменения направления напряженности магнитного поля. T – присутствие этого изменения. Между битами магнитное поле обязательно изменяется, иначе будет потеряна синхронизация. Фактически при таком способе кодирования изменяется частота следования перепадов уровня.

**Модуляция MFM**. T – присутствие изменения магнитного поля. N – отсутствие изменения магнитного поля. Изменение происходит только в случае, когда несколько 0 идут подряд. 1 = NT, (0)0 = TN, (1)0 = NN.

**Модуляция RLL** (Run Length Limited). Метод кодирования с ограничением длины поля записи. Кодируется последовательность нескольких бит, в результате чего создаются определенные последовательности зон смены знака. Алгоритмы RLL обеспечивают такую закодированную последовательность, что длина поля записи (количество бит между переходами от "0" к "1" или от "1" к "0") ограничена определенным диапазоном [d+1; k+1]. Параметры d и k задаются модификацией алгоритма число ячеек перехода, которые можно расположить между двумя зонами смены знака. Изменяя эти параметры, можно получать различные методы кодирования:

RLL 2,7 - 8 бит данных перекодируются в 16 так, чтобы в последовательности встречалось не менее двух и не более семи нулей СМЕН.

RLL 1,7; RLL 3,9 - 9 (Advanced RLL).

**Технологоия PRML** (Partial-Response, Maximum-Likelihood). Максимальное правдоподобие при неполном отклике. Это алгоритм преобразования аналогового сигнала, записанного на магнитный диск, основанный на ряде положений теории распознавания образов. В методе PRML для декодирования применяется набор образцов, с которыми сравнивается считанный сигнал, и за результат принимается наиболее похожий. Контроллер анализирует поток данных с головки посредством фильтрации, обработки и алгоритма определения (элемент частичного определения), а затем предсказывает последовательность битов, которые этот поток данных наилучшим образом представляет (элемент максимального правдоподобия). Позволяет повысить плотность расположения зон смены знака на диске в среднем на 40% и на столько же увеличить емкость носителя.

**23). Логическая структура магнитного носителя…**

Концентрические дорожки одинаковой ширины нанесены на магнитную пластину и опознаются по сигналам сервометок. Каждая дорожка разделена на несколько секторов. Ранее применялось фиксированное форматирование, когда каждая дорожка делилась на одинаковое количество секторов с одинаковыми угловыми размерами. Однако при этом линейные размеры секторов на разных дорожках были неодинаковыми. **Зональное форматирование**. Поверхность разбивается на зоны (20-30), в рамках каждой дорожка делится на определенное количество секторов. Линейные размеры варьируются только для секторов одной зоны, ширина которой невелика.

**Зонирование**. На пластинах современных «винчестеров» дорожки сгруппированы в несколько зон. Все дорожки одной зоны имеют одинаковое количество секторов. Но, на дорожках внешних зон секторов больше, чем на дорожках внутренних. Это позволяет, используя большую 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. Данные, хранившиеся в нём, при этом могут быть потеряны или восстановлены при помощи ECC, 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 ПЗУ блока электроники.

**Логическая геометрия**. 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 интерфейсов, 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.

**CHS**. сектор адресуется по его физическому положению на диске 3 координатами — номером цилиндра, номером головки и номером сектора. В дисках объёмом больше 504 Мб со встроенными контроллерами эти координаты уже не соответствуют физическому положению сектора на диске и являются «логическими координатами».

**LBA**. Адрес блоков данных на носителе задаётся с помощью логического линейного адреса. LBA = ((Cylinder\*№ofHeads+heads)\*sectors/track) + (Sector - 1)

**Преобразования между CHS и LBA**. ;

; ; , H – число головок, c – число цилиндров, S – число секторов на дорожке.

**24). Тракт чтения. Тракт записи. Плотность записи. Методики повышения плотности записи**.

**Плотность записи** - количество элементов разметки или логических бит на единицу длины или площади. Определяет потенциальную емкость жесткого диска. **Линейная плотность** (Recording density) – количество бит на единицу длины дорожки. Считаются биты данных, служебные биты. Измеряется в BPI (Bits Per Inch - бит на дюйм). **Плотность дорожек** (Track density) – количество концентрических дорожек на единицу радиуса. Измеряется в TPI (Tracks Per Inch - треков на дюйм). **Площадная плотность** (Areal density) – количество бит на единицу плотности. Измеряется в бит/кв. дюйм. Типичное значение на сегодня –300-500 Гбит/кв. д.

**Метод перпендикулярной записи** - 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 дисков на 2009 год - 62 Гбит/см².

**Метод тепловой магнитной записи** (Heat-assisted magnetic recording, HAMR) Используется точечный подогрев диска, который позволяет головке намагничивать очень мелкие области его поверхности. После того, как диск охлаждается, намагниченность «закрепляется». Seagate Technology — 7,75 Тбит/см².

**25). Протоколы обмена ATA, режимы PIO, DMA и UDMA**…

**Протоколы обмена**. **Протокол 3: DMA**

* + Дождаться обнуления бита BSY.
  + Записать в регистр DH адрес головки и номер устройства (1 – Slave, 0 – Master).
  + Дождаться обнуления бита DRQ.
  + Заполнить остальные регистры нужными значениями.
  + Инициализировать канал DMA (процедура зависит от типа хост-контроллера).
  + Записать код команды в регистр CR.
  + Дождаться прерывания от устройства.
  + Сбросить канал DMA.
  + Прочитать регистр SR, чтобы проверить ошибку и снять сигнал прерывания.

**Электрический интерфейс**.

* Сигналы интерфейса ATA имеют уровни TTL (высокий уровень – от 2.4 до 5.5 В, низкий – от -0.5 до 0.8 В).
* Стандартный двухрядный штырьковый разъем для настольных винчестеров имеет 40 контактов, плоский шлейф состоит из 40 проводников. Для применения режимов UltraDMA/66 и выше требуется шлейф с 80 проводниками с теми же 40-контактными разъемами. Питание – через отдельный 4-контрактный разъем (GND, +5, +12) от блока питания.

**Сигналы ATА…**

DD00-DD15 – данные между хостом и винчестером.

DA00-DA02 – выбор регистра из блока.

CS0# - выбор блока командных регистров.

CS1# - выбор блока управляющих регистров (Control Block Registers).

Reset# - аппаратный сброс устройства.

INTRQ – запрос прерывания, вырабатывается устройством для сигнализации об очередном блоке данных (режим PIO) или об окончании обмена DMA.

DMARQ – сигнал готовности устройства к обмену по протоколу DMA. В режимах MW и Ultra DMA удерживается на протяжении всего цикла.

**Регистры устройства ATA**. Регистр данных, Регистр ошибок, Регистр возможностей, Регистр счётчика секторов, Регистр номера сектора, Регистр номера цилиндра, Регистр номера устройства и головки, Регистр команд, Регистр состояния, Блок управляющих регистров.

**Протокол взаимодействия хоста и устройства**.

**1.** Хост читает регистр состояния устройства, дожидаясь нулевого значения бита BSY.

**2.** Дождавшись освобождения устройства, хост записывает в регистр DH байт, у которого бит DEV указывает на адресуемое устройство. Невозможность параллельной работы двух устройств на одной шине ATА: обратиться к устройству можно только после освобождения обоих устройств.

**3.** Хост читает основной или альтернативный регистр состояния адресованного устройства, дожидаясь признака готовности (**DRDY=1**).

**4.** Хост заносит требуемые параметры в блок командных регистров.

**5.** Хост записывает код команды в регистр команд.

**6.** Устройство устанавливает бит BSY и переходит к исполнению команды.

**26). Интерфейс ATA. Версии интерфейса**. **Архитектура ATA**…

**Интерфейс ATA** - параллельный интерфейс подключения накопителей (жёстких дисков и оптических приводов) к компьютеру. **Назначение**: обмен данными с вынесенным на внешнее устройство контроллером: передача и прием данных, подача команд, отслеживание ошибок, доступ к управляющим и статусным регистрам. Включает ATAPI (Advanced Technology Attachment interface with Packet Interface). Подключение через 40-проводный кабель (шлейф).

**Версии интерфейса**: ATA-1, ATA-2,ATA-3, ATA\ATAPI-4, ATA\ATAPI-5, ATA\ATAPI-6, ATA-ATAPI-7, ATA-ATAPI-8.

**Архитектура ATA** предусматривает подключение к 1 контроллеру двух устройств: Device 0 (Master), Device 1 (Slave). Оба устройства отображают одинаковый набор регистров на общее адресное пространство, поэтому работать одновременно не могут. Для выбора устройства есть особый механизм: регистр DH содержит бит DEV, обращение к которому отслеживают оба устройства. Запись значения в регистр DH означает выбор Device 0 || Device 1.

**Конфигурация ATA**. **Контроллер PCI IDE**

Для разгрузки ЦП от рутинных перекачек данных есть прямое управление шиной со стороны устройств, называемых ведущими устройствами, или мастерами, шипы (PCI Bus Master).Спецификация Standard PCI IDE Controller касается не интерфейса ATA, а интерфейса программирования DMA-обменов с жестким диском по ATA. Есть метод перемещения базового адреса регистров в пространстве портов в-в, как того требует PCI. Важной частью спецификации PCI является классификация устройств и указа­ние кода класса в его конфигурационном пространстве.

**Блок регистров контроллера PCI IDE**. Базовый адрес блока командных регистров ATA каналы 1-2, Базовый адрес блока управляющих регистров ATA каналы 1-2, Базовый адрес блока регистров контроллера Bus Master PCI IDE, Регистр управления, Регистр состояния.

**Формат дескрипторов**. Каждый дескриптор состоит из 8 байт, набор дескрипторов образует таблицу. Дескрипторы не должны переходить границу 64 байта (по строке кэша процессора), как и блоки памяти, на которые они указывают.

**Взаимоотношения между BIOS**… 

**27). Архитектура шины Ultra ATA, пропускная** **способность шины**…

**Архитектура шин Ultra ATA**… Последняя модификация интерфейса ATA/ATAPI-6 с технологией Ultra ATA-100 совместима со всеми предыдущими версиями ATA с помощью стандартной 16-разрядной параллельной информационной шины и 40-контактного разъема, пропускающего 16 командных сигналов. За одну транзакцию передается 2 байта данных. При DMA используется двусторонний механизм подачи импульсов, или «удвоенная скорость передачи данных». 16-битная шина. Таким образом, пропускная способность составляет: (Частота строб-импульса 25МГц \* 2) \* 16 бит / 8 бит/байт = 100 MБ/с. **Синхронизация**: тактовые импульсы должны подаваться с частотой 50 МГц, или каждые 20 нс.

**Интерфейс ATAPI**. ATAPI – расширение интерфейса ATA, метод передачи команд SCSI по интерфейсу ATA. Реализуется посредством команд чтения/записи пакетов данных, сформированных в соответствие с форматом SCSI. ATAPI – расширение универсальное, но в основном используется для оптических накопителей.

**Дополнительные функции АТАPI**: **SMART** – Self Monitoring, Analysis & Reporting Technology, система мониторинга состояния винчестера. Специальные алгоритмы отслеживают состояние разных подсистем жесткого диска и предлагают прогноз его работоспособности. **Цель**: заблаговременно предупредить пользователя о возможном выходе из строя. Результат работы – значения атрибутов. Каждый атрибут принимает значения от 1(вероятен выход из строя) до 253(надежная работа).

**Security**. Винчестер поддерживает режим блокировки с помощью пароля. Обычно поддержка ввода пароля возлагается на BIOS. **Функции**:

Set Password (до 32 символов) – сохранение пароля, установка уровня секретности. Disable Password – снятие пароля. Unlock – разблокировка. Erase Unit – форматирование.

**Host Protected Area** – специальная зона в конце диска, не доступная обычными операциями чтения. В HPA можно сохранять разную инфу, напр., образ системного диска, дамп памяти, копию BIOS и т.п.

**Энергонезависимый кэш (Non-volatile cache)** для гибридных винчестеров ATA.

Гибридный диск - классический винчестер с дополнительным буфером flash-памяти. Назначение flash-памяти хранение: часто используемых файлов ОС,

файлов для загрузки ОС, файла содержимого памяти и ресурсов ОС.

NV Cache используется как буфер для ОС. Можно добавлять сектора в NV Cache(для чтения и для записи). NV Cache экономит энергию при выходе из Hibernate(спящ. режима), загрузке ОС.

**28). Интерфейс Serial ATA**. Основное назначение, совместимость с ATA/SCSI…

**Интерфейс Serial ATA** - последовательный интерфейс обмена данными с накопителями информации. SATA – развитие параллельного АТА (IDE).

**Назначение**: подключение жестких дисков, дисководов на оптических дисках, магнитных лентах. Повышение скорости передачи. Удешевление и улучшение кабелей и коннекторов. Обеспечение выделенного интерфейса для каждого устройства. Переход от «Общая шина» к «точка-точка».

**Совместимость с ATA**. Сохранена полная совместимость с ATA на уровне архитектуры, регистровой модели и протоколов.

**Различия**. *Передача данных*: SATA отсылает данные последовательно, с одним битом на такт, но на высоких тактовых частотах. ATA отсылает информацию параллельно. *Различие на уровне подключения* – для подключения тех же двух устройств контроллер уже имеет два порта, и каждый накопитель подключается отдельным кабелем. *Разъем, длина кабеля*: SATA использует намного более изящный кабель по сравнению с ATA, и длина кабеля может достигать одного метра (АТА – 0,49м). *Напряжение для передачи данных*. АТА – 5В, SATA – 0,5В.

*Подключения* более одного устройства к одному порту SATA.

**Эмуляция Parallel ATA**. Контроллер SATA полностью эмулирует контроллер ATA и PCI IDE – каждое устройство выставляется как Master (по ум.). *Теневые регистры* выполняют роль регистров контроллера жесткого диска. Возможен режим Legacy – каждое устройство либо SLAVE либо MASTER на первом либо втором канале, для каждого свои теневые регистры.

**Методы кодирования**.

* Код 8B/10B: количество последовательно передаваемых 0/1 не должно превышать 4. Передача 0 или 1 изменением подаваемого напряжения. => маленький промежуток между переходами => повышение надежности. Преобразование 8 разрядных данных -> в закодированные 10 разрядные путем неиспользования части комбинаций. Неиспользованные данные – для спец. операций. Код обеспечивает стабильное соотношение 0 и 1 в выходном потоке, **не зависящем от входных данных**.
* Схема RLL 0,4 называется *кодированием с ограничением длины записи* (Run Length Limited — RLL), где 0 считается минимальным, а 4 — максимальным числом последовательных нулей в каждом закодированном символе.

**Теневые регистры**. Регистры в SATA имеют *теневые регистры* в хост-контроллере.

* Программное чтение и запись происходит с помощью теневых регистров.
* Теневые регистры связаны с регистрами устройств с помощью кадров, передаваемых по SATA.
* Каждое устройство, подключенное к адаптеру Serial АТА, представляется тремя блоками регистров: управляющих, командных и SCR(Serial АТА Status and Control Registers).

**Дополнительные регистры**. Помимо двух блоков регистров ATA, интерфейс Serial ATA предусматривает наличие еще трех регистров для каждого из поддерживаемых устройств. Регистры находятся в перемещаемом пространстве портов или памяти (при отображении на память). *SStatus*, *SError* - наличие ошибки: CRC, 8b/10b, *SControl* – те же поля, что и у SStatus, только для управления состоянием и скоростью соединения.

**29). Форматы физического, канального и транспортного уровней SATA**…

**Уровневая модель SATA**.

Прикладной: обмен командами и состояниями устройств.

Транспортный: формирование информационных структур.

Канальный: формирование кадров из FIS. Кодирование 8B/10B.

Физический: набор сигналов, которые физически передаются по кабелю.

**Физический уровень SATA**. Обеспечивает соединение хост-контроллера и устройств по топологии «звезда». Данные передаются со скоростью 1.5, 3, 6 Гбит/с в формате NRZ по двум дифференциальным парам в обоих направлениях. Номинал напряжения – 250 мВ. Применяется сбалансированная пара проводов, по каждому из которых подается напряжение, равное ±0,25 В. Сигналы посылаются дифференцированно: если по одному проводу пары передается напряжение +0,25 В, то по другому соответственно –0,25 В. Т.е. передаваемые сигналы всегда находятся в противофазе в смежных проводах. Минимизация ЭМИ и облегчение чтения. **Кодирование без возврата к нулю** (**NRZ**).

При передаче 0 - передает потенциал, установленный на предыдущем такте, а при передаче 1 - потенциал инвертируется на противоположный. Этот код называется потенциальным кодом с инверсией при единице (NRZI).

**Канальный уровень**. **Назначение**: кодирование 8b/10b; формирование кадра из пакетов транспортного уровня; посылка и прием подтверждения встречным каналом; подсчет и проверка CRC.

Полезная информация транспортного уровня оформляется в кадры. Кадр состоит из примитивов заголовка (SOF), конца кадра (EOF) и контрольной суммы (CRC), а также полезного содержимого – Frame Information Structure (FIS). Кадр может разрываться примитивами HOLD (пауза) и HOLDA (ответ на паузу). Данные транспортного уровня кодируются по схеме 8b/10b для ограничения непрерывных последовательностей «0» и «1», а также обеспечения возможности передачи служебных символов (т.н. примитивов). Единица передачи информации – 32 бита (DWORD). На этом уровне осуществляются управление доступом к передающей среде, используемой несколькими ЭВМ, синхронизация, обнаружение и исправление ошибок.

**Транспортный уровень**.Не участвует в обработке команд, отвечает за обмен данными между хостом (памятью системы) и устройством.Информация оформляется в виде FIS-пакетов разного типа и длины – в зависимости от типа операции. Поддерживаются следующие типы FIS: запись в регистры устройства; запись в теневые регистры контроллера; инициализация DMA; инициализация PIO; обмен данными.

**Управление примитивами**. Служебные символы - т.н. **примитивы**.

* **IDLE – SYNC –** для поддержания шины в состоянии покоя.
* **Align** – синхронизация при установленной связи
* **X\_RDY** – намерение установить передачу (связь)
* **R\_RDY** – устройство готово начать передачу
* Внеполосные сигналы **OOB**: (out of band)
* **COM INIT, COM RESET, COM WAKE** – пачка из 160 примитивов Align.

Для передачи этих сигналов не требуется Sync/Align. Отличаются зазорами между пачками Align. C их помощью происходит установка связи и определение скорости работы.

**30). Умножитель портов. Селектор порта. Функция Staggered Spin-up**…

**Умножители портов**. Для подключения нескольких устройств к одному порту контроллера. Устройства могут работать попеременно, но им предоставляется вся ширина канала (разделение во времени). Port Multiplier обеспечивает коммутацию порта контроллера и выбранного устройства, анализируя биты номера порта, имеющиеся во всех исходящих FIS (Frame Information Structure). Умножитель выстраивает запросы и ответы в очередь (по результатам активности портов) и заполняет входящие FIS, выставляя в них номер порта, из которого пришли данные. Для индикации номера порта есть 4 бита. Устройство с номером 16 – это сам умножитель, у которого имеется набор регистров управления.

**Концентратор** - средства подключения к хосту множества устройств SATA. У концентратора имеется хост-интерфейс и ряд портов SATA для подключения устройств. Концентратор может быть мостом, RAID-контроллером, коммутатором или мультиплексором портов.

**Селектор порта**. Для обеспечения избыточности подключения можно использовать селектор – устройство, позволяющее подключать несколько портов к одному устройству. Селектор выбирает в качестве активного один порт – тот, который подал сигнал COMRESET.

**Функция Staggered Spin-up**. В SATA реализован механизм последовательного запуска двигателей винчестеров, для систем, где много винчестеров и блок питания может не выдать нужный номинал**.** Винчестер, поддерживающий функцию, не должен запускать двигатель до тех пор, пока порт, к которому он подключен, не перейдет в состояние active. Контроллер может проверить порты и количество, а также запустить с паузой двигатели.

**First Party DMA**. Не просто DMA, а устройство указывает положение буфера данных в оперативной памяти. Это очень удобно при работе с очередями команд.

**Технология изменения очередности команд, кэширование данных**.

Технология **NCQ** (Native Command Queuring) повышает производительность диска и уменьшить его физический износ. Используя особый алгоритм перераспределяет команды, увеличивая пропускную способность до максимальной. Создается очередь из 32 команд по запросам от процессора, контроллер SATA вычисляет точный порядок, путем просмотра расположения данных на диске. Т.е. большее количество запросов за меньшее время. => Выше скорость работы и увеличение срока службы устройства.

**Перспективы интерфейса**. External Sata (ESATA) – подключение дисков вне корпуса компьютера.

**31). Форматы дискет и стандарты.** **Плотность записи.** Конструкция дискеты…

**Форматы дискет и стандарты. Плотность записи. Классификация**.

По количеству используемых поверхностей:

SS (single sided) - односторонние; DS (double sided) - двухсторонние;

Количество дорожек на одной стороне: 20; 40; 80.

Плотность записи:

SD ( *Single Density*, одинарная плотность) 24 TPI (tape per inch - метки на дюйм)

DD (*Double Density*) 48; QD (*Quadruple Density*) 96; HD (*High Density)*; ED (*Extra High Density*, сверхвысокая плотность).

Типы дискет (размер дискеты, кол-во поверхностей, плотность) – объем в килоБайтах: **5¼" DS/DD - 360; 5¼" DS/QD - 1200; 3½" DS/DD - 720**.

**Конструкция дискеты**. Состав дискеты:

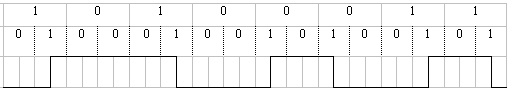
* + пластиковый защитный корпус с отверстиями для головки и индексный датчик (последний – для 5.25” дискет);
  + лавсановый гибкий диск с ферромагнитным напылением;
  + защитная металл. шторка с пружинным механизмом (для 3.5” дискет);
  + заглушка отверстия защиты от записи (для 3.5” дискет);
  + 2 тканевых безворсовых прокладок для очистки от пыли.

На рынке по-настоящему массовыми стали два варианта – 5.25” и 3.5”. Они выпускались в различных емкостях, но по размеру и конструкции не менялись. Дискета 5.25” не имела жесткого корпуса и защитной шторки, а отверстие защиты от записи требовалось заклеивать.

**Физическая структура дискеты**. 40 (80) дорожек с секторами по 512 байт.

**Логическая структура дискеты**. На логическом уровне считается, что секторы логического диска имеют непрерывную нумерацию.

**Размещение файла, формат записи, время доступа**. 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. 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. Время доступа (среднее): , - время перемещения на один шаг (с дорожки на дорожку), - время успокоения системы позиционирования.

**Метод кодирования**. Данные в секторе закодированы методом MFM (Double Density). Другие методы не прижились. "1" переводится в комбинацию "01", "0" - в комбинацию "10", если следует за битом "0", в "00", если следует за битом "1". ("1" кодируется сменой намагниченности на соответствующем участке, а логический "0" - отсутствием смены). Т.е. один переход намагниченности соответствует 1-3 битам.****

**32). Основные функциональные блоки дисковода для гибких дисков**…

**Основные функциональные блоки дисковода для гибких дисков**:

• Приводной механизм. • Механизм позиционирования (шаговый двигатель).

• Механизм центрирования и крепления. • Блок магнитных головок. • Система управления и контроля. • Система записи/чтения. • Три сигнальных датчика.

• Индикатор.

**Принцип работы дисковода**. У дисковода нет собственного контроллера и все команды в аналоговом виде получает от контроллера FDC, входящего в состав моста Super I/O. **Работа с дискетой**: подача сигналов выбора дисковода; запуск шпинделя; запуска двигателя; анализ индексных сигналов; если есть дискета перемещение головок выполняется пошагово (сигналы Step, Direction) до тех пор, пока не будет обнаружена нулевая дорожка (сигнал Track 00). Первый сектор определяется по сигналу Index. Обратной сервосвязи нет; от контроллера дисковод получает уже закодированный MFM-сигнал, который передается на головку; остановка мотор после записи.

**Интерфейс Sugart SA-400**. Рассчитан на модуляцию MFM и поддержку 4 устройств. Интерфейс не имеет стандартного названия и официально не документирован. Относится к категории интерфейсов на уровне устройства, т.к. содержит сигналы, характерные для функций устройства. Интерфейс обеспечивает скорость порядка 300 Кбит/с. Данный интерфейс предусматривает соединение между контроллером FDC и дисководом (без контроллера) с подачей управляющих сигналов непосредственно на узлы дисковода (шаговый двигатель, шпиндель, головки) и снятие данных с датчиков. Наиболее распространенный вариант интерфейса предусматривал использование плоского ленточного кабеля с 34 линиями и контактами. На этом кабеле крепятся разъемы для контроллера (штырьковый) и 4 дисководов – по два для 5.25” (с печатными двусторонними ламелями) и для 3.5” (с двухрядными штырьковыми контактами).

**33). Контроллер диска. Регистры FDC. Процедура обмена данными**…

**Контроллер диска**. Это специальное устройство для подключения жестких и гибких дисков к компьютеру. Контроллер выполняет работу по обмену данными между компьютером и дисками. Без использования дополнительных программных средств операционная система MS-DOS может задействовать два накопителя на жестких дисках и два накопителя на гибких дисках. В отсутствие стандарта производители дисководов ориентировались на контроллер NEC PD765. Он отображает на пространство портов ввода-вывода все сигнальные линии интерфейса **Shugart**, а также способен выполнять основные операции чтения/записи/форматирования с генерацией **MFM-кода**. FDC (Floppy Disk Controller) формирует данные в аналоговой форме по методу MFM и транслирует их с заданной частотой, зависящей от типа дискеты.

**Регистры FDC**. Архитектурой PC AT предусмотрено два FDC. Кроме того, FDC использует IRQ 6 и DMA 2 для обмена данными. **Регистры FDC**:

* Digital Output Register – регистр управления (выбор дисковода, шпиндель).
* Tape Drive Register – управление стримером.
* Main State Register – регистр состояния.
* Datarate Select Register – выбор скорости чтения/записи (250, 300 Кбит/с).
* Data Register – регистр данных для приема/выдачи команд/данных;
* Configuration Control Register – регистр выбора скорости чт/зап (вместо 3x4h).
* Digital Input Register – регистр смены носителя.

**Процедура обмена данными**. Запуск мотора и выбор дисковода. Установка скорости. Выполнение команды рекалибровки. Ожидание раскрутки двигателя Позиционирование головки на требуемый цилиндр. Инициализация контроллера DMA. Посылка команды чтения/записи Ожидание прерывания от контроллера. По прерыванию от контроллера считываются байты результата, и если ошибок  
нет, на этом обмен успешно завершается. Если есть ошибки, то снова переходят на шаг инициализации DMA и далее повторяют команду чтения/записи. Если за несколько (3) раз успех не достигается, то выполняется рекалибровка, затем инициализация DMA и повторные попытки чтения/записи. Если успех не достигается и после нескольких рекалибровок, обмен прекращается аварийно.

**Три фазы исполнения команды**.

**1. Фаза команды***.*

1).Контроллер устанавливает биты DQM=1 и DIO-0 - приглашени к вводу команды. 2). В регистр DR посылается байт команды. 3). После байта команды посылаются байты параметров в строго предписанном порядке. 4).На прием каждого байта контроллер отзывается обнулением DQM на время обработки. 5). После получения последнего требуемого байта DQM остается обнуленным и контроллер переходит в фазу исполнения.

**2. Фаза исполнения**. Требует передачи данных от хоста к контроллеру или обратно, передача может происходить как в режиме DMA, так и чисто программно (РЮ). В режиме DMA обмен выполняется по сигналам DRQ и DACK# используемого канала. Если DMA не используется, то запросом на передачу является бит DQM и сигнал прерывания. По окончании фазы вырабатывается сигнал прерывания (и его признак в регистре ST0), и контроллер переходит в фазу результата.

**3. В фазе результата**. DQM=1 и 010=1, хост должен считать байты результата из DR, после чего биты установятся в значение DQM=1 и 010=0, что соответствует переходу в фазу приема команды.

**34). Логическая организация, разновидности электрических**…

**Логическая организация, разновидности электрических интерфейсов SCSI**

**Линейный** (Single Ended, SE) – сигналы имеют уровень TTL.

**Дифференциальный** (HDV, High-Voltage Differential) – пара сигналов в противофазе, уровни TTL.

**Низковольтный дифференциальный** (LVD, Low-Voltage Differential) – уменьшенные до 0,9-1 В уровни сигналов.

**Сигналы**. DB[0:15]# - шина данных, может быть также 8-битной.

DP[0:2]# - биты четности. BSY# - сигнал занятости шины, означает захват шины устройством или хостом. SEL# - сигнал выставления на шине данных двух адресов – источника и приемника данных. C/D# - сигнал различения фаз данных (0) и управления (1). I/O# - направление передачи: 0 – от инициатора к приемнику (чтение), 1 – от приемника к инициатору (запись). MSG# - передача сообщения. ATN# - предупреждение о грядущей передаче сообщения устройству (выставляет инициатор). REQ# - сигнал стробирования данных от приемника, выставляется при его готовности. ACK# - сигнал стробирования от инициатора, подтверждение приема или выставления на шину данных. RST# - сброс.

**Фазы**: **Bus Free**: низкий уровень BSY# и SEL#, шина свободна

**Arbitration**: борьба за доступ к шине. Каждое из устройств, требующих обмена, выставляет на шину данных свой адрес (ID) и поднимает сигнал BSY#.

**Selection/Reselection**: выбор устройств для обмена данными. Устройство, выигравшее арбитраж, поднимает линию SEL# и выставляет на шину два ID – свой и другого устройства.

**Message**: фаза сообщений используется для управления шиной. Сообщения бывают однобайтными, двухбайтными и расширенными.

**Command**: фаза передачи команды. Команды могут занимать 6, 10 и 12 байт, в них указывается код, номер LUN, адрес логического блока, количество блоков (секторов), признак цепочки. С/D#=1, I/O#=0.

**Status**: фаза состояния, завершающая выполнение команд. Байт статуса сигнализирует об успешном завершении команды или цепочки либо об отказе из-за резервирования, заполнения очереди, занятости. C/D#=1, I/O#=1

**Адресация шины.** В зависимости от разрядности шины данных поддерживается 7, 15 или 31 устройство. Идентификатор (SCSI ID) - номер в позиционном коде, напр., 00000001, 00010000, 10000000. Устройство с большим номером – наиболее приоритетное. Выбор идентификатора - перемычками или программно. Обычно у хост-адаптера ID=00001000. ID выставляется на шину для выбора устройства, являясь таким образом физическим адресом устройства.

**Особенности применения**. SCSI не является «хост-центрическим». В рамках архитектуры SCSI устройством является как хост-адаптер, так и контроллер ПУ. Причем количество хост-адаптеров в принципе не ограничено, что позволяет, например, организовать совместный доступ к ПУ нескольких систем.

**Различия между SCSI и ATA**.

АТА – «точка-точка» (поддержка двух устройств осуществляется на логическом уровне). SCSI - топология «шина» (эффективную работу с несколькими устройствами)

АТА – жесткие диски, оптические приводы через спец. команду. SCSI - на всех уровнях устройства нескольких типов, в том числе процессоры и графические устройства

АТА управление интерфейсом выполняется только хостом. SCSI - шина активно использует арбитраж, управление могут брать на себя различные устройства, поддерживаются отложенные транзакции, очереди команд, списки операций

АТА - Управление интерфейсом ограничено: только два состояния – занят или нет, сигнал сброса, режимы чтения/записи.

**35).Архитектурная модель SCSI. Типы протоколов и интерфейсов**…

**Модель** включает несколько наборов команд: первичный набор общих команд SCP (SCSI Primary Commands) расширяется за счет наборов команд для устройств конкретных классов: SBC – команды блока (Block Commands); SSC – команды потока (Stream Commands); ММС - мультимедийные команды (Multimedia Commands); SGC –  команды преобразователя среды для ориентированных на графику устройств ввода/вывода; SMC – устройства смены носителей; SCC – команды контроллера.

**Типы протоколов и интерфейсов**: SIP (SCSI Interlocked Protocol) – стандартный протокол транспортного уровня. SPI – параллельный электрический интерфейс, реализующий протокол SIP. FCP – последовательный протокол обмена по оптоволоконному интерфейсу. FC-PH – (Fibre Channel Physical and Signaling Interface ) оптоволоконный интерфейс. SBP – протокол последовательного интерфейса. 1394 – последовательный интерфейс FireWire/IEEE1394; GPP – обобщенный (Generic Packetized Protocol) пакетный протокол, пригодный для реализации любым физическим интерфейсом; SSP (Serial Storage Protocol) – протокол последовательной памяти, реализуемый через архитектуру SSA (Serial Storage Architecture).

**Подключение жестких дисков**. Наиболее распространенный вариант подключения жестких дисков – SPC+SBC+SIP+SPI-4. Это параллельный интерфейс с шириной шины 16 бит, набор команд – базовый плюс подмножество команд для блочных устройств.

**Электрический интерфейс SCSI SPI**. Линейный (Single Ended, SE) – сигналы имеют уровень TTL. Дифференциальный (HDV, High-Voltage Differential) – пара сигналов в противофазе, уровни TTL. Низковольтный дифференциальный (LVD, Low-Voltage Differential) – уменьшенные до 0,9-1 В уровни сигналов.

**Схема подключения ПУ**. **Терминаторы шины**. Ввиду возможности подключения к SCSI большого количества устройств и весьма серьезной максимальной длины кабеля требуется принимать меры для, **терминирования концов линий**, **для быстрого возврата состояния линий к пассивному высокому уровню**.

Для этого используются терминаторы шины – нагрузочные резисторы, которые должны быть установлены на последних устройствах с обоих концов кабеля.

При отсутствии терминаторов как минимум возникают отражения сигнала от концов линий, которые дают сильные помехи и препятствуют работе шины.

**36). Асинхронная передача данных. Фаза синхронной передачи**…

**Асинхронная передача данных**.Является обязательной для всех устройств SCSI и всех фаз передачи информации. Target управляет направлением передачи информации с помощью сигнала I/O: I/O = «0» – передача Initiator => Target, I/O = «1» – передача Initiator <= Target. Передача каждого байта сопровождается взаимосвязанной парой сигналов REQ/ACK. Initiator фиксирует принимаемые данные по отрицательному перепаду сигнала REQ, Target считает принимаемые данные действительными по отрицательному перепаду сигнала ACK.

**Фаза синхронной передачи**. **Запись**. **Чтение**.



**Последовательность фаз при обмене данными**.

Шина свободна. Попытка доступа к шине. Выбор устройства. Адресация LUN/TRN. Выдача команды. Вв/выв данных. Состояние выполнения. Сообщение завершения/ошибки.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Разъем | Ширина шины, бит | Частота, МГц | Пропускн. способность, Мб/с |
| SCSI-1 | IDC-50, CX-50 | 8 | 5 | 5 |
| Fast SCSI | IDC-50, CX-50 | 8 | 10 | 10 |
| Fast Wide | HD68 или 2 x IDC-50 | 16 | 10 | 20 |
| Ultra SCSI | IDC-50 | 8 | 20 | 40 |

**37). Хост-адаптер SCSI. Интерфейсы ASPI, SPTI, iSCSI. Арбитраж шины. Команды SCSI.**

**Хост-адаптер SCSI**.Обычно используется 1 из 2 интерфейсов, аналогичных по функц-сти:

ASPI (Advanced SCSI Programming Interface) – разработан Adaptec для контроллеров жестких дисков, обычно используется и для работы с оптическими накопителями, сканерами. Предоставляет набор функций для обмена данными.

SPTI (SCSI Pass-Through Interface) – разработан Microsoft в качестве альтернативы ASPI, используется как расширение DeviceIoControl в WinAPI. Обычно применяется для работы с оптическими дисками (как порт SCSI-ATAPI).

3й интерфейс:

iSCSI (*Internet Small Computer System Interface*) — протокол, который базируется на TCP/IP и разработан для установления взаимодействия и управления системами хранения данных, серверами и клиентами.

**Арбитраж шины**.

Адаптер шины на ПК проверяет статус шины — «занята» или «свободна». Если шина свободна, то ПК передает по информационным линиям свой идентификационный код.

Приоритет получает устройство с наибольшим идентификатором.

После получения контроля над шиной инициатор выбирает целевое устройство посредством активизации одной из восьми линий.

Выбранное устройство берет на себя контроль за обменом данными до его завершения.

Для начала оно запрашивает у инициатора, какую команду следует выполнить.

Диск подтверждает получение команды и преобразует номера логических блоков в номера секторов, находит и считывает эти сектора, осуществляет исправление ошибок и передает данные байт за байтом, при этом в случае асинхронной передачи он ожидает подтверждения приема каждого байта.

**Команды SCSI**. SCSI же способен выполнять высокоуровневые команды, например запрашивать тип подключенного к шине устройства с помощью команды Inquiry. Таким образом, помимо спецификации физических характеристик шины (тип соединителя, уровни напряжения) стандарт для каждого типа периферии (жесткий диск, CD-ROM) определяет поддерживаемые команды и соответствующие им ответы (порядка 12 для каждого вида периферии). Стандартные команды SCSI-1 сгруппированы в соответствии с шестью типами устройств, как показано ниже:

Случайный доступ для чтения/записи (жесткий диск). Последовательный доступ (ленточный накопитель). Принтер. Процессор. WORM (записывающий CD-ROM). Случайный доступ только для чтения.

**38). Интерфейс SAS, концепция и архитектура**, **совместимость с** **ATA/SCSI. Варианты последовательных протоколов. Архитектурная модель SAS**…

**Интерфейс SAS, концепция.** Тенденции внедрения последовательных интерфейсов доработка интерфейса SCSI. Стоимость не ставилась основной целью, в отличие от наращивания быстродействия интерфейса.

**Архитектура.** С одной стороны, интерфейс SAS входит в общую архитектурную модель SCSI, предлагая иную среду передачи данных – последовательный интерфейс SSP. В то же время он имеет собственную архитектурную модель, в которой протокол SSP (Serial SCSI Protocol) является частью общей схемы и может быть заменен другими протоколами транспортного уровня.

**Совместимость с ATA/SCSI**. Для физической передачи данных используется интерфейс, аналогичный таковому в Serial ATA. Однако общая концепция SAS намного сложнее, и протокол SATA фактически является его подсистемой. Общие принципы SCSI (команды, адреса, ресурсы и т.п.). **Вар-ты протоколов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Interconnect | Standart | Year | Typical speed | Key features |
| Fibre Channel | FCP-2 | 2002 | 200 MB/sec | - |
| InfiniBand | SRP | 2002 | 250 MB/sec | 4x, 12x too |
| Ethernet | iSCSI | 2003 | ~100 MB/sec | Gigabit Ethernet |

**Архитектурная модель SAS**. Протокол SAS содержит 4 традиционных уровня: физический (phy layer), коммуникационный (link layer), уровень портов (port layer) и транспортный уровень (transport layer).

Объединение 4 уровней в каждом порте SAS - программы и драйверы для работы с параллельными портами SCSI, могут с равным успехом использоваться и для обслуживания портов SAS, лишь с незначительной модификацией.

**Физический уровень** – определяет физические и электрические параметры приемников, передатчиков и кабелей;

**Интерфейс физического уровня** – определяет способ кодирования данных и специальную «внеполосную» сигнализацию для служебных целей;

**Канальный уровень** – обеспечивает идентификацию подключенных устройств и управления соединениями;

Транспортный уровень – определяет структуры кадров и транспортные сервисы;

**Прикладной уровень** – определяет процедуры выполнения команд SCSI в SSP и функции определения топологии и управления экспандерами в SMP.

**Набор стандартов SAS.**

**уровень приложений**: SCSI, ATA, SMP (Serial Management Protocol)

**транспортный уровень**: SSP (Serial SCSI Protocol), STP (Serial ATA Tunneling Protocol, подключение SATA устройств к SAS HBA через расширитель (expander)), SMP (Serial Management Protocol, поддержка расширителей SAS)

**SAS phy**: согласование скорости; кодировка (8b10b как в FC и Ethernet); можно объединять в "широкий" (2x, 3x, 4x) порт в HBA/RAID или расширителе; скорость: SAS-1 - 3Gbps (300MBps), SAS-2 - 6Gbps (600MBps).

**Перспективы развития**. 2004 – 3 Gb/s, 2006-6 Gb/s, 2010 – 12 Gb/s.

**39).Физический интерфейс SAS: уровни портов, физический** и **электрический, связь уровней**.

**Уровень портов SAS отвечает за** обмен пакетами данных с коммуникационным уровнем (link layer) в порядке установления соединений, а также за выбор физического уровня, с помощью которого будет осуществляться передача пакетов одновременно на несколько устройств.

Под **физическим уровнем** SAS подразумевается соответствующее аппаратное окружение - трансиверы и модули кодирования, которые подключаются к физическому интерфейсу SAS и отправляют сигналы по проводным цепям.

**Уровень Physical Layer** описывает механические и электрические характеристики кабелей и разъемов, соединяющих устройства (жесткие диски) с экспандерами и хост-адаптерами. Тип кабеля для подключения одного устройства унаследован от SATA, разъем несколько отличается, но является совместимым – содержит контакты второго порта с обратной стороны между разъемами питания и интерфейса. Второй порт при подключении жесткого диска при помощи кабеля не задействуется, но при подключении встык через backplane (панель оснастки) второй порт позволяет удвоить пропускную способность интерфейса. Разъем питания может быть стандартным (SATA) либо специальным (SAS), с передачей сигнала активности диска по одному из резервных контактов.

**Связь уровней**. Для того, чтобы обеспечить увеличение пропускной способности путем удвоения (учетверения и т.д.) количества физических каналов, были введены дополнительные уровни.

В терминах SAS:

* Phy – аппаратный блок обработки данных, имеющий уникальный адрес SAS и поддерживающий работу канального уровня.
* Физические Phy соединены кабельным интерфейсом, аналогичным Serial ATA (две дифференциальные пары, по одной на передачу и прием).
* Логические Phy, входящие в состав физических Phy, могут поддерживать один из трех протоколов – SSP, STP или SMP.
* Порт SAS может соответствовать одному Phy (узкий порт, narrow port), либо объединять несколько (широкий порт, wide port).
* Если у нескольких Phy один адрес SAS, то они не могут разделяться на несколько портов.

**40). Канальный уровень SAS, способы маршрутизации.** **Архитектура экспандера**.

**Канальный уровень –** обеспечивает:

* идентификацию устройства, т.е. определение типа устройства (конечное, экспандер) и адреса порта.
* согласование скоростей путем добавления в передаваемый поток специальных заполнителей, не несущих информативности.
* управление соединением.

Для открытия соединения инициатор посылает запрос либо целевому устройству, если оно подключено непосредственно к инициатору, либо экспандеру, через который это целевое устройство подключено. Целевое устройство либо подтверждает, либо отклоняет запрос на соединение, но если между ними экспандер, то, как только к нему поступил запрос, он пересылает его далее, а обратно посылает специальный сигнал, информирующий инициатора о том, что запрос находится в процессе арбитража.

Для закрытия соединения надо, чтобы приемник и передатчик переслали друг другу сообщения об окончании передачи, после чего оба устройства передают сигнал о закрытии соединения.

Если к одному порту устройства приходит одновременно несколько запросов на соединение, преимущество отдается запросу с наибольшим временем ожидания. Обеспечивается справедливость арбитража и ограниченная задержка обслуживания.

**Способы маршрутизации**:

* + Прямая – по SAS-адресу Phy.
  + Табличная – по таблице соответствия SAS-адресов физическим Phy.
  + Субтрактивная – для каналов восходящих (к хост-адаптеру или экспандеру).

***SAS-адрес*** – уникальный адрес устройства SAS. **Архитектура экспандера**.

**Устройства-экспандеры** служат для объединения конечных устройств в сложных конфигурациях. Экспандер имеет собственный SAS-адрес для управления его функциями по протоколу SMP. Экспандер может содержать и внутренние устройства SAS (со своими SAS-адресами), подключаемые к его портам с виртуальными трансиверами (портами).

Каждый трансивер экспандера имеет собственный идентификатор, уникальный в пределах экспандера. Порты экспандера могут служить для подключения инициаторов и целевых устройств SAS, а также других экспандеров. По этим портам будут передаваться кадры любых протоколов (SSP, STP, SMP). Экспандер может содержать мосты STP/SATA, позволяющие к портам экспандера (узким) подключать устройства SATA. По этим портам будут передаваться только кадры SATA.

Экспандер не только физически коммутирует устройства, но и занимается маршрутизацией пакетов между Phy (Phy – physicallayer, физический слой), подключенных к различным его портам. Устройства могут обмениться данными через порты экспандера, минуя хост-адаптер.

**41). Транспортный уровень SAS**. **Формат кадров, порядок обмена**.

**Транспортный уровень** – определяет структуры кадров и транспортные сервисы. Уровни приложений, включающие драйверы и собственно приложения, создают специфические задания для транспортного уровня, который, инкапсулирует команды, данные, статусы и пр. в SAS-фреймы и перепоручает их передачу ***уровню портов***.

SSP – для SCSI устройств; STP – для SATA устройств; SMP – протокол для управления устройствами.

**Формат кадров**. Формат кадра позаимствован у протокола FC-AL (Fibre Channel Arbitrated Loop - в его основе лежит система команд SCSI-3).

Всего 5 видов кадров: Command; Data; XFER\_READY; Response; Task.

Транспортный протокол SSP является дуплексным. Перед обменом требуется установление соединения (SATA не требует установления соединения). Кадр состоит из примитива SOF (StartOfFrame), двойных слов с данными и EOF. Ответом на каждый кадр является примитив ACK или NAK. Управление потоком на основе кредитов (ниже), примитив RRDY. SSP кадр состоит из заголовка (24 байта), данных (до 1024 байт), заполнителя (от 0 до 2 байт), CRC (4 байта).

**Порядок обмена**. Транспортный уровень также отвечает за прием SAS-фреймов с уровня портов, дизассемблирование принятых фреймов и передачу контента уровню приложений. Для гарантированной доставки данных, передаваемых по интерфейсу SAS, для каждого кадра данных, полученных целевым устройством, генерируется квитанция о принятии, либо непринятии кадра. Инициатор, после отправки кадра, ожидает квитанции в течении 1 мс, если в течении этого времени пришла квитанция о принятии, то кадр считается успешно отправленным, иначе, если пришла квитанция о непринятии, либо квитанция не пришла в течении 1 мс, то кадр считается не переданным и влечет за собой закрытие соединения. Передача данных является *не блокирующей*, т.е. передатчик не ожидает приема квитанции об успешной доставки предыдущего кадра, а сразу же передает следующий. Управление потоком передачи основано на кредитах. Для того, чтобы передать кадр данных, передатчик должен иметь ненулевой кредит. Кредит передатчику выдает приемник, при этом приемник должен иметь возможность принять полноразмерный кадр данных. Значение кредита может достигать 255.

**42). Дисковые массивы**: **технология RAID, архитектура, уровни**, **отказоустойчивость**.

Ядро RAID - многопортовый контроллер, реализующий определенную логику распределения (distribution) данных и их резервных копий/контрольных кодов по подключенным к нему жестким дискам. При этом для системного ПО один массив представляется одним виртуальным диском. Контроллер также может объединить в массивы несколько массивов, создав массив второго порядка. Контроллер отвечает за распределение данных при записи (striping), сборку их при чтении (concatenating), контроль за целостностью (monitoring), восстановление массива при сбое диска/дисков (rebuilding).

**Архитектура RAID**. В общем случае RAID массив - упорядоченный определенным образом массив обычных жестких дисков (каждый из которых подключается к RAID контролеру). Специфическая архитектура зависит от уровня RAID массива. Каждый RAID контроллер поддерживает функцию JBOD – возможность подключения жестких дисков к контроллеру без создания RAID массива.

**Уровни RAID**. Стандартно описано несколько методов организации массивов, получивших название «уровни». Чем выше уровень, тем больше для него требуется аппаратных ресурсов (в том числе самих дисков) и тем лучше его свойства (отказоустойчивость + производительность).

***Cтрипы (strips)*** – последовательные блоки, на которые делится содержимое виртуального диска, сформированного контроллером из массива. ***Стрип*** – единица хранения данных на одном диске массива. Обычно размер стрипа можно задавать в настройках контроллера.

***Страйп (stripe, по аналогии bit-byte)*** – это сумма всех стрипов с каждого из дисков массива. Размер страйпа также важен, т.к. он определяет, запрос какого размера может быть выполнен параллельно всеми дисками.

**Отказоустойчивость**. HDD считаются достаточно надежными устройствами – среднее время до выхода из строя (MTTF) жестких дисков корпоративного уровня составляет порядка 1,6 миллионов часов, а вероятность появления невосстановимой ошибки (UER) благодаря использованию кодов обнаружения ошибок (EDC), кодов коррекции ошибок (ECC) – не более чем 10­–16. Между тем в реальности частота ежегодных отказов (AFR) жестких дисков оценивается примерно в 0,75 %.

***Функциональный сбой*** - выход из строя накопителя, который может обнаружить управляющий им контроллер, т.е. когда требуемые данные не могут быть прочитаны с накопителя.

***Скрытые ошибки*** дисков (UDE) - не обнаруживаемые электроникой накопителя ошибки при записи данных (UWE), когда внешне нормальная операция записи влечет нарушение данных на соседних дорожках и/или не происходит модификация оригинальных данных, и ошибки при чтении данных (URE), при неправильной интерпретации кодов коррекции ошибок.

**43). Массивы RAID 0, RAID 1, оценка надежности**.

**RAID 0 (Striping *— «чередование»*)** - распределение блоков на нескольких физических дисках для повышения скоростей записи и чтения, но без обеспечения (*striping — «чередование»*). Благодаря возможности параллельного чтения и записи может давать прирост, равный количеству дисков. Ускорение достигается в равной степени и для случайных, и для последовательных запросов. **Второй плюс** – емкость массива равна сумме всех дисков. **Недостаток –** отказоустойчивость не только не повышается, но даже снижается, причем кратно количеству дисков. Для разрушения массива достаточно выхода из строя одного диска. **Вероятность выхода из строя RAID 0**:

RAID 0 – 2 HDD; p - вероятность выхода из строя HDD; q=1-p - вероятность работоспособного состояния. A - событие выхода RAID 0 из строя.

; ;

;

;

; .

**RAID 1 (Mirroring - *«зеркалирование»*)** - **зеркалирование**, то есть запись одних и тех же данных одновременно на несколько дисков, что обеспечивает отказоустойчивость при выходе из строя любого количества дисков, пока остаётся хотя бы один работоспособный. **Преимущество** – высокая степень отказоустойчивости при минимальном использовании аппаратных средств. RAID 1 дает наивысшую скорость восстановления массива, причем эта операция легко выполняется в фоновом режиме. **Недостаток RAID 1** – потери дисковой емкости: фактически емкость массива равна емкости одного диска.

**Вероятность выхода из строя RAID 1**.

RAID 1 – 2 HDD; p - вероятность выхода из строя HDD; q=1-p - вероятность работоспособного состояния. A - событие выхода RAID 1 из строя.

; ;

.

**44). Массивы RAID 1+0, RAID 0+1, оценка надежности.**

**RAID 1+0** - вариант, когда два или более RAID 1 объединяются в RAID 0.

**Недостатки**: как и в RAID 1, теряется ровно половина дискового пространства. Обеспечивается всего лишь возрастание скорости записи. Резкое снижение отказоустойчивости при выходе из строя хотя бы одного диска.

Чтобы оценить надежность, следует применить решение задачи из предыдущего вопроса для RAID 1 не к одному диску, а к целому массиву. При этом вероятность выхода из строя RAID 0 – решение задачи из предыдущего вопроса.

**Вероятность выхода из строя RAID 0**:

RAID 0 – 2 HDD; p - вероятность выхода из строя HDD; q=1-p - вероятность работоспособного состояния. A - событие выхода RAID 0 из строя.

; ;

;

;

; .

**RAID 0+1** - вариант, когда два RAID 0 объединяются в RAID 1.

**Серьезное преимущество**: выход из строя одного из дисков приводит всего лишь к ослаблению (за счет исчезновения дубликата) одного из массивов RAID 1, в то время как остальные продолжают оставаться устойчивыми к отказам. Вероятность того, что второй отказавший диск будет из того же RAID 1, что и первый, невысока, если RAID 10 состоит из большого количества RAID 1.

**Недостаток**: большие затраты на избыточность. Поэтому этот вариант используют для массивов, состоящих из большого количества дисков.

**Вероятность выхода из строя RAID 1**.

RAID 1 – 2 HDD; p - вероятность выхода из строя HDD; q=1-p - вероятность работоспособного состояния. A - событие выхода RAID 1 из строя.

; ;

.

**45). Массивы RAID 2, RAID 3, RAID 4. Восстановление одного диска**.

**RAID2** (Bit-striping with Hamming code). В массивах такого типа диски делятся на две группы — для данных и для кодов коррекции ошибок, причем если данные хранятся на дисках, то для хранения кодов коррекции необходимо n дисков. Поток данных разбивается на слова таким образом, что количество бит в слове равно количеству дисков и при записи слова каждый отдельный бит записывается на свой диск. Для каждого слова вычисляется код коррекции ошибок, который записывается на выделенные диски для хранения контрольной информации. Их число равно количеству бит в слове контрольной суммы.

**RAID 3**.Отказоустойчивый массив с параллельной передачей данных и четностью (Parallel Transfer Disks with Parity). Данный массив использует побайтное распределение данных по дискам с дополнительным диском, используемым для хранения байтов четности. При этом предполагается строго синхронное обращение ко всем дискам, как в случае с RAID 2, однако потери на избыточность равны только одному диску вне зависимости от состава массива.

**Преимущество** – умножение скорости чтения на число дисков с данными, поскольку работают они параллельно и одновременно. **Недостаток** – невозможность параллельного выполнения нескольких запросов, т.к. для каждого блока данных используются сразу все винчестеры; сложность реализации.

**RAID 4**. Отказоустойчивый массив независимых дисков с разделяемым диском четности (Independent Data disks with shared Parity disk). Данные разбиваются на блоки, а не на байты. Для хранения блоков четности используется один и тот же диск. Ускорение доступа при чтении за счет того, что диск четности в этом случае вообще не используется. Потери на избыточность – один диск на массив, прирост скорости чтения равен числу дисков минус один. При записи требуется вычитывать весь страйп и обновлять блок четности. А т.к. все блоки четности находятся на одном диске, этот диск сразу становится узким местом, т.к. к нему приходится обращаться во время всех операций записи без исключения.

**46). Массив RAID 5. Способ восстановления данных**. **Вероятность выхода из строя RAID5**.

**RAID 5**. Массив с обеспечением отказоустойчивости за счет минимальной избыточности (требуется минимум три диска). Является наиболее часто используемым, т.к. предоставляет компромисс между отказоустойчивостью и избыточностью при возможности достижения высокого быстродействия. Для каждого страйпа вычисляется блок четности методом побитного XOR и записывается на один из дисков по очереди, что позволяет равномерно нагружать массив и осуществлять конкурентные запросы параллельно. Массив RAID 5 защищает только от выхода из строя одного диска и способен, пусть и со значительным снижением скорости, работать без него до той поры, пока не будет установлен новый винчестер. Потери на избыточность составляют ровно один диск, но в случае большого количества дисков эти потери незначительны.

Скорость работы RAID 5 при чтении так же высока, как и у RAID 0 и RAID 1. Однако скорость записи, особенно случайной, может существенно снижаться, т.к. для записи хотя бы одного стрипа приходится прочитать весь страйп и обновить блок четности. Контроллеры с достаточным объемом кэш-памяти и функцией отложенной записи могут компенсировать этот недостаток, но не до конца. Второй недостаток – сложность восстановления массива. К тому же в этот момент массив подвержен разрушению при порче второго диска.

**Восстановление данных**. Для вычисления контрольной суммы используется поразрядная операция «исключающего ИЛИ» (XOR), применяемая к записываемым блокам данных. Так, если имеется *n* жестких дисков, *d* — блок данных (страйп), то контрольная сумма рассчитывается по следующей формуле: *pn = d1*+*d2* + ... + *d1–1.* Если один из дисков, вышел из строя, его значение легко восстановить по контрольной сумме и по значениям остальных блоков с помощью операции «исключающего ИЛИ».

**Вероятность выхода из строя RAID 5**. RAID 5 – 3 HDD; p - вероятность выхода из строя HDD; q=1-p - вероятность работоспособного состояния. A - событие выхода RAID 5 из строя. ; ;

;

; .

Для N дисков: .

**47). Массив RAID6.** **Способ восстановления данных. Вероятность выхода из строя RAID 6**.

RAID 6. Похож на RAID 5, но имеет более высокую степень надежности — под контрольные суммы выделяется емкость 2-х дисков, рассчитываются 2 суммы по разным алгоритмам, причем с чередованием. Благодаря этому решается задача устойчивости к отказу сразу двух дисков, а также ускорения и защиты процесса восстановления массива при отказе одного диска. Вместе с тем скорость чтения и особенно записи снижается, если не применяется достаточно мощный контроллер. Кроме того, затраты на избыточность составляют уже два диска, а для массива необходимо не менее 4 дисков. RAID 6 реализуется только в мощных контроллерах и применяется для общих серверных задач, где высок риск потери ценных данных. Не теряет производительности при потере одного из дисков, что важно для некоторых задач.

**Вероятность выхода из строя RAID 6**. RAID6 – N HDD, p – вер. выхода из строя HDD, q=1-p – вер. работоспособного состояния, A – событие выхода RAID5 из строя. , , где q=1-p;

.

**48). Расширенные уровни RAID**: **1Е, 5Е, 5ЕЕ, 6Е. Гибридные массивы**.

**RAID 1E** существует в разных вариантах, которых объединяет общий принцип – использование распределения данных одновременно с дублированием на тех же дисках. Обычно выполняется дублирование по страйпам (каждый страйп записывается дважды), еще лучше – с переменой порядка стрипов, что дает возможность восстановить данные, если выйдут из строя более одного диска, расположенные в массиве не рядом друг с другом. Также применяется двукратная запись одного стрипа. **Преимущество**: возможность реализации на массивах с нечетным количеством дисков, что невозможно для RAID 0. Сохранены все преимущества RAID 1 (высокая степень отказоустойчивости при минимальном использовании аппаратных средств), равно как и недостатки, главный из которых – потеря 50% полезной емкости дисков на избыточность.

**Массивы RAID 5E и 6E** отличаются тем, что включают в свой состав на один диск больше, чем требуется. При этом на каждом диске создается свободная зона, которая будет использована при выходе из строя одного из дисков (виртуальный sparedisc). В процессе восстановления выполняется «компрессия» массива (с заполнением резервных зон), и на выходе получается обычный RAID 5/6. Чтобы он снова стал 5E/6E, требуется «декомпрессия» с применением нового диска. Массив RAID 5EE используется чаще, поскольку он использует распределение по дискам резервных зон в том же порядке, что и блоков четности. В итоге нагрузка на диски становится более равномерной, а процесс «компрессии» проходит значительно быстрее (восстановленный блок пропавшего диска записывается вместо предусмотренной в каждом страйпе резервной зоны). Данный массив обладает большей избыточностью (на один диск), но позволяет обойтись без резервного диска, который обычно простаивает. С другой стороны, при наличии нескольких массивов резервный диск отводится только один, что позволяет сэкономить.

**Гибридные массивы**. Если в массиве RAID имеется более 3 дисков, то появляется возможность построения гибридного, или многоуровневого массива, в котором сочетаются структуры сразу двух массивов различного типа. Это позволяет получить сумму преимуществ двух типов, но за счет усложнения логики работы и затрат на диски. Как правило, в многоуровневых массивах стараются сочетать высокое быстродействие массива типа RAID 0 и отказоустойчивостью массивов других типов. За счет применения большого количества дисков это удается сделать.

**49). Накопители на магнитной ленте. Основные характеристики**: **технология, метод сжатия, размер буфера, интерфейс. Устройства** **чт/зап**…

**Накопители на магнитной ленте**. **Преимущество**: огромная емкость. **Недостаток**: устройство не способно адресовать всю поверхность одновременно, для доступа к локальным участкам требуется перемотка ленты.

**Технология**. **Магнитная лента** - гибкая лента из того или иного материала, на которую с одной стороны нанесено покрытие из ферромагнетика. Применение вакуумного напыления позволяет надежно фиксировать покрытие (без адгезивного материала), что повышает устойчивость ленты к износу.

* **Линейная запись**: неподвижная головка формирует дорожку вдоль всей ленты.
* **Линейная запись с серпантином**: головка выполняет запись в обратном направлении, но с небольшим смещением. Таким образом, можно записать более 100 дорожек на ленту.
* **Наклонно-строчная**: пишущие головки выполняют запись диагональных штрихов, что позволяет за один проход заполнять максимальную полезную площадь ленты. Для реализации этого метода головка выполнена в виде вращающегося барабана (против направления движения ленты). **Недостаток**: значительно более быстрый износ как барабана, так и ленты.

**Форматы сжатия**. Обеспечивают среднестатистическое сжатие не менее 3:1.

LZ (Зива-Лемпела); ALDC (Advanced Lossless Data Compression – адаптивное *сжатие* данных без потерь, расширенное); *DLZ1 -* A special *compression* algorithm, known as *Digital Lempel Ziv 1*, facilitates storage and retrieval of data at high speeds and in large quantities; IDRC (Improved Data Recording Capability).

**Интерфейс**. Ленточные приводы имеют различные интерфейсы. Настольные дешевые модели обычно оснащаются USB или ATA/SATA, устройства серверного назначения – SCSI, FC-AL, SAS, Ethernet.

**Размер буфера.** Размер рабочего блока с данными задается пользователем, но имеет аппаратное ограничение, связанное с величиной буфера устройства и скоростью его работы. Размер блока влияет на вместимость ленты, так как между блоками устройство оставляет пустые промежутки (interblock gap). **Недостатки** блоков большого размера: система резервирует в памяти буферы аналогичного размера, что не особенно критично в современных системах с большими объемами оперативной памяти.

**Устройства чтения/записи на ленту. Ленточный привод** (Tape drive (он же стример (Streamer))) состоит из головки чтения/записи (фиксированной или вращающейся) и механизма захвата, натяжения и протяжки ленты (ЛПМ). Конкретное механическое устройство у ленточных приводов различается. В современных устройствах данные защищаются многоуровневыми кодами Рида-Соломона.

**Формат QIC (Quarter Inch Cartridge)** - система линейной многодорожечной (методом «серпантина») записи на ленту шириной 6.27 мм и длиной до 500 м. Картридж - пластиковая коробка с алюминиевым основанием, в которую помещены две втулки с лентой. Перемотка ленты осуществляется за счет вращения встроенного в картридж ремня, который обеспечивает сохранение натяжения ленты.

**Формат Travan**. Сегодня развитием линейки картриджей Travan занимается Imation, приводы выпускают Seagate, Exabyte, HP, IBM и др. Первые картриджи TR-1 имели емкость 400 Мб (36 дорожек), последние TR-7 (NS20) – 20 Гб (108 дорожек). Добиться такой емкости позволило применение оптической серво-системы и метода модуляции PRML.

**Формат SLR *(Scalable Linear Recording)*** – наиболее удачное развитие стандарта QIC, предпринятое компанией Tandberg. Современные картриджи SLR140 обеспечивают хранение 70 Гб (192 дорожки + 24 серво-дорожки).

**DAT (Digital Audio Tape)**, также известный как DDS (Digital Data Storage). Новые устройства благодаря особой конструкции сохранили поддержку старых кассет (DAT72, DAT40, DDS1-4). DAT использует наклонно-строчную запись с модуляцией PRML. C развитием технологии ширина дорожек постепенно уменьшалась, что позволило (при сохранении прежних габаритов и длины ленты) наращивать емкость. Ожидается появление кассет DAT320.

**50). Конструкция и принцип действия накопителей на магнитной ленте.**

**Оптическая система. Привод линзы. Сервосистема. Основные разновид**…

**Конструктивные особенности. Шпиндель** – лента накручена на втулку, для ее обработки требуется закрепить свободный конец на вращающейся втулке устройства. **Картридж** – пластиковая упаковка с одной втулкой, на которую накручена лента. Вторая втулка находится внутри устройства, привод вращает обе втулки при работе с лентой. Является развитием первого варианта. **Кассеты** – расположенные в одном корпусе две втулки с лентой.

**Принцип записи на магнитную ленту**: магнитная лента - гибкая лента из того или иного материала, на которую с одной стороны нанесено покрытие из ферромагнетика. Применение вакуумного напыления позволяет надежно фиксировать покрытие (без адгезивного материала), что повышает устойчивость ленты к износу. Запись данных на ленту выполняется в виде дорожек, разделенных зазорами.

**AIT (Advanced Intelligent Tape)** – это формат, использующий наклонно-строчную запись на ленту шириной 8 мм. Начав с 20 Гб, стандарт добрался до 400 Гб. Sony реализовала несколько оригинальных решений, включая MIC (Memory in Cassette, блок флэш-памяти) и модуляцию TCPR (Trellis Coded Partial Response). Формат SAIT (Super AIT) является дальнейшим развитием AIT.

**SAIT**. Разработка Sony: технологии, примененные в AIT, легли в основу формата с лентой ½” и картриджем с одним шпинделем. Благодаря большей ширине и длине ленты удалось существенно увеличить емкость картриджа, что позволило SAIT найти применение в серьезных центрах обработки данных.

**VXA**. **Преимущество**: повышенная надежность записи благодаря использованию пакетной, а не дорожечной записи. Каждый пакет защищен 4-уровневым кодом Рида-Соломона, что обеспечивает исключительную устойчивость к дефектам ленты. В современном варианте (создан в 2005 году) картриджи VXA-320 обеспечивают хранение 160 Гб без сжатия.

**DLT** (**Digital Linear Tape)** был создан еще компанией DEC в 1984 году, а ныне развитием стандарта занимается Quantum. Формат DLT использует линейную серпантинную запись в несколько проходов. Количество дорожек превышает 200. Особенностью DLT является применение метода SPR (Symmetric Phase Recording), при котором при каждом проходе записи головки работают с перекосом в ту или иную сторону, создавая «черепичный» рисунок, не требующий широких зазоров между дорожками.

**DAT (Digital Audio Tape)**. Создан совместно HP и Sony в 1987 году. DAT использует наклонно-строчную запись с модуляцией PRML. C развитием технологии ширина дорожек постепенно уменьшалась, что позволило (при сохранении прежних габаритов и длины ленты) наращивать емкость. Ожидается появление кассет DAT320.

**LTO (Linear Tape Open)** создан в 1997 году группой компаний HP, IBM и Seagate. Формат LTO имеет целью постепенно вытеснить с рынка все проприетарные форматы лент, используемые для систем резервного копирования и архивирования верхнего ценового диапазона.

**Ultrium и Accelis**. Изначально консорциум LTO определил два вектора развития: *Accelis* – высокоскоростные ленточные накопители на основе кассет с 8 мм лентой и линейным методом записи. *Ultrium* – ленточные накопители повышенной емкости на основе картриджей с одной втулкой и лентой шириной ½” (12.7 мм).

**LTO Ultrium** - на ленту шириной ½” запись выполняется линейным серпантинным способом при помощи головки с 8 или 16 (начиная с LTO-3) элементами. Поверхность ленты разделена на 4 полосы (каждая по ширине головки), между которыми находятся серво-поля для точного выравнивания головки по границе поля. Запись на ленту производится в несколько проходов с контролем качества непосредственно во время записи.

**Автозагрузчики** - устройство, способное выполнять смену картриджей. Обычно автозагрузчик - робот, способный по одному перемещать картриджи из слотов в лоток ленточного привода и обратно по сигналам хоста. Автозагрузчики часто используются в качестве последнего уровня иерархической системы хранения – они обрабатывают редко используемые файлы большого объема.

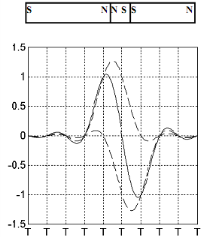
**Ленточная библиотека** ***–*** это автоматизированное устройство доступа к большому количеству ленточных картриджей. Оно является полностью автономным, обычно входит в состав иерархической системы хранения данных (HSM) или сети хранения данных (SAN). В состав библиотеки входят стеллажи с картриджами, помеченными штрих-кодами. Робот выполняет сканирование кодов для поиска требуемого картриджа.

**51). PRML-кодирование. Блок-диаграмма канала PR4.** **Блок-диаграмма системы PRML. Форма сигнала и магнитные поля. ML-детектор vs порог. де**

**Технология PRML** (Partial-Response, Maximum-Likelihood - максимальное правдоподобие при неполном отклике). Контроллер анализирует поток данных с головки посредством фильтрации, обработки и алгоритма определения (элемент частичного определения), а затем предсказывает последовательность битов, которые этот поток данных наилучшим образом представляет (элемент максимального правдоподобия). Позволяет повысить плотность расположения зон смены знака на диске в среднем на 40% и на столько же увеличить емкость носителя. Увеличение плотности записи приводит к тому, что пиковые значения напряжения при считывании данных могут накладываться друг на друга.

**Блок-диаграмма канала PR4**. **Блок-диаграмма системы PRML**.

**Форма сигнала и магнитные поля**.

 ****

**52). Накопители на оптических дисках. Принцип действия, методы фокусировки. Модуляция и кодирование данных. Основные разнови-сти…**

**Накопитель на оптических дисках** (Optical Disc Drive, ODD). Оптические диски остаются наиболее дешевыми из всех носителей по соотношению «цена/емкость» (если не учитывать стоимость привода). Благодаря этому они применяются во многих сферах, включая Enterprise (особенно для архивирования), автомобильную, портативную и бытовую электронику, запись и тиражирование аудио- и видеопродукции.

**Принцип действия, методы фокусировки**: принцип регистрации интенсивности лазерного луча, отраженного от рельефной поверхности. Для записи информации применяется принцип «выжигания» органического вещества или изменения фазового состояния вещества (перезаписываемые диски), расположенного над плоским отражающим слоем. Отражающий и другие слои располагаются в глубине диска, изготовленного из поликарбоната. Метод фокусировки: метод астигматизма пучка использует свойство лазерного луча, прошедшего через астигматическую (цилиндрическую) линзу, изменяя форму пучка в зависимости от расстояния до плоскости наблюдения.

**Модуляция и кодирование данных**: особенность формирования сигнала на поверхности оптического диска учтена при выборе методики модуляции и кодирования информации. Для нейтрализации возможных дефектов применяется двухуровневая схема избыточности с добавлением контрольных сумм. Для нейтрализации протяженных дефектов блоки данных перемежаются с достаточно большим шагом. Байты данных преобразуются в 14-битные символы, в которых группы единиц разделены некоторым количеством нулей. При этом единица соответствует потере сигнала (рассеиванию на пите), нули – отражению сигнала. Символы данных организуются в канальные кадры (CD) или секторы (DVD, BD).

**Основные разновидности оптических дисков (CD, DVD, BD, UDO)**… Диск CD считывается и записывается лазером инфракрасного диапазона. Глубина питов подобрана так, чтобы можно было использ. любой из методов авто-фокусировки и треккинга. Толщина прозрачного слоя составляет почти всю толщину диска, что обеспечивает защиту даже от глубоких царапин, но очень уязвим с обратной стороны для коррозии.

DVD:

* + Длина волны лазера уменьшена до 650 нм (красный диапазон).
  + Толщина субстрата уменьшена вдвое – до 0.6 мм, обычный DVD всегда является двухслойным.
  + Ширина дорожек (track pitch) уменьшена до 0.74 мкм.
  + Высота питов увеличена до λ/4 (0.16 мкм).

**Диск CD-ROM** изготавливается из поликарбонатного субстрата толщиной 1.2 мм, на котором методом литья формируется рельеф, напыляется слой алюминия и наносится лак. **Диски DVD** изготавливаются похожим образом, но на субстрате толщиной 0.6 мм, две подложки склеиваются (обычно с помощью чувствительной к UV резины). **Двухслойный диск BD-ROM** содержит первый слой на глубине 75 мкм, слой-разделитель (spacer) толщиной 25 мкм и второй слой (на глубине 100 мкм относительно поверхности). Производство двухслойных дисков существенно усложняется, поскольку рельеф второго слоя приходится выполнять методом штамповки на разделителе. Поэтому спецификация допускает два варианта формирования питов – над поверхностью или под поверхностью (выпуклые и вогнутые), для верхнего слоя применяется первый.

**53). Принцип действия магнито-оптического накопителя. Основные разновидности магнито-оптических дисков. Альтернативные носители…**

**Принцип действия магнито-оптического накопителя**. В устройствах МО используется и лазерная, и электромагнитная головки, но по разные стороны носителя и для разных целей. В процессе записи локальные участки носителя нагреваются лазером высокой мощности до точки Кюри (обычно 200-300 °С), когда они становятся восприимчивыми воздействию внешнего магнитного поля. Это поле воздействует с обратной стороны носителя, головка имеет вид управляемого постоянного магнита. В процессе чтения дорожки облучаются лазером низкой мощности, прошедшим через поляризатор. Согласно явлению Керра намагниченные участки поверхности способны поворачивать плоскость поляризации луча в ту или иную сторону. Факт поворота фиксируется фотоприёмником, расположенным на оптической головке.

**Твердотельный накопитель (SSD, solid-state drive)** — компьютерное немеханическое запоминающее устройство на основе микросхем памяти. Кроме них, SSD содержит управляющий контроллер. Различают два вида твердотельных накопителей: SSD на основе памяти, подобной оперативной памяти компьютеров, и SSD на основе флеш-памяти.

**Недостатки**: NAND SSD — ограниченное количество циклов перезаписи. Подпроблема совместимости SSD накопителей с устаревшими и даже многими актуальными версиями ОС семейства Microsoft Windows, которые не учитывают специфику SSD накопителей и дополнительно изнашивают их.

**Преимущества**: Отсутствие движущихся частей (Высокая механическая стойкость, Полное отсутствие шума). Высокая скорость чтения/записи, нередко превосходящая пропускную способность интерфейса жесткого диска. Низкое энергопотребление.

**Ferroelectric RAM** - сегнетоэлектрическая оперативная память — оперативная память, по своему устройству схожая с DRAM, но использующая слой сегнетоэлектрика вместо диэлектрического слоя для обеспечения энергонезависимости. **Преимущества**: низкое энергопотребление; быстрая запись информации; существенно увеличенное максимальное число циклов перезаписи. **Недостатки**: гораздо более низкую плотность размещения информации; ограниченную ёмкость накопителей; более высокую стоимость.

**PRAM** (Phase-change memory - память на основе фазового перехода) — новый тип энергонезависимой памяти. PRAM основывается на уникальном поведении халькогенида, который при нагреве может «переключаться» между двумя состояниями: кристаллическим и аморфным.

**MRAM** (Магниторезистивная оперативная память - magnetoresistive random-access memory) - запоминающее устройство с произвольным доступом, которое хранит информацию при помощи магнитных моментов, а не электрических зарядов. Преимущество: энергонезависимость, то есть способность сохранять записанную информацию при отсутствии внешнего питания.

**54). Компакт-диск (CD). Особенности, структура данных, форматы.** **Формат CD-DA. Структура CD-ROM. Файловые системы. Интерфейс ATAPI.**

**Компакт-диск (CD)**. Диск CD считывается и записывается лазером инфракрасного диапазона. Глубина питов подобрана так, чтобы можно было исп. любой из методов авто-фокусировки и треккинга. Толщина прозрачного слоя составляет практически всю толщину диска, что обеспечивает защиту даже от глубоких царапин и очень уязвим с обратной стороны для коррозии.

На CD данные хранятся в виде выборок (сэмплов) цифрового стереозвука 16 бит, полученные с частотой 44.1 кГц. Хранение данных общего назначения выполняется в том же формате, только вместо выборок используются слова данных. (16 бит word). В ходе работы над стандартами были последовательно выпущены несколько спецификаций:

CD-DA (DigitalAudio), аудиодиск, который хранит цифровой звук в формате 44 КГц/16 бит. CD-ROM, диск с данными общего вида. Записываемые (CD-R) и перезаписываемые (CD-RW) диски.

**Формат CD-DA** предусматривает следующие зоны диска: вводная зона (Lead-in), до 4500 секторов. Выводная зона (Lead-out), до 6750 секторов. Треки длиной не менее 300 секторов, их число – не более 99.

**CD-ROM**. Размер сектора CD-ROM составляет 2352 байта, из них 2048 отведено под данные. Существует вариант без кодов ECC/EDC (сектор Mode2), когда 2336 байт отведено под данные. Сектор формата Mode 2, используемый для видео- и мультимедиа-дисков, не имеет кодов CRC/ECC, поскольку данные не критичны к ошибкам.

**Основной файловой системой** для CD-ROM/-R/-RW является ISO 9660: формат имеет несколько строгих ограничений: имя файла, до 8 уровней вложенности, ограничен набор символов в именах. Файловая система Joliet является расширением ISO 9660, созданным Microsoft для обхода множества ограничений: длина имени увеличена до 64 символов, допустимы длинные имена до 255 символов. Имя кодируется в Unicode. Существует вариант ISO 9660, поддерживаемый Unix-системами – RockBridge. На дисках, отформатированных для MacOS, применяется файловая система HFS.

**Пакетный протокол ATAPI** (**ATAP**acket**I**nterface) - стандарт, созданный для возможности подключения CD-ROM к стандартному разъему ATA, что упростило подключение CD-ROM и позволило снизить их стоимость. ATAPI – расширение интерфейса ATA, фактически это метод передачи команд SCSI по интерфейсу ATA. Реализуется посредством команд чтения/записи пакетов данных, сформированных в соответствие с форматом SCSI.

**55.1). Формат DVD. Особенности технологии DVD в сравнении с CD…**

**Формат DVD**. С 1997 формат однократно записываемого диска DVD-R и перезаписывамый диск DVD-RAM, оба – уменьшенной емкости. С 1999 формат DVD-RW, а также DVD-Video и DVD-Audio.С 2000 формат DVD+RW, годом позже – DVD+R. Двухслойные диски DVD+R Dual Layer (DVD+R9).

**Особенности технологии DVD в сравнении с CD**: Толщина субстрата уменьшена вдвое – до 0.6 мм, обычный DVD всегда является двухслойным. Ширина дорожек (trackpitch) уменьшена до 0.74 мкм. Высота питов увеличена до λ/4 (0.16 мкм). Емкость одного слоя DVD составляет 4.7 Гб:

**Двухслойные диски DVD**. Собственно информационный слой наносится специальным методом в два слоя, что увеличивает ёмкость в 2 раза.

**Варианты дисков DVD-ROM**.Базовый вариант - однослойный диск, у которого только одна половина содержит один информационный слой. Неофициальное название – DVD-5. Двухсторонний равен сумме двух односторонних дисков (DVD-10). Двухслойные диски бывают односторонними (DVD-9) и двухсторонними (DVD-18).

**Формат сектора DVD**. Данные о типе и содержании мультимедиа-контента хранится в файловой системе и внутренней структуре файлов, а не на физическом уровне. Единица хранения данных – сектор с 2048 байт полезной нагрузки. Каждый сектор состоит из: ID (4 байта), в котором хранится адрес сектора (3 байта) и служебный байт. ECC-коды для ID (2 байта). Служебные коды (6 байт). 2048 байт данных (DataFrame, канальный кадр). EDC-коды для данных (4 байта).

**Избыточное кодирование.**Возникновение повторяющихся последовательностей бит мешает системе слежения за дорожкой. Их нужно исключить путем перемешивания – скрэмблирования. Байты данных скрэмблируются по одному из 16 шаблонов, которые циклически повторяются; в качестве начального значения цикла берутся старшие 4 бита первого байта ID, тем самым шаблон повторяется через 16х16=256 секторов.

**Схема кодирования**.



**ECC блок**. 16 последовательно расположенные ScrambledFrames образуют ECC блок, который можно представить в виде матрицы 192 х 172 (192 строки по 172 байта в каждой.

**Блок RecordingFrame**.Формируется путем чередования строк матрицы: строки, содержащие данные (первые 192 строки), чередуются со строками, содержащими корректирующий код (последние 16 строк) так, что после 12 строк данных следует строка корректирующего кода. Таким образом 37856 байт ECC блока преобразуются в 16 блоков RecordingFrames по 2366 байт каждый. Блок RecordingFrame - матрица 13 х 182 (13 строк по 182 байта в каждой).

**Кодирование EFM+ (8b16b)**. 8 бит каждого RecordingFrame трансформируются в 16-ти битное кодовое слово (CodeWords) так, чтобы между двумя единичными битами было не меньше двух, но не более десяти нулевых бит. Этот код называется RLL(2,10). Затем кодовое слово конвертируется в 16 канальных битов (Channelbits) при помощи NRZI-конвертора (NRZI – NonReturntoZeroInverted). Каждый байт заменяется на 16 канальных бит согласно методу EFM+ (8b16b).

**55.2).** **Коды синхронизации. Формат Physical Sector. Файловая система UDF..**

**Коды синхронизации**. Для обеспечения корректной синхронизации и подстройки частоты требуется добавление битовых последовательностей специального вида, не встречающихся в данных. Кодовая последовательность из 32 бит вставляется для каждой полустроки канального кадра, которая состоит из 91 байт данных (1456 канальных бит). Формат синхропоследовательности: AAA\*\*\*\*\*\*\*0001000000000000010001, где ААА – комбинация для исключения недопустимой последовательности, \*\*\*\*\*\*\* - одна из 7 комбинаций.

**Формат PhysicalSector**.Промодулированный RecordingFrame преобразуется в физический сектор (PhysicalSector) путем разделения каждой строки на две равные части размером 91 байт (каждый байт расширяется до 16 бит за счет модуляции), и добавления к каждой части кода синхронизации SYNCCode. Первая строка RecordingFrame преобразуется в первую строку PhysicalSector, вторая во вторую и т.д.

**Файловая система UDF.** Данная ФС является подходящей для любых сменных носителей и обладающей поддержкой множества функций, присущих другим ФС: разделы объемом до 8 Тб, 64-битный размер файла; длинные и Unicode-имена файлов; именованные потоки. UDF предполагает разделение носителя на разделы различного типа. Самым простым является раздел Type 1 (непрерывный массив блоков по 512 или 2048 байт). Каждый файл имеет описатель (FileEntry) размером в один блок (в нем описаны начальные блоки всех фрагментов файла), на описатели ссылаются каталоги – файлы со ссылками переменной длины. При этом на один описатель может быть несколько ссылок, а число описателей не ограничено. У раздела имеется также битовая таблица (bitmap), указывающая на свободные блоки. Адреса блоков – логические, отсчитываются от начала раздела.

**DVD-Video**. Диск DVD-Video содержит цифровой поток презентационных данных (видео, аудио, текст – субтитры, караоке), комбинированный с навигационной информацией. Данные объединены в пакеты по 2048 байт согласно стандарту MPEG2. Суммарный поток данных не превышает 10.08 Мбит/с. Текстовые и графические данные: до 32 потоков, до 16 цветов, сжатие RLE, накладываются поверх видеопотока, имеют атрибут языка.

**Форматы DVD-R/RW**.По структуре и физическим параметрам полностью соответствуют DVD-ROM, могут записываться как DVD-Video и DVD-Audio, корректно опознаются устройствами. Структура диска DVD-R/RW содержит штампованную информационную зону с информацией о носителе. Адресная информация записана в виде штампованныхпитов (pre-pits), прерывающих дорожки (groove).

**DVD+R/RW**. Обеспечивает худшую совместимость с DVD-устройствами, но обладает лучшей защищенностью от помех и более экономным расходом объема диска при мультисессионной записи.

**DVD-RAM**. Первый и не совместимый с DVD-ROM формат перезаписываемых дисков. Обеспечивает ту же емкость, но более высокую надежность перезаписи и хранения данных. Оптимизирован для DVD-рекордеров и устройств архивирования.

**Двухслойные записываемые диски**.Диски DVD+R9 (DVD+RDL) содержат два отражающих слоя, поверх которых нанесен органический краситель (organicdye). Фокусируясь на первом или втором слое, лазер повышенной мощности может выполнять запись, как на обычном DVD+R.

**56). Формат Blu-ray Disc. Особенности технологии BD. Оптическая головка (PUH)…**

**Формат Blu-rayDisc**. Полупроводниковый лазер InGaN имеет длину волны около 400 нм (обычно 405 нм), что приходится на **сине**-фиолетовую часть видимого спектра.

**Особенности технологии BD**. Применение лазера с длиной волны 405 нм – логичный шаг в сторону повышения плотности, поскольку минимально достижимый размер пятна лазера прямо пропорционален длине волны излучения. При этом 400 нм является теоретически достижимым пределом, так как при дальнейшем уменьшении длины волны проявляются квантовые артефакты потери прозрачности некоторых оптических сред, в том числе поликарбоната, из которого изготавливают оптические диски.

**Оптическая головка (PUH)**. Приводы BD должны работать не только с дисками BD, но и с DVD и CD, для которых требуются иные параметры оптики. Универсальная головка (PUH) снабжена трехдиапазонным лазером и фокусирующей линзой с коррекцией числовой апертуры.

**Проблемы тонкого слоя**. Толщина прозрачного слоя над несущим слоем была одним из ключевых преимуществ CD. Пятно лазера на поверхности диска в несколько раз больше пятна на несущем слое, а значит, все дефекты находятся вне фокуса, и их энергия рассредоточена в пространстве, а потому мало влияет на полезный сигнал. У BD толщина слоя более чем в 10 раз меньше, что порождает проблемы: даже небольшие царапины могут повредить несущий слой; пятно лазера на поверхности соизмеримо с пятном на несущем слое, а значит, влияние пыли и дефектов на качество сигнала ощутимо.

**Диск BD-ROM**. Разработчики выбирали между двумя методами – нанесения рельефа на 0.1 мм субстрат и на 1.1 субстрат. В первом случае сложность связана с малой толщиной субстрата, во втором – с напылением алюминия с другой стороны и с формированием защитного слоя поверх субстрата. В итоге был выбран второй способ, с несколькими вариантами реализации.

**Диск BD-R**. Первоначально стандарт BD-R предполагал использование неорганического записываемого слоя, состоящего из слоев медного сплава и кремния. При нагреве два слоя вступают в химическую реакцию, образуя CuSi-сплав, который обладает низкой отражающей способностью. Данный метод обеспечивает высокое качество записи, но требует применения более сложной технологии производства.

**Аппаратная схема управления дефектами**. Записываемые диски BD-R реализуют аппаратную схему управления дефектами, которая применяется также для «логической перезаписи» (LogicalOver-write, LOW) для имитации работы с перезаписываемым носителем. Схема управления дефектами предусматривает наличие зон резервных секторов в начале (InnerSpareArea, ISA) и в конце (OuterSpareArea, OSA) каждого слоя диска, а также в вводной и выводной зонах.

**Логическая структура и файловая система.** Интересная особенность BD заключается в том, что на диске имеются специальные зоны для хранения метаданных и вспомогательных файлов для видео. Формирование этих зон осуществляется за счет механизма разделов UDF. Размер физического сектора на BD составляет 2 Кб, однако запись возможна пакетами по 64 Кб (особенность механизма внедрения кодов ECC).

**Прикладной формат BD-MV.** Формат BD создавался, подобно DVD, с прицелом на использование для распространение лицензионного видео. Поэтому в рамках стандарта был разработан прикладной формат BD-MV, описывающий содержимое диска с киновидеопродукцией.

**57). Графическая карта, архитектура, интерфейсы подключения…**

**Графическая карта, архитектура, интерфейсы подключения**.

Шина AGP уступила место шине PCIExpress, которая допускает масштабирование путем наращивания количества каналов между портом и устройством (применяется PCIExpress x16). Встроенная графическая карта обычно подключается к контроллеру памяти по внутреннему интерфейсу, но может быть реализована та или иная шина «на кристалле». Внешние видеокарты с интерфейсом USB являются «виртуальными», поскольку реальная обработка данных выполняется программно. Варианты с интерфейсом PCIExpress пока не получили распространения ввиду проблем с реализацией внешнего интерфейса.

**Графический процессор.** Занимается расчётами выводимого изображения, освобождая от этой обязанности центральный процессор, производит расчёты для обработки команд трёхмерной графики. Сегодня различают три независимых компонента графического процессора. 3D-процессор – наиболее сложная часть видеокарты, отвечает за 3D-рендеринг изображений. Сегодня он представляет собой связку блоков фиксированной обработки и универсальных ALU. 2D-процессор – наиболее простая и практически не развивающаяся часть, постепенно ее функции берет на себя 3D-процессор. Видеопроцессор – обработка видеоданных различного формата, формирование оверлея. Для декомпрессии видеоданных и дополнительной фильтрации может использовать ALU (собственные или 3D-процессора).

**Графический контроллер.** Обработка команд от хоста и формирование буфера кадра в растровом формате в видеопамяти, даёт команды RAMDAC на формирование сигналов развёртки для монитора и осуществляет обработку запросов центрального процессора. Кроме этого, обычно присутствуют контроллер внешней шины данных (например, PCI или AGP), контроллер внутренней шины данных и контроллер видеопамяти.

**Видеопамять.** Выполняет роль кадрового буфера, в котором хранится изображение, генерируемое и постоянно изменяемое графическим процессором и выводимое на экран монитора, хранятся промежуточные невидимые на экране элементы изображения и другие данные.

Видеопамять бывает нескольких типов, различающихся по скорости доступа и рабочей частоте. Современные видеокарты комплектуются памятью типа DDR, GDDR2, GDDR3, GDDR4 и GDDR5.

**3D-процессор.** Это сложное устройство, сочетающее специализированные блоки и универсальные вычислительные блоки (ALU), управляемые сложным диспетчером. Количество ALU может превышать несколько тысяч. Однако единого подхода к архитектуре пока нет, ALU могут быть как векторными суперскалярными, так и обычными скалярными. Специальные блоки 3D-процессора можно поделить на блоки: геометрической обработки, текстурирования, фильтрации, пост-обработки.

**2D-процессор.** Используется для аппаратного ускорения GUI. Основные функции: Прорисовка примитивов – линий, кривых, полигонов. Растеризация – вывод шрифтов, заливка, растяжение/сжатие, масштабирование. Поддержка окон и спрайтов. Поддержка курсора мыши.

**Контроллер CRT.**  Его задача – генерация сигналов доступа к видеопамяти и сигналов синхронизации интерфейса подключения дисплея. За разрешение и глубину цвета отвечает именно CRTC. К CRTC подключаются преобразователи интерфейса, часто – по два: RAMDAC для аналогового VGA, TDMS-трансивердля DVI-I (HDMI, DisplayPort), Кодер ТВ-сигнала для телевизионного выхода.

**58). Создание графического объекта. Этапы рендеринга. Шейдеры.** **Потоковый процессор (на примере NVIDIA GeForce 8800)**.

**Создание графического объекта**. Моделирование — создание трёхмерной математической модели сцены и объектов в ней. **Выполняет CPU**. Рендеринг (визуализация) — построение проекции в соответствии с выбранной физической моделью. **Выполняет GPU**. Вывод полученного изображения на устройство вывода - дисплей или принтер.

**Этапы рендеринга.** Рендеринг состоит в преобразовании 3D объекта в 2D кадр, при этом часть информации теряется, прежде всего, о глубине объекта. Чтобы сделать объект реалистичным используется ряд приемов. Для этого объекты проходят несколько стадий обработки. Самые важные стадии это: 1) создание формы (shape), 2) обтягивание текстурами, 3) освещение, 4) создание перспективы, 5) глубины резкости (depthoffield), 6) сглаживания (anti-aliasing).

**Шейдеры**. **Вершинный шейдер** оперирует расположением узлов пространственной сетки, которая формирует каркас 3D-модели. Как мы знаем, точка в 3D графике задается, как правило, набором из 4-х значений (x,y,z,w). Компонент w является масштабом. Путем программирования вершинных шейдеров можно изменять расположение объекта в пространстве и рассчитывать эффекты его освещения.

**Пиксельные шейдеры** позволяют изменить текстуру виртуальной кожи объекта, придавая ей соответствующую фактуру и цвет.

**Геометрические шейдеры** активируются при быстром приближении объекта к зрителю.добавляя изображению необходимые подробности для реализма.

**Преимущества вершинных ш-в**: Полное управление аппаратным T&L; Сложные вершинные операции аппаратно ускоряются; Попиксельное наложение карт среды может опираться на вершинные данные (pre-vertexsetup); Морфинг объектов (character morphing) и теневая проекция (shadow volume projection); Настраиваемое вершинное освещение (vertexlighting).

**Потоковый процессор.** Основной вычислительный элемент графического процессора – потоковый процессор (StreamingProcessor – SP). Количество SP на кристалле графического процессора может составлять сотни и тысячи.

128 АЛУ, которые конструктивно объединены в 8 мультипроцессоров (ядер), каждый из которых оснащен четырьмя текстурными модулями и общим L1-кэшем. Каждое ядро представляет собой два шейдерных процессора (состоящих из восьми потоковых процессоров каждый), при этом все восемь блоков имеют доступ к любому из шести L2-кэшей и к любому из шести массивов регистров общего назначения. На каждые четыре потоковых процессора приходится один текстурный блок, включающий один блок адресации текстур (TextureAddressUnit, TA) и два блока фильтрации текстур (TextureFilteringUnit, TF).

**59). Интегрированные графические устройства. Встроенная графика.** **Графическое ядро, встроенное в процессор. Эволюция, существующие стандарты и API**.

**Встроенная графика.** Отличается отсутствием локальной видеопамяти (иногда небольшой выделенный буфер используется) и применением специализированного интерфейса подключения к системной логике.

Вместо видеопамяти используется статически (или динамически, в разделяемом режиме, или оба сразу) выделенный диапазон системной памяти. Для прикладного ПО этот механизм работает прозрачно.

Наличие тех или иных блоков графического ускорителя – на усмотрение разработчиков. Помимо полноценных встроенных 3D-процессоров, имеются варианты с минимальной аппаратной реализацией специальных функций (обычно это фильтрация, выборка, текстурирование, отставка).

Тенденция последнего времени – «гибридная» графика, то есть попеременное использование дискретной и встроенной графики. Иногда допускается использование встроенного графического процессора для частичной разгрузки дискретного, но это в большинстве случаев непродуктивно.

**60). Классификация и принцип действия дисплеев на основе ЭЛТ-трубки…**

**Классификация и принцип действия дисплеев на основе ЭЛТ-трубки**. **Принцип работы**: испускаемый пушками пучок электронов модулируется по интенсивности, фокусируется, разгоняется и направляется с помощью отклоняющей системы в заданную точку поверхности стеклянной колбы. Внутренняя поверхность колбы покрыта люминофором – материалом, способным излучать свет (мгн.) при попадании электронов. Для предотвращения засветки соседних пикселей есть маска (blackmask) – лист прочного материала с отверстиями, соответствующими конкретным субпикселям. Луч электронов пробегает горизонтальную строку и по сигналу горизонтальной развертки возвращается назад, но на строку ниже. По сигналу вертикальной развертки луч возвращается в верхний левый угол.

**Устройство дисплея (векторный, запоминающий, растровый)**.

**1) Векторный**. Дисплейная программа включает команды вывода точек, отрезков, символов. Эти команды интерпретируются дисплейным процессором (ДПр), который преобразует цифровые значения в аналоговые напряжения, управляющие электронным лучом. Луч вычерчивает линии на люминофорном покрытии ЭЛТ. Полученное таким образом изображение не может храниться долго, так как светоотдача люминофора падает до нуля за несколько микросекунд. Поэтому изображение нужно обновлять – *регенерация* (не меньше 25 раз в секунду).

**2) ЗЭЛТ** позволили отказаться от буфера и регенерации. Изображение запоминается путем его однократной записи на запоминающую сетку с люминофором медленно движущимся электронным лучом. Запоминающие трубки применяются в тех случаях, когда нужно вывести большое количество отрезков и литер и когда нет необходимости в динамических операциях с изображением.

**3) Растровый**. В растровых дисплеях примитивы хранятся в памяти для регенерации в виде совокупности образующих их точек, называемых *пикселами*. Значения пикселов хранятся в битовой карте, которая и является в данном случае дисплейной программой.

**Генератор векторов** должен управлять тремя параметрами: 1)отклонением *X*; 2)отклонением *Y*; 3)интенсивностью.

**Генератор символов.** Существуют четыре способа генерации символов:

1)метод маски; 2)метод Лиссажу; 3)штриховой метод; 4)метод точечной матрицы.

**Цветоделительные маски ЭЛТ.** Для теневой решѐтки шаг маски — расстояние между двумя ближайшими отверстиями маски (соответственно, расстояние между двумя ближайшими элементами люминофора одного цвета). Для апертурной и щелевой решѐтки шаг маски определяется как расстояние по горизонтали между щелями маски (соответственно, горизонтальное расстояние между вертикальными полосами люминофора одного цвета).

**61). Жидкокристаллические дисплеи. Принцип действия (анизотропность кристалллов**,…

**Жидкокристаллические дисплеи.** Недостатки ЭЛТ: Большие габариты, особенно в глубину. Сферическая поверхность экрана. Круглый (по сечению колбы) экран. Использование высокого напряжения для разгона и отклонения электронов. Высокий уровень ЭМИ.

**Принцип действия**. В мониторах на основе ЖК используется особое вещество, которое обладает кристаллической структурой и при комнатной температуре сохраняет жидкое состояние. **Анизотропность** свойств требуется для того, чтобы вещество было способно преобразовывать свойства светового излучения, то есть работать как фильтр. Поместив вещество в отдельные ячейки, можно получить управляемые фильтры для пикселей. При этом для применения в ЖК-устройствах отобраны вещества, реагирующие на электрическое напряжение. **Виды кристаллов**: **Смектические**: продольные оси кристаллов расположены параллельно друг другу, многослойная структура. **Нематические**: продольные оси паралл., но кристаллы смещены друг относительно друга. **Холестерические**: винтовая структура при перех. от слоя к слою.

**Формируемая геометрия**: Планарная – кристаллы параллельны друг другу и плоскости подложек; Нормальная – кристаллы перпендикулярны подложкам; Твистированная – векторы подложек ортогональны, кристаллы послойно поворачиваются от одной подложки к другой.

**Технологии TwistedNematics**. Принцип действия базируется на использовании следующих свойств нематических кристаллов: выстраиваться вдоль одной оси, заданной механически; сохранять взаимную ориентацию и стремиться к ее восстановлению после снятия воздействия; выстраиваться вдоль линий напряженности электромагнитного поля; пропускать только плоскополяризованный свет и поворачивать плоскость поляризации в соответствии со своей формой; эластичность и не подверженность износу при деформациях.

**In-PlaneSwitching**. Используется планарная геометрия, а электроды нанесены на одну подложку – нижнюю. Все кристаллы выровнены вдоль одной оси, параллельной плоскости подложки. Подача напряжения вызывает поворот срединных слоев кристаллов, что приводит к смещению плоскости поляризации света и пропусканию его через верхний поляризатор.

**VerticalDomainAlignment.** Используется гомеотропная геометрия – кристаллы выстроены по оси, перпендикулярной плоскости подложек, из-за чего при отсутствии напряжения кристаллы свет не пропускают. Используется отрицательная диэлектрическая анизотропия (кристаллы не выстаиваются, а отклоняются от линий электромагн. поля).

**Конструкция ЖК-панели.** Роль жидких кристаллов – управляемый затвор, позволяющий варьировать степень пропускания света от источника освещения (лампы), а в итоге – яркость субпикселей экрана. Жидкие кристаллы заключены между двух стеклянных панелей, имеющих на внутренней стороне рельеф (насечки), выполненный из полимерного материала. На внутр. поверхностях стеклянных панелей есть: Токопроводящая матрица, обеспеч. подведение управл.сигн. к ячейкам с жидк. крист.; «Черная матрица», затеняющая элементы управления; Светофильтры над каждой ячейкой ЖК;Распорки (spacers), обычно шариковые.

Стеклянные панели с наружной стороны содержат слой поляризатора, причем ориентация плоскостей поляризации различается.

Под нижней панелью располагается модуль подсветки, состоящий из лампы, отражателя и рассеивателя. Над верхней панелью расположены защитные покрытия того или иного типа.

**Альтернативные технологии дисплеев – технология OLED.** Многослойная структура OLED состоит из: металлического катода, выделяющего электроны; промежуточных органических светоизлучающих слоев; анода, в качестве которого выступает прозрачный слой специального вещества – индий-тин-оксида (ITO), нанесенного прямо на стекло или прозрачный органический слой.

В активно-матричных OLED катодные проводники соединены с проводниками и транзисторами, отпечатанными на LTPS-панели тем же методом, что и при производстве ЖК. В пассивно-матричных OLED разводка выполнена классическим способом, управление происходит подачей шаблона на строки и сканированием столбца. Скорость обновления кадра – 60 FPS.

**Плюсы**: Не нужны лампы – матрица получается тоньше; Энергопотребление уменьшается; Улучшается цветопередача; Улучшаются углы обзора; Нет механики – уменьшается время отклика.

**Минус**: срок службы полимерных ячеек недолог, обычно не превышает 15-20 тыс. часов.

**62). Интерфейсы подключения мониторов: VGA, DVI, HDMI, UDI, DisplayPort.** **Классификация, разновидности, характеристики**.  
**VGA**. Три контакта используются для передачи аналогового сигнала трех цветовых составляющих. Еще три контакта служат в качестве обратных проводов, они заземлены и выполняют роль экрана, гасящего наводки и отражения. Два контракта задействованы под синхроимпульсы строчной и кадровой разверток.

**DVI** (DigitalVisualInterface). Он позволяет передавать цифровой сигнал по одному или двум 3-разрядным каналам, а также аналоговый сигнал VGA, сигналы DDC и питание (для получения EDID, если монитор не включен). Существуют варианты интерфейса и разъема: одноканальный и двухканальный, только цифровой DVI-D, совмещенный аналоговый и цифровой DVI-I.

**HDMI** (High-DefinitionMultimediaInterface) был создан для подключения мультимедиа-аппаратуры и ПК к широкоэкранным телевизорам и панелям. Помимо RGB, возможно кодирование YCbCr, применение большей глубины цвета и пр. Помимо видеоданных, передается также аудио в «плоском» (LPCM) или сжатом виде.

**UDI** (Unified Display Interface). Он позволит передавать сигналы видео высокого качества (HDTV), используя технологию защиты High-bandwidth Digital Content Protection (HDCP), применяемую сегодня в интерфейсах HDMI, благодаря которой, сигнал между монитором и компьютером будет проходить с соблюдением DRM, т.е. защищённый контент перехватить не удастся. Разъемами HDMI оснащены уже большинство современных HD (High Definition) устройств (мониторов, проекторов, телевизоров), а найти сегодня переходник HDMI-DVI не проблема. Внедрять UDI запланировано сначала в компьютерах, а затем и в бытовой электронике. О поддержке UDI в будущих версиях ОС Windows заявила и Microsoft.

**DisplayPort** — стандарт сигнального интерфейса для цифровых дисплеев. Принят VESA (Video Electronics Standard Association) в мае 2006, версия 1.1 принята 2 апреля 2007, а версия 1.2 принята 7 января 2010. DisplayPort предполагается к использованию в качестве наиболее современного интерфейса соединения аудио и видеоаппаратуры, в первую очередь для соединения компьютера с дисплеем, или компьютера и систем домашнего кинотеатра.

DisplayPort поддерживает HDCP версии 1.3 и имеет пропускную способность вдвое большую, чем Dual-Link DVI, низкое напряжение питания и низкие посторонние наводки. Размеры разъёма Mini DisplayPort в 10 раз меньше, чем у стандартного разъёма DVI. Технология, реализованная в DisplayPort, позволяет передавать одновременно как графические, так и аудио сигналы. Основное отличие от HDMI — более широкий канал для передачи данных (10,8 Гбит/с вместо 10,2 Гбит/с). DisplayPort 1.2 имеет максимальную скорость передачи данных 21,6 Гбит/с на расстоянии до 3 метров, что больше, чем HDMI Type B (2x10,2 Гбит/c).

**63). Проекционные устройства. Разновидности проекционных технологий…**

**Проекционные устройства**. Есть два типа устройств, использующих принцип проецирования изображения – мультимедийные проекторы типа FrontProjection и широкоэкранные телевизоры типа RearProjection. В них используются одни и те же технологии, но по-разному формируется изображение. В телевизорах типа RearProjection изображение на экране является отражением сформированной с помощью проектора картинки. Система зеркал многократно отражает картинку. Мультимедийные проекторы формируют изображение на отражающем экране, который является внешним по отношению к проектору.

**Разновидности проекционных технологий**. Проекторы отличаются типом устройства, формирующего первичное изображение, которое впоследствии с помощью лампы и оптической системы выводится в объектив.

**Есть 4 базовые технологии**: CRT – электронно-лучевая трубка; LCD – просветная ЖК-матрица; LCOS (DILA) – зеркальная матрица на основе ЖК-технологии; DLP – матрица управляемых микрозеркал.

**Лучшей считается технология DLP**: Хорошая контрастность, цветопередача и равномерность. Высокое общее качество картинки. Отсутствие «битых» пикселей. Отсутствие эффекта старения.

**Два подхода к формированию цветного изображения**. Применение субпиксельных светофильтров в проекционных устройствах невозможно, поэтому для получения цветного изображения применяют два основных подхода:

**Три раздельные матрицы**, снабженные общими светофильтрами (обычно red, green, blue). Изображения от трех матриц (по трем цветовым каналам) смешивается в оптической системе для получения полноцветной картинки. Данный метод сравнительно легко реализуется в проекторах на основе LCD.

**Разделение по цветовым** каналам по времени. Поскольку DLP-технология и так использует эффект инерции человеческого зрения, то логично применить тот же эффект для цветного изображения. Выходной световой поток проходит через сменяющиеся светофильтры, оформленные в виде колеса с 4-6 сегментами. За счет синхронизации с колесом матрица выдает несколько раздельных монохромных кадров, которые смешиваются в восприятии зрителя в один кадр.

**Мультимедийные проекторы**. **Технология LCD** ее плюс – высокая удельная яркость и невысокая стоимость матрицы.

Минусов много: «Битые» пиксели. Старение матрицы – ухудшение характеристик со временем. Низкая контрастность, несведение, неразличимость теней. **LCOS (зеркальная матрица на основе ЖК-технологии)**. Достаточно дорогостоящая технология, имеет те же минусы, что и LCD. **Плюсы** – хорошее качество, особенно цветопередача. В массовых устройствах не применяется.

**HDMI** (High-DefinitionMultimediaInterface) был создан для подключения мультимедиа-аппаратуры и ПК к широкоэкранным телевизорам и панелям. Помимо RGB, возможно кодирование YCbCr, применение большей глубины цвета и пр. Помимо видеоданных, передается также аудио в «плоском» (LPCM) или сжатом виде.

**DisplayPort** - стандарт сигнального интерфейса для цифровых дисплеев. Принят VESA (Video Electronics Standard Association) в мае 2006. DisplayPort предполагается к использованию в качестве наиболее современного интерфейса соединения аудио и видеоаппаратуры, в первую очередь для соединения компьютера с дисплеем, или компьютера и систем домашнего кинотеатра. DisplayPort поддерживает HDCP версии 1.3 и имеет пропускную способность вдвое большую, чем Dual-Link DVI, низкое напряжение питания и низкие посторонние наводки. Размеры разъёма Mini DisplayPort в 10 раз меньше, чем у стандартного разъёма DVI. Основное отличие от HDMI — более широкий канал для передачи данных (10,8 Гбит/с вместо 10,2 Гбит/с). DisplayPort 1.2 имеет максимальную скорость передачи данных 21,6 Гбит/с на расстоянии до 3 метров, что больше, чем HDMI Type B (2x10,2 Гбит/c). Также поддерживает несколько независимых потоков, пропускная способность вспомогательного канала в стандарте увеличена с 1 до 720 Мбит/с. Через интерфейс DisplayPort 1.2 можно подключить до двух мониторов, воспроизводящих картинку размером 2560 х 1600 точек с частотой 60 Гц, либо до четырёх мониторов с разрешением 1920 х 1200 точек.