



GPT и MBR



Что такое GPT

Еще некоторое время назад существовал только BIOS в качестве API, он помогал выполнять настройки компьютерного оборудования.

Но эта система была шестнадцатибитной, уже устаревшей морально.

Крупнейший производитель Intel смог создать отличную и эффективную альтернативу, получившую наименование UEFI.

Вместе с ней появилось огромное количество новшеств, среди которых выделялся GPT.

Почему не Master Boot Record?

Традиционная схема разбиения дисков на основе главной загрузочной записи (MBR) уже не может обеспечить доступ к дисковому пространству винчестера если его емкость превышает 2,2 Тб.

На сегодняшний день доступны диски на 3 Тб и более, а так же широко используются RAID-массивы еще большей ёмкости. Поэтому важно знать и понимать новые схемы разбиения дискового пространства.

Ограничения MBR:

- ☹ Система разбиения дисков на основе MBR включает большое число различных исправлений структуры данных, предназначенных для устранения ранних ограничений;
- ☹ Ограничение в 2,2 ТБ не так просто преодолеть, поскольку в MBR попросту нет свободных полей, которые можно было бы использовать для добавления дополнительных битов адресов LBA (логической адресации блоков);



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Ограничения MBR:

- ☹ Невозможность использования более четырех основных разделов;
- ☹ Проблема целостности данных (использование единой структуры данных, которая подвержена различным повреждениям, которые могут возникнуть из-за ошибок человека или сбоев оборудования).



GUID Partition Table (GPT)

Это стандартный формат размещения таблицы разделов на физическом жестком диске.

Он является частью Extensible Firmware Interface (EFI - Расширяемый Микропрограммный Интерфейс) - стандарта, предложенного Intel на смену отжившего PC BIOS.

EFI использует GPT там, где BIOS использует Master Boot Record.



Сравнение структур разделов GPT и MBR

GPT является аббревиатурой фразы GUID Partition Table, русскоязычный перевод – «таблица GUID разделов». Данная разработка представляет собой элемент UEFI, который делает ту же работу, что и MBR в BIOS - служит для указания начала и конца каждого раздела. Есть только отличие – у GPT более объемный функционал, который получилось воплотить с помощью использования 32 битных систем.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Таблица разделов GUID

- GUID Partition Table (GPT) – стандарт формата размещения таблиц разделов на жёстком диске.
- Является частью EFI (Extensible Firmware Interface), стандарта, предложенного на смену BIOS.
- EFI использует GPT, там где BIOS использует MBR (главную загрузочную запись – Master Boot Record)



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Совместимость

- Большинство современных операционных систем *поддерживают* чтение/запись с GPT-дисков
- Система может загрузиться с GPT-диска только при наличии на компьютере UEFI BIOS



Основные отличия GPT от MBR

- *Количество разделов:* MBR поддерживает только 4 раздела. (Можно создать больше разделов при использовании extended partition). GPT поддерживает до 128 разделов
- *Размер диска:* MBR поддерживает диски до 2Тб, в то время как GPT — до 9.4 ЗБ (10^{21}) или 8 ЗиБ (2^{70})
- *Порядок загрузки:* раньше BIOS загружал MBR, и в нем содержались адреса загрузчиков для каждого раздела диска. Теперь UEFI считывает GPT, находит в таблице все разделы типа efi (на них содержатся загрузчики), и подгружает их в память



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Основные отличия GPT от MBR

- *Дублирование таблицы разделов* может помочь при восстановлении таблицы (избыточность данных)
- Возможность работы с гораздо большим числом различных файловых систем
- Используются поля номера версии (ревизии) и размеров заголовка и записи раздела, что позволяет безболезненно модифицировать структуру GPT в будущих версиях



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

GUID

- Статистически уникальный 128-битный идентификатор
- Хотя уникальность каждого отдельного GUID не гарантируется, общее количество уникальных ключей настолько велико (2^{128} или $3,4028 \times 10^{38}$), что вероятность того, что в мире будут независимо сгенерированы два совпадающих ключа, крайне мала



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

GUID

- В тексте GUID записывается в виде строки из тридцати двух шестнадцатеричных цифр, разбитой на группы дефисами и окружённой фигурными скобками:
`{6F9619FF-8B86-D011-B42D-00CF4FC964FF}`



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Реализация GUID

GUID STRUCT

Data1 dd ; 4 байта

Data2 dw ; 2 байта

Data3 dw ; 2 байта

Data4 db 8 ; 8 байт

GUID ENDS

- Порядок записи байтов GUID соответствует «от младшего к старшему» (little-endian) в Data1, Data2, Data3



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

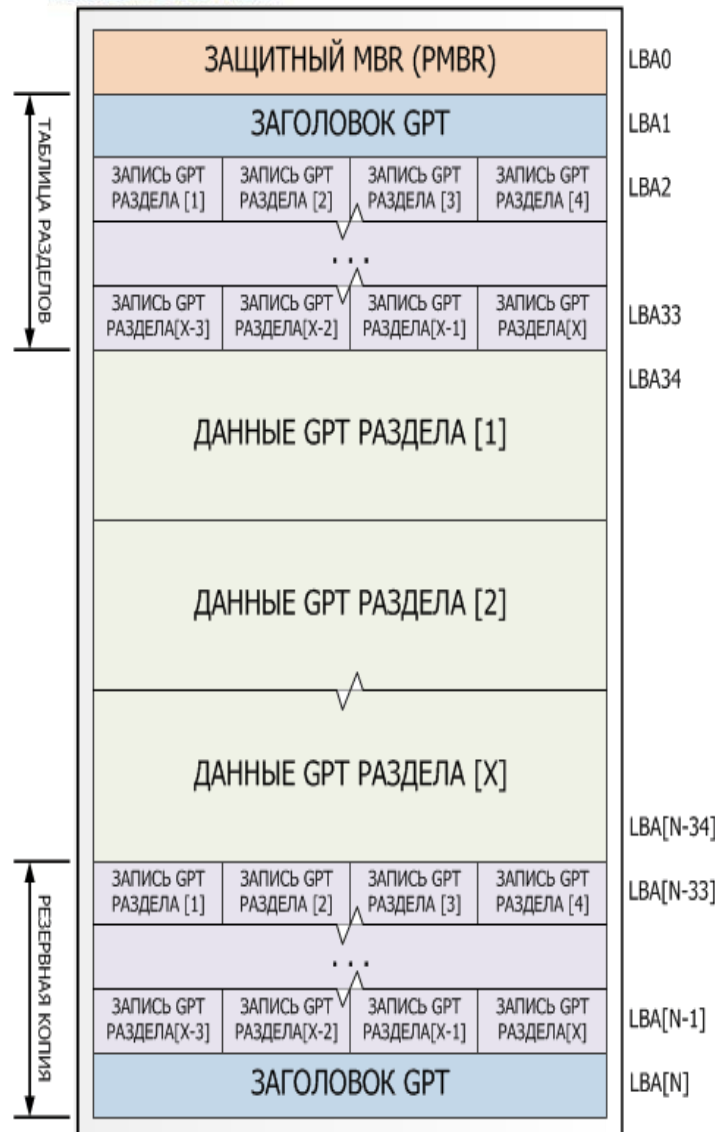
GUID

{6F9619FF-8B86-D011-B42D-
00CF4FC964FF}

0xFF19966F868B11D02DB400CF4FC964FF

ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

Структура GUID таблицы разделов

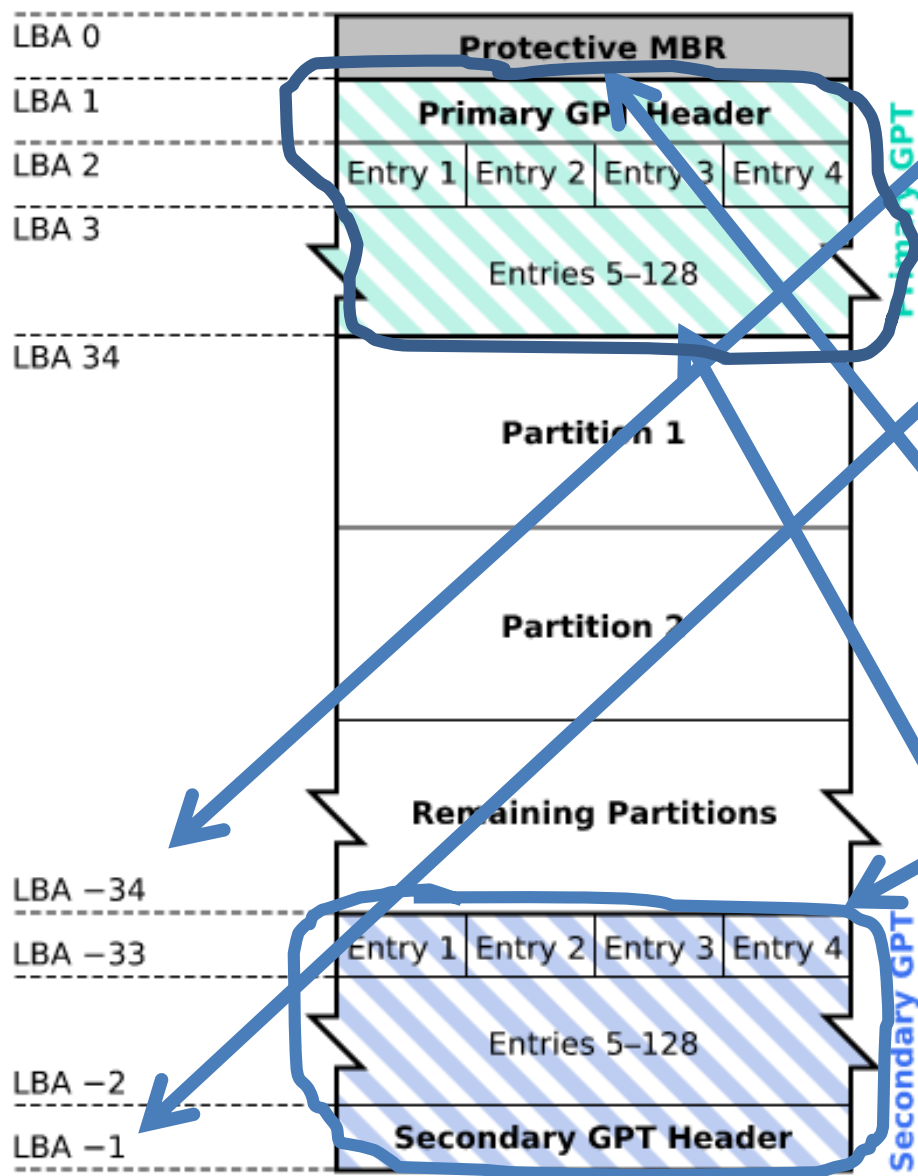


X – общее количество разделов на носителе

N – общее количество логических блоков (LBA) на носителе

LBA (англ. Logical block addressing) — механизм адресации и доступа к блоку данных на жёстком или оптическом диске, при котором системному контроллеру нет необходимости учитывать геометрию самого жесткого диска

GUID Partition Table Scheme



- Каждый логический блок имеет размер 512 байт;
- Отрицательные адреса LBA – нумерация с конца тома (диска);
- Последний адресуемый блок имеет адрес -1;
- MBR присутствует в самом начале диска (LBA 0) в целях защиты и совместимости;
- GPT обеспечивает дублирование - оглавление и таблица разделов записаны как вначале, так и в конце диска.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Защитный MBR (LBA 0)

Первый блок диска (LBA 0) обычно содержит защитный MBR

Введён для обеспечения защиты структуры диска от старого ПО, которое может работать только с MBR (например, старые версии fdisk). Старое ПО увидит лишь один раздел неизвестного типа и без свободного места, как правило ПО откажется работать с таким диском

Защитный MBR (LBA 0)

Цель помещения MBR в начало диска - защитная. MBR-ориентированные дисковые утилиты могут не распознать и даже переписать GPT диски. Во избежание этого, указывается наличие всего одного раздела, охватывающего весь GPT диск. Системный Идентификатор (System ID) для этого раздела устанавливается в значение 0xEE, указывающее, что применяется GPT. Вследствие этого EFI игнорирует MBR.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Защитный MBR (LBA 0)

Некоторые 32-битные ОС, не "умеющие" читать GPT диски, распознают этот Системный Идентификатор и представляют том в качестве недоступного GPT диска.

Более старые ОС представляют диск, как содержащий единственный раздел неизвестного типа без свободного места и отказываются модифицировать такой диск, пока пользователь явно не потребует и не подтвердит удаление данного раздела, т.о. предотвращается случайное стирание содержимого GPT диска.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Защитный MBR (LBA 0)

Поле начала равно LBA 1, поле конца LBA N, либо 0xFFFFFFFF

Тип (Partition Type) этого раздела имеет значение 0xEE, которое указывает на использование GPT, наличие единственного псевдо-раздела, покрывающего весь диск



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Избыточность

- Если первичный заголовок GPT поврежден, вместо него используется вторичный заголовок, который размещается в последнем логическом блоке диска
- Если вторичный GPT корректен, он должен быть использован для восстановления первичного GPT
- Если первый GPT корректен, а вторичный GPT неисправен, то ПО должно попытаться восстановить вторичный GPT
- Если оба GPT некорректны, то диск помечается как не содержащий корректной таблицы разделов GPT.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Заголовок GPT (LBA 1)

- Заголовок GPT содержится в блоке LBA 1, втором логическом блоке носителя
- Имеет свою копию в конце диска

Заголовок GPT (LBA 1)

Оглавление таблицы разделов указывает логические блоки на диске, которые могут быть задействованы пользователем (the usable blocks). Оно также указывает число и размер записей данных о разделах, составляющих таблицу разделов.

Например, на машине с установленной 64-битной ОС Windows Server 2003, зарезервировано 128 записей данных о разделах, каждая запись длиной 128 байт. Т.о. возможно создание 128 разделов на диске.

Заголовок GPT (LBA 1)

Оглавление содержит GUID (Globally Unique Identifier - Глобально Уникальный Идентификатор) диска. Он записывает свои размер и местоположение (всегда LBA 1), а также размер и местоположение вторичного (запасного) оглавления и таблицы разделов (всегда в последних секторах диска).

Заголовок GPT (LBA 1)

GUID содержит контрольную сумму для себя и для таблицы разделов. Контрольные суммы проверяются процессами EFI при загрузке машины. Из-за проверок контрольных сумм невозможно применение шестнадцатеричных (hex) редакторов для изменения содержимого GPT. Любое редактирование изменит контрольные суммы, после чего EFI перезапишет первичный GPT вторичным. Если же оба GPT будут содержать неверные контрольные суммы, доступ к диску станет невозможным.

Обозначение	Смещение	Размер	Описание
Signature	00h	8	Сигнатура заголовка GPT (строка символов «EFI PART», 5452415020494645h)
Revision	08h	4	Версия формата заголовка; к номеру версии спецификации UEFI она отношения не имеет. Сейчас используется первая версия заголовка, которой соответствует значение 00010000h
HeaderSize	0Ch	4	Размер заголовка GPT в байтах. Он должен превосходить 92 и не должен превышать размер сектора
HeaderCRC32	10h	4	Контрольная сумма заголовка GPT размером HeaderSize байтов. При подсчёте контрольной суммы начальное значение этого поля принимается равным нулю
Reserved	14h	4	Зарезервированное поле; должно содержать нуль
MyLBA	18h	8	LBA этой копии заголовка
AlternateLBA	20h	8	LBA другой копии заголовка
FirstUsableLBA	28h	8	LBA первого блока, с которого могут начинаться разделы этого диска
LastUsableLBA	30h	8	LBA последнего блока, после которого на диске не может быть разделов
DiskGUID	38h	16	Уникальный идентификатор (GUID) этого диска
PartitionEntryLBA	48h	8	LBA начала массива разделов диска
NumberOfPartitionEntries	50h	4	Количество записей в массиве разделов диска
SizeOfPartitionEntry	54h	4	Размер каждой записи массива разделов; должен быть кратен 8
PartitionEntryArrayCRC32	58h	4	Контрольная сумма массива разделов. Подсчёт суммы начинается с начала блока, адрес которого указан полем PartitionEntryLBA, и охватывает NumberOfPartitionEntries * SizeOfPartitionEntry байт, то есть весь массив разделов
Reserved	5Ch	Размер сектора - 5Ch	Резервная область заголовка, должна содержать нули



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Таблица разделов GPT

Обычно представляет из себя подобие массива идущих друг за другом записей о разделах, каждая из которых равна 128 байтам. Имеет свою копию в конце диска.



Обозначение	Смещение	Размер	Описание
PartitionTypeGUID	0h	16	GUID типа данного раздела. Определяет файловую систему, используемую для хранения данных в этом разделе
UniquePartitionGUID	10h	16	GUID раздела. Является уникальным идентификатором раздела и создаётся каждый раз, когда создаётся раздел
StartingLBA	20h	8	LBA первого блока данного раздела на диске
EndingLBA	28h	8	LBA последнего блока данного раздела на диске
Attributes	30h	8	Атрибуты раздела
PartitionName	38h	72	Строка в кодировке Unicode, содержащая имя данного раздела
Reserved	80h	размер записи - 80h	Неиспользуемая часть записи массива разделов



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Атрибуты разделов

Каждый раздел имеет поле атрибутов длиной 64 бита. Спецификация EFI определяет их следующим образом:

Бит	Описание
0	Признак необходимости раздела для функционирования машины. Установкой этого бита владелец/создатель раздела указывает, что без него компьютер может оказаться неработоспособным. В частности, ОС может отказаться загружаться или даже устанавливаться, если этого раздела нет. Удалять или модифицировать такой раздел может только программное обеспечение, точно знающее его назначение и функции, все остальные программы, встретив такой раздел в GPT, не должны каким-либо образом менять его
1	Когда этот бит установлен, BIOS не должна создавать для этого раздела устройство EFI_BLOCK_IO_PROTOCOL. Подробно это описано в спецификации UEFI
2–47	Зарезервировано для нужд UEFI; должны быть равны нулю
48–63	Используются для нужд разработчиков файловых систем. При изменении значений разрядов 0–47 значения этих разрядов должны сохраняться, они изменяются только программным обеспечением соответствующей файловой системы

Преимущества GPT:

- ☺ GPT работает исключительно с адресацией LBA, поэтому можно забыть обо всех проблемах, связанных с адресацией CHS (Цилиндр - Головка - Сектор);
- ☺ Дисковые указатели имеют размер в 64 бита: GPT может работать с дисками емкостью до 512×2^{64} байтов (8 зебибайтов, или 8.6 миллиардов ТиБ) при размере сектора 512 байтов;
- ☺ Структуры данных GPT хранятся на диске в двух экземплярах. Это повышает шансы на успешное восстановление данных после аппаратных сбоев или обнаружении сбойных секторов;
- ☺ Для критически важных структур данных вычисляются циклические значения проверок избыточности, что повышает шансы на обнаружение поврежденных данных;

Преимущества GPT:

- ☺ GPT хранит все разделы в единой резервируемой таблице разделов: нет необходимости использовать расширенные или логические разделы;
- ☺ Использует для идентификации раздела 16-байтовый глобальный уникальный идентификатор: снижение вероятности коллизий, связанных с типом разделов;
- ☺ GPT позволяет использовать удобочитаемые имена разделов.

Основная проблема

Основной проблемой GPT является проблема совместимости: таблица разделов GPT должна поддерживаться всеми низкоуровневыми дисковыми утилитами и операционными системами.

Поддержка GPT должна присутствовать на уровне следующих трех категорий программного обеспечения: ядро, загрузчик и низкоуровневые утилиты для работы с диском.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

GUID - примеры

- Microsoft Basic Data Partition (эквивалентно NTFS, exFAT, FAT32, FAT16 и др. в MBR)
{EBD0A0A2-B9E5-4433-87C0-68B6B72699C7}
- Раздел /home в Linux
{933AC7E1-2EB4-4F13-B844-0E14E2AEF915}



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

GUID - примеры

- Раздел HFS+ на компьютерах Mac
{48465300-0000-11AA-AA11-00306543ECAC}
- Системный раздел EFI
{C12A7328-F81F-11D2-BA4B-00A0C93EC93B}



Разделы GPT

Данные разделов размещены начиная с блока LBA34.
Разделы идут друг за другом практически до конца диска, то есть до блоков, занятых копиями таблицы разделов GPT и заголовка GPT.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Копия таблицы разделов

- Размещается в блоках LBA(N-33) — LBA(N-1)
- Если отсчет вести с конца диска, то следует сразу за копией заголовка GPT



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Копия заголовка GPT

- Этот заголовок имеет своё значение поля 'MyLBA', 'AlternativeLBA' (значения полей инвертированы) и свою контрольную сумму
- Размещается в LBA(N)



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Сравнение структур разделов GPT и MBR

BIOS vs UEFI

#UnhappyGhost

Bootling Old Way



Bootling New Way





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Емкость современных ЖД

Самые емкие жесткие диски для настольного компьютера и сервера Seagate ST14000DM001 его ёмкость составляет 14 Тб! Настолько вместительный накопитель может потребоваться для установки в сервер, на котором содержится множество сайтов. Стоимость данной модели достигает 40 тыс. руб. Впрочем, длительная гарантия и надежная сборка это защита от неполадок.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Емкость современных ЖД

В отличие от менее ёмких собратьев, Seagate ST14000DM001 имеет 256 Мб буферной памяти. Ещё нельзя не заметить, что обычная конструкция сделала бы доступ к той или иной информации крайне долгим. В связи с этим производитель встроил сюда 16 головок. Остается только удивляться тому, как такое их количество уместилось в традиционном 3,5-дюймовом форм-факторе.



Емкость современных ЖД

Скорость вращения составляет 7200 оборотов в минуту. Это максимум для стабильной работы современного жесткого диска — превышать этот параметр пока никто не рискует, так как однажды это может привести к физическому разрыву магнитной пластины. Изделие подключается к компьютеру посредством 6-гигабитного разъема SATA. Максимально данные считываются на скорости 600 Мб/с. Добиться такого параметра удалось именно за счет использования большего количества головок. Получается, что по скорости чтения данных этот жесткий диск сравним со среднебюджетными SSD-накопителями!



Емкость современных ЖД

Данной модели требуется корпус компьютера или сервера с хорошим охлаждением. Если его температура достигнет 60°C , то возможно экстренное отключение. В остальном же это типичный жесткий диск. Во время своей работы он шумит, но не сильно — соответствующие замеры показали не превышение отметки в 28 дБ.

Ударостойкость здесь достаточно высока, хотя в этом плане устройство тоже уступает твердотельным накопителям. Что касается среднего времени задержки, то оно достигает только 4,16 мс.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ИСТОЧНИКИ

1. Чем GPT диск отличается от MBR, что это такое
<https://it-tehnik.ru/hardware/gpt.html>
2. 9 самых ёмких жёстких дисков
<https://expertology.ru/9-samykh-yemkikh-zhyestkikh-diskov/>
<https://expertology.ru/9-samykh-yemkikh-zhyestkikh-diskov/>