



Внутренние накопители: смена парадигмы?

Максим Белоус, Олег Денисов

Данные постепенно перебираются в облака, но емкие и быстрые накопители для локального хранения информации по-прежнему остаются актуальными. В нашем очередном обзоре внутренних устройств хранения данных для традиционных x86-систем — 17 НЖМД и SSD с интерфейсами SATA, PCIe и M.2.



Пиктограмма, которая в самых разных программных интерфейсах обозначает действие «Сохранить» (файл, документ, изменения и т. п.) чаще всего, по традиции, представляет собой стилизованное изображение дискеты. Иногда дошедшей почти до наших дней 3,5-дюйм с характерным скошенным уголком, иногда более архаичной 5,25-дюйм с не менее характерными центральным круглым отверстием и овальным радиальным окошком в конверте.

Почему процедуру записи данных символизирует именно дискета — сменный компьютерный носитель информации? Гораздо логичнее было бы использовать пиктограмму жесткого диска, разве нет? Так вопрос могут ставить лишь те компьютерные энтузиасты, которые не застали еще компьютеры *вовсе без внутренних хранилищ данных*, оборудованные лишь флоппи-накопителями. ДВК-2М, скажем (о, ностальгия!).

Сейчас это представляется странным, но совсем недавно и 40-Мбайт НЖМД (*мега*, не гига!) воспринимался как очень емкий. Прогресс в области высоких технологий демонстрирует на протяжении последнего полувека такие отчаянные темпы, что историческая память оказывается весьма короткой даже у самых горячих поклонников нового «железа». Может статься, что и сами жесткие диски через десяток лет окажутся полузабыты, как и дискеты, — по крайней мере, широкой публикой; как позабыты ею сегодня до сих пор активно используемые архивные ленточные кассеты. Вполне вероятно, что именно к тому времени пиктограмма «Сохранить» будет больше напоминать именно жесткий диск, а не дискету.

Время менять коней

Нынешний, 2016-й, год многими экспертами рынка компьютерных накопителей воспринимается как период своего рода затишья перед бурей; как последний год эпохи более или менее поступательного, эволюционного развития технологий хранения данных. 2017-й обещает, по мнению этих экспертов, сделаться по-настоящему революционным водоразделом между современными и перспективными способами фиксации информации на физических носителях. Безусловно, с последним ударом новогодних курантов активно используемые ныне технологии не превратятся в тыкву. Однако эстафетную палочку у них примут новые, которые как раз в 2017 г. их разработчики рассчитывают более или менее массово воплотить в готовых к коммерческому выпуску решениях.

Сразу оговоримся, что речь не идет о принципиально новых технологических решениях вроде перехода к перпендикулярной магнитной записи в НЖМД или оснащения SSD интерфейсами с пропускной способностью целых четырех линий PCIe 3.0. Подобные изменения вполне можно считать эволюционными, поскольку они реализуются в границах уже существующих парадигм и всего лишь делают уже известные способы сохранения данных более эффективными — скоростными, малоэнергоемкими и т. п.

Технологии же в области хранения данных, которые с большей вероятностью принесет с собой 2017-й, куда более амбициозны. Они сулят изменение ключевых ныне принципов размещения информации на физических носителях и доступа к ней. Наиболее серьезные

В обзоре:

SSD с интерфейсом PCIe

OCZ RVD400-M22280-512G PCIe NVMe M.2 SSD

●●●●○

SSD с интерфейсом M.2

ADATA Premier Pro SP900 256GB SSD

ASP900NS38-236GM-C ●●●●○

Intel 540s SSD 240GB SSDSCKKW240H6X1 ●●●●○

Patriot Ignite M2 120GB PE000421-P1120GSM280SSDR

●●●●○

Transcend SSD MTS400 128GB TS128GMTS400

●●●●○

SSD с интерфейсом SATA

ADATA SSD SU800 512GB ASU800SS-512GT ●●●●○

GeiL Zenith R3 240GB GZ25R3-240G ●●●●○

Intel 540s SSD 480GB SSDSC2KW480H6X1 ●●●●○

Patriot Spark 256GB PE000415-PSK256GS25SSDR

●●●●○

SanDisk SSD Plus 480GB SDSSDA-480G-G25 ●●●●○

SanDisk SSD Plus 240GB SDSSDA-240G-G25 ●●●●○

Silicon Power S55 240GB SP240GBSS3S55S25 ●●●●○

Toshiba Q300 Pro SSD 512GB HDTS451EZSTA ●●●●○

Transcend 256GB SSD 370S TS256GSSD370S ●●●●○

НЖМД типоразмера 2,5 дюйма

WD Blue WD10J31X ●●●●○

НЖМД типоразмера 3,5 дюйма

WD Gold WD8002FRYZ ●●●●○

WD Red WD80EFZX ●●●●○

WD Black WD6001FZWX ●●●●○

WD Blue WD40E31X ●●●●○



Patriot Ignite M2 120GB PE000421-Pl120GSM280SSDR Toshiba Q300 Pro SSD 512GB HDTS451EZSTA

Сравнительный обзор внутренних компьютерных накопителей — один из тех регулярных материалов, что появляются на страницах PC Magazine/RE едва ли не с первых лет его существования. Сначала в него включались только жесткие диски (IDE, затем SATA); позже сравнительным испытаниям мы начали подвергать и полупроводниковые внутренние носители данных. Победителей, ясное дело, определяли в каждой из категорий устройств по отдельности, — нет ведь никакого смысла напрямую сопоставлять SATA-диски потребительского класса с корпоративными SAS, например.

В нынешнем, 2016-м, году мы в первый раз за всю историю тестов внутренних накопителей не присуждаем отличие «Редакция советует» магнитным жестким дискам. Не только потому, что они представлены продукцией под одной-единственной маркой, но и потому, что эта разновидность накопителей — вслед за всем сегментом ПК, кстати, — все явственнее стратифицируется. Дробится на подкатегории, четко ориентированные порой на весьма узкие ниши.

Специально предназначенный для высоконагруженных дисковых полок НЖМД нет ни малейшего смысла напрямую сравнивать с гибридным накопителем для ноутбуков. Нет просто ни единого параметра, по которому их можно было бы сопоставить напрямую, абстрагируясь от конкретных условий их применения. Фактически каждый из принявших участие в нашем нынешнем обзоре жестких дисков — «вещь в себе», поскольку область его реального применения вовсе не пересекается с таковой для любого другого НЖМД из нашего актуального списка.

Совершенно другое дело — современные SSD потребительского класса. Тут из величайшего разнообразия контроллеров и типов NAND-памяти komponуются накопители, составляющие напрямую один с другим за сердца и кошельки одних и тех же групп потребителей. Вот почему мы достаиваем в этот раз отличия «Редакция советует» лишь два из почти 20 протестированных нами устройств. Каждое из них отвоевало свое первое место в самой напряженной борьбе.

В категории «SSD с интерфейсом M.2» мы достаиваем отличия **Patriot Ignite M2 120GB PE000421-Pl120GSM280SSDR**, построенный на основе весьма удачного контроллера Phison PS3110-S10, отличающийся показателем надежности MTBF на уровне 2 млн ч. и продемонстрировавший в ходе наших испытаний еще более впечатляющие скоростные показатели, чем те, что официально заявлены в списке его характеристик. Упомянем также **Transcend SSD MTS400 128GB TS128GMTS400**, реальная скорость чтения которого находится практически на уровне предела пропускной способности логического интерфейса SATA 3.0.

Что же касается до сей поры более распространенных SSD с интерфейсами SATA, то здесь мы выделяем **Toshiba Q300 Pro SSD 512GB HDTS451EZSTA** с пятилетней гарантией, великолепной производительностью и без характерной «ступеньки» на графике скорости чтения данных.

Почетного упоминания также заслуживает единственная изученная нами модель с интерфейсом PCIe, **OCZ RVD400-M22280-512G PCIe NVMe M.2 SSD** с заявленным показателем MTBF на уровне 1,5 млн ч и пятилетней гарантией. Это отличное решение для компьютерных энтузиастов-самосборщиков; особенно для тех, кого не устраивают иные доступные в сегменте NVMe SSD устройства, — либо по розничной цене, либо по скорости (особенно записи данных).

Среди накопителей на жестких дисках (как обычных, так и гибридных) нам не удалось определить победителя. Во многом потому, что в этом году на тест были предоставлены только изделия компании WD, так что формально ее соперникам засчитано техническое поражение «за неявку». Да и в целом этот рынок уже не столь интересен, там наблюдается вполне предсказуемая и логичная эволюция, особых сюрпризов даже в теории ожидать сложно. Технология НЖМД, даже гибридных, отлажена десятилетиями и сегмент пребывает в блаженной стабильности.

изменения ожидают, Впрочем, не владельцы и сборщики персональных компьютеров, а ЦОД и крупных корпоративных клиентов с их серверной инфраструктурой. Как свидетельствуют данные, собранные Intel, за последние полтора года (к августу 2016-го) доля частных облаков в корпоративной инфраструктуре увеличилась с 12 до 20%. А им нужны накопители.

Полоса бескомпромиссного пропускания

Максимальные емкости имеющихся сегодня на рынке накопителей различного устройства фактически сравнялись: есть 10-Тбайт НЖМД, но уже продаются и 15-Тбайт SSD (например, Samsung PM1633a за 10 тыс. долл. США). При этом цены за единицу емкости у полупроводниковых и магнитных дисковых накопителей по-прежнему существенно различны. Для первых они находятся на уровне 30 центов за гигабайт, для вторых — не более 6 (то и другое — для наиболее дешевых моделей потребительского класса, разумеется).

Разительное удешевление магнитных дисковых накопителей в последние годы стимулировало их проникновение в самые разнообразные бытовые устройства, включая умные телевизоры и медиаплееры, увеличило продажи NAS начального уровня для локальных домашних и СМБ-сетей, а также сделало вполне резонным переход от единичного физического диска в самосборных компьютерах энтузиастов к RAID-конфигурациям. Приятно ведь выбросить уже из головы вечную заботу о своевременном резервировании данных, если можно положиться на недорогой и емкий массив RAID 1 в качестве раздела для данных. К тому же массив этот не будет требовать для своей организации никакого дополнительного ПО и «железа», если заблаговременно позаботиться о системной плате, чья логика включает интегрированный RAID-контроллер.

Вероятно, НЖМД так и продолжали бы оставаться наиболее привлекательными хранилищами данных даже для компьютерных энтузиастов, если бы не взрывной рост интереса пользователей x86-платформ к сверхскоростной

периферии, как проводной, так и беспроводной. В частности, компьютерные энтузиасты первыми (наряду с не слишком разбирающимися в технологической стороне инноваций ИТ-модниками) горячо приняли новый формат кодирования видео, 4K UHD.

Темпы такого приятия действительно поражают, если провести сравнение с тернистым и долгим путем к славе (и титулу общепризнанного видеостандарта), который в свое время пришлось одолеть Full HD. В наши дни уже многие смартфоны воспроизводят на своих экранах такое видео без понижения разрешения, а цены на мониторы и телевизоры 4K UHD можно без натяжки называть приемлемыми, но ни в коем случае не общедоступными. Однако для энтузиастов, четко понимающих, что именно они получают, сменить «просто» высокую четкость отображения игр и видеороликов на сверхвысокую, — вполне подходящими.

Видеопоток же 4K-формата требует для своей трансляции и декодирования весьма заметных вычислительных мощностей. Открытый стандарт цифровой видеозаписи XAVC, основанный на кодеке MPEG-4 AVC/H.264 уровня 5.2, предусматривает трансляцию потока 4K UHD с частотой 30 кадр/с в канале шириной 300 Мбит/с, а при 60 кадр/с — 600 Мбит/с. С точки зрения какого-нибудь одноядерного ARM-контроллера из тех, что до сих пор используются в недорогих цифровых медицентрах и компьютерах в формфакторе «флешки» — чудовищно много. Зато по единственной линии PCI Express 2.0 в x86-ПК данные передаются на скорости 5 Гбит/с, что примерно соответствует 500 Мбайт/с (не бит, а байт!).

Даже контроллер USB 2.0 устанавливает предельную планку скорости обмена данными по этому каналу на уровне 480 Мбит/с (60 Мбайт/с). Правда, реальная производительность периферийных устройств этого стандарта редко доходит до 40 Мбайт/с; чаще контроллеры USB 2.0 фактически ограничивали скорость обмена данными показателями в 20–30 Мбайт/с (из соображений упрощения и удешевления конструкции, в первую очередь). Да и сам этот протокол передачи

данных обременен различными ограничениями (невозможностью «честного» полного дуплекса, например), так что даже сжатое видео Full HD по каналу USB 2.0 транслировать довольно-таки проблематично.

И все же формально для трансляции сжатого видеопотока в 4K UHD компьютеру было бы достаточно одной линии PCIe 2.0 с подходящим контроллером на выходе. Даже с учетом 20%-ной избыточности канала PCIe 2.0 (на каждые 8 бит передаваемых по нему данных приходится по два служебных для контроля и коррекции) он, если рассматривать его рабочие параметры буквалистски, пригоден для трансляции XAVC-сигнала в 4K UHD с кадровой частотой 30 Гц.

Компьютерная периферия для платформы x86 традиционно отставала от скоростных показателей, которые задавали соответствующие контроллеры и интерфейсы ввода-вывода. Ранние общедоступные SSD Intel (модель X25-M G2) обеспечивали захватывающую дух скорость считывания на уровне 250 Мбайт/с, — однако подключались по каналу SATA II с предельной скоростью обмена 3 Гбит/с, что с учетом 20%-ной избыточности эквивалентно 300 Мбайт/с. Потолок предельной пропускной способности канала оказался чрезвычайно близок! Уже к началу 2010-х полупроводниковые накопители было рекомендовано подключать к колодкам SATA 3.0, поскольку для тех предельно возможная скорость обмена данными достигает 600 Мбайт/с, тогда как реальные скорости последовательного считывания для тогдашних SSD едва начали переваливать за 300 Мбайт/с.

Если же рассматривать только кодированное видео в формате 4K UHD, то для его передачи на внешние устройства вполне достаточно каналов SATA/eSATA 3.0 и USB 3.0 (при столь желанных для гладкости изображения 60 кадр/с). Однако теперь на первый план выходит не сама по себе скорость обмена данными, а протяженность этой процедуры во времени. Сжатая с применением передового кодека H.264 Hi10P или H.265 получасовая серия какого-нибудь популярного сериала в разрешении 720p занимает

примерно 250 Мбайт, и хорошие современные «флешки» с интерфейсами USB 3.0 и характерными скоростями записи 100 Мбайт/с и считывания 200 Мбайт/с позволят записать такой файл за 2–3 с, а считать и вовсе за 1 с. Отлично!

Однако стоит повысить разрешение записанного видеопотока до Full HD (не говоря уже о сверхвысокой четкости), а от единичных серий перейти к трехчасовым фильмам, и картина разительно меняется. Файл «весом» в 25 Гбайт будет переноситься на внешний накопитель с интерфейсом USB 3.0 уже примерно 0,5 мин — для сверхскоростного темпа современной жизни непозволительно много. Более того, реальная пропускная способность беспроводных каналов 802.11ac уже уверенно переваливает за 500 Мбайт/с (см., например, майский обзор маршрутизаторов и адаптеров WiFi на страницах PC Magazine/RE). Таким образом, интерфейс USB 3.0 откровенно начинает становиться бутылочным горлышком для сверхскоростной и реально имеющейся в продаже периферии; в первую очередь — полупроводниковых внешних накопителей и беспроводных адаптеров.

Однако владельцу компьютера, основной накопитель которого представляет собой традиционный магнитный жесткий диск, это бутылочное горлышко не страшно. Он его попросту не заметит, поскольку реальная производительность общедоступных и вполне современных НЖМД находится на уровне 130–180 Мбайт/с как для считывания, так и для записи данных. В такой ситуации сам жесткий диск и оказывается наиболее узким местом во всем тракте обмена данными между ПК и внешним миром (напрямую подсоединяемыми к нему накопителями или беспроводными устройствами, включая облачные сервисы, — с учетом возможностей даже мобильных интернет-сервисов 4G, а затем и 5G). Организация двух быстрых дисков в RAID 0 несколько улучшает ситуацию — однако за счет надежности размещаемых на накопителях данных. Конфигурация же RAID 10 и не во всякий системный блок поместится, и электроэнергии будет

потреблять порядком, да и с практической точки зрения (именно внутри персонального компьютера, а не специализированного NAS) вовсе не представляется оптимальной.

А ведь на USB 3.0, даром что реальное проникновение этого стандарта на широкий рынок состоялось совсем недавно, история развития компьютерных коммуникационных интерфейсов вовсе не завершается. Интерфейс USB 3.1 поднимает верхнюю планку пропускной способности до 10 Гбит/с, что обеспечивает фактическую передачу данных со скоростями до 1250 Мбайт/с (в том числе благодаря переходу от 20%-ной избыточности к значительно более экономичному алгоритму, использующему четыре контрольных бита на 128 бит полезных данных, а не два на восемь). По сравнению с предельными 625 Мбайт/с для USB 3.0 — весьма заметный прирост. А есть ведь еще Thunderbolt 3 с его 40 Гбит/с, SATA Express и M.2 с их 10 Гбит/с... Какой смысл приобретать периферию (или адаптеры беспроводной связи) с такими интерфейсами, если в итоге широкополосный поток данных упрется в классический жесткий диск с его, в лучшем случае, 230 Мбайт/с?

Вот почему именно в последнее время в рознице появляются все в большем количестве полупроводниковые накопители существенного объема и выдающихся скоростных характеристик, призванные заменить собой хотя бы системные НЖМД-разделы в персональных компьютерах на платформе x86. Одновременное притяжение значительной долей энтузиастов высокоемких стандартов медиаданных (сверхвысокой четкости) и сверхскоростных коммуникаций (WiFi 802.11ac, новейшие версии USB) привело к тому, что возможностей SATA 3.0 перестало хватать для эффективной организации обмена данными внутри ПК. Пришедшее как нельзя кстати снижение цены гигабайта емкости усредненного полупроводникового накопителя до 40 центов сделало эти накопители фактически общедоступными.

В последние год-два сложилась уникальная для всей ПК-отрасли ситуация, когда пропускной способности НЖМД-подсистемы впервые оказалось

недостаточно для обеспечения работы подключаемой по проводным и беспроводным каналам к компьютеру периферии. Проявляется это, помимо прочего, в том, что все больше SSD для внутренней установки в ПК оснащаются поддержкой новомодного протокола NVMe (от Non-Volatile Memory, энергонезависимая память) вместо вдруг устаревшего морально SATA 3.0. Точнее, вместо реализованного для интерфейса SATA логического протокола AHCI (Advanced Host Controller Interface), который по нынешним меркам вовсе уже не заслуживает гордого звания Advanced.

Новый интерфейс позволяет подключенным через него устройствам фактически напрямую взаимодействовать с шиной PCIe — стантовым хребтом и главной коммуникационной артерией современного ПК архитектуры x86. Такой подход на гораздо более низком, приближенном к аппаратному, уровне обеспечивает обработку множественных потоков разнонаправленных данных, значительно улучшает «отзывчивость» подключенного накопителя на значительное количество одновременных запросов чтения-записи. Это позволяет, к примеру, без особого труда выводить поверх видеопотока 4K UHD, транслируемого с полупроводникового NVMe-накопителя, еще один в оверлее («картинка поверх картинки») — для SATA-устройства столь интенсивная многоканальная выдача с одного и того же источника попросту невообразима.

Особенности твердого тела

Достоинства и недостатки НЖМД совершенно очевидны всем, кто хотя бы поверхностно знаком с устройством и принципами работы магнитных носителей памяти. Дешевизне единицы объема противостоят уязвимость к ударным и вибрационным воздействиям, относительно малые скорости доступа и обмена данными (в особенности показатели IOPS), заметные энергопотребление и габариты. В известной мере компенсировать эти недостатки (за исключением разве что габаритных, весовых и механических) призваны гибридные накопители — НЖМД с интегрированной быстрой

флеш-памятью и, самое главное, эффективными алгоритмами кэширования часто востребованной информации.

Традиционные жесткие диски сегодня вовсе не представляют собой уменьшенные копии своих прямых предшественников из 1980-х, — в них воплощено огромное количество технологических новшеств, которые и позволяют добиваться столь внушительных показателей плотности записи данных на магнитную пластину. Давно уже перестала быть новинкой и перешла в разряд стандартных технология перпендикулярной записи, предусматривающая вертикальное (перпендикулярное поверхности самой пластины) расположение доменов магнитного слоя.

Теперь на повестке дня — Shingled Magnetic Recording (SMR), или запись внахлест, при которой соседние дорожки на магнитной пластине частично перекрываются. Такой подход несколько снижает производительность жесткого диска, однако для «холодного» хранения (когда после записи архивной информации накопитель отключается по питанию вплоть до момента, когда эти данные потребовались) SMR-диски сверхвысокой емкости подходят наилучшим образом.

Другая многообещающая технология — заполнение внутреннего объема НЖМД гелием. Инертный газ, чья плотность составляет всего 14% от плотности воздуха, обеспечивает пониженное сопротивление вращению пластин и образует существенно менее масштабные турбулентные возмущения, которые влияют (в обычных «воздушных» накопителях высокой плотности — очень даже заметно) на устойчивость позиционирования магнитных головок. В итоге пластины внутри заполненного гелием НЖМД можно без опаски размещать плотнее, чем внутри традиционного: максимум уже семь, а не пять.

Возвращаясь к внушительным показателям роста рынка полупроводниковых накопителей, в значительной мере обусловленным планшетным бумом, отметим, что далеко не все производители планшетных ПК устанавливают в свои устройства именно SSD в собственном смысле этого термина.



Чаще всего на системных платах и смартфонах, и планшетных ПК обретаются микросхемы флеш-памяти NAND (разумеется, вместе с соответствующими контроллерами) категории eMMC — embedded Multimedia Memory Card.

Эта среда хранения данных фактически аналогична той, что используется для производства сменных карт памяти, и даже весьма скоростные ее разновидности обеспечивают среднюю скорость последовательного считывания лишь на уровне 140 Мбайт/с, а записи — 50 Мбайт/с. «Всего лишь» — поскольку для современных SSD в роли обособленных основных накопителей оба этих показателя значительно выше.

Разумеется, в несколько раз отличаются и цены встраиваемого носителя данных eMMC и накопителя SSD. Так что не стоит рассчитывать на интеграцию сверхскоростного полупроводникового накопителя в дешевый планшет (и даже дорогой смартфон) — хотя, объективно говоря, не слишком-то он там и нужен. Мобильный терминал интересен и полезен в первую очередь своими коммуникационными функциями, то есть его производительность в целом определяется, главным образом, моментальным качеством интернет-соединения. Для воспроизведения же видео высокой четкости на собственном экране и для решения прочих повседневных задач, связанных с сохранением и отображением локальных данных, недорогой памяти eMMC оказывается в большинстве случаев вполне достаточно.

Ультрабуки, планшеты и гибридные ПК, предназначенные не столько для развлечений, сколько для работы, — дело иное. Этим устройствам регулярно приходится иметь дело с локальными данными, и медлительность основного накопителя может в таком случае и просто раздражать непосредственного пользователя, и отрицательно сказываться на качестве и результатах его работы.

Не говоря уже о том, что сценарии применения бесшпиндельного мобильного терминала куда разнообразнее, чем его собрата с традиционным 2,5-дюймов магнитным жестким диском на 5400 об/мин внутри. Ультрабук

или аналогичное ему по сути устройство, не содержащее ни единой движущейся части (если не причислять к таковым шарнирное соединение между основным корпусом и крышкой), можно с куда меньшей опаской подвергать вибрациям, резким мгновенным ускорениям (уронил — вовремя подхватил), даже ударам, которые не нарушают целостность корпуса или экрана. Полупроводниковые накопители потребляют меньше энергии, иницируются из состояния «сна» или полного отключения за минимальное время, обладают отличными скоростными характеристиками, — словом, великолепно годятся для самой высокопроизводительной и энергоэффективной работы.

Что же касается гибридных накопителей, то объем кэширующих SSD

Для установки в ультрабук или гибридный ПК полупроводниковый накопитель вовсе не нуждается во внешнем корпусе, который только прибавляет ему ненужной толщины. Бескорпусный стандарт SSD, называемый в настоящее время M.2 (ранее был известен также под аббревиатурой NGFF, от Next Generation Form Factor), представляет собой 22-мм по ширине текстолитовую плату с папаянными на нее с одной или обеих сторон микросхемами NAND и контроллером. Длина такой платки может составлять от 30 до 110 мм; наиболее распространенные на рынке типоразмеры — 2260 (60 мм) и 2280 (80 мм).

Коннектор накопителя формата M.2, который заменил в настоящее время промежуточный стандарт microSATA, в зависимости от способа реализации

Может статься, жесткие диски через десяток лет окажутся полузабытыми широкой публикой.

в их составе не слишком велик. Впрочем, такая память относится к наиболее высокопроизводительной категории (отнюдь не eMMC), частенько даже SLC — на основе ячеек, каждая из которых хранит лишь один бит данных. Наиболее распространена сейчас недорогая полупроводниковая MLC-память, в единичной ячейке которой размещаются два бита данных; кроме того, отвоевывает все более заметную долю рынка еще более дешевая (и еще менее надежная) TLC-память — с тремя битами на ячейку.

Как уже отмечалось, в стремлении еще более повысить производительность полупроводниковых накопителей их разработчики все чаще отказываются от привычных интерфейсов SATA в пользу либо прямого подключения своих устройств к шине PCIe, либо использования промежуточного интерфейса NVMe со значительно повышенной по сравнению с SATA пропускной способностью. Начиная с Windows 8.1, современные ОС поддерживают загрузку с NVMe-накопителей при условии, разумеется, что логика системной платы и ее BIOS в принципе позволяют ПК работать с такими устройствами.

интерфейса различается по типам. Type A предусматривает подключение к двум каналам PCIe, USB 2.0, I²C или четырем каналам DP, Type M — к четырем PCIe, SATA и SMBus и т. д. Установить M.2-накопитель в не предназначенный для его конкретного типа разъем на системной плате невозможно, этому препятствует продуманное расположение физических «ключей» на контактной гребенке. Поэтому, подбирая в комплект к новенькой системной плате с интерфейсом M.2 подходящий скоростной и емкий накопитель, необходимо тщательно сверяться с его спецификацией.

Еще один новый интерфейс, прямо претендующий на звание правопреемника SATA, незамысловато именуется SATA Express и фактически представляет собой замкнутые на единую интерфейсную колодку две линии PCI Express. Если на системной плате реализован стандарт PCIe 2.0, предельная пропускная способность SATA Express оказывается равной 10 Гтрансфер/с, а для PCIe 3.0 — и вовсе 16 Гтрансфер/с. Накопители, предназначенные для подключения к SATA Express, обыкновенно выполняются в классическом

корпусном 2,5-дюйм формфакторе; реже — в миниатюрном 1,8-дюйм, если рассчитаны на применение в ультрабуках.

Наконец, буквально за последний год дал о себе знать настоящий бум накопителей в виде традиционных плат расширения, устанавливаемых напрямую в стандартные разъемы PCIe (как правило, логической спецификации x4 или даже x8). Очевидно, что именно такие решения меньше всего страдают от каких бы то ни было интерфейсных искусственных ограничений и способны демонстрировать наивысшую производительность — что и подтверждают результаты наших испытаний.

В рамках проведенных в тестовой лаборатории PC Magazine/RE испытаний мы изучили пять групп накопителей: полупроводниковые с интерфейсами PCIe, M.2 и SATA, а также 2,5-дюйм («ноутбучные») и 3,5-дюйм НЖМД.

накопителя. В лабораторных условиях это проявляется в том, что повторный замер после первого прогона тестов (несколько часов интенсивной работы с накопителем) демонстрирует заметное снижение показателей производительности.

Описанная «проблема старения», широко распространенная лет пять назад, была обусловлена в основном несовершенством SSD-контроллеров. Суть в том, что при удалении данных на уровне ОС физически они не убираются из постоянной памяти немедленно, — просто в таблице размещения файлов указанная область помечается как свободная. Но если головка чтения/записи жесткого диска записывает информацию на пластину с одной и той же скоростью — неважно, свободна текущая ячейка или нет, — то в случае SSD все не так просто.

Контроллеры SSD считывают и записывают данные 4-Кбайт страницами,

совершеннее, так что «проблема старения» если и наблюдается на современных полупроводниковых накопителях, то очень редко. Мы уже несколько лет приводим в сравнительных таблицах устойчивые результаты, уверенно подтвержденные несколькими последовательными измерениями — разница в показателях находится на уровне статистической погрешности.

Другое дело, что у современных недорогих SSD порой наблюдается иная проблема, а именно — «ступенька производительности». Проявляется она в том, что на первых десятках гигабайт — обычно до 20–30% емкости — теста записи он демонстрирует великолепные результаты, полностью соответствующие заявленным. Однако в какой-то момент происходит скачкообразное снижение этой скорости в несколько раз, порой едва ли не на порядок. Остаток теста записи фиксирует практически неизменную «вторую» скорость, так что итоговый график содержит ярко выраженную ступеньку — переход с блестящей «первой» скорости на более чем скромную «вторую».

Как правило, такое поведение SSD связано уже не с контроллером, а с самим способом организации NAND-памяти в составе накопителя. Объективная производительность недорогих двух- и тем более трехуровневых ячеек памяти (MLC и TLC) на тестах записи не слишком велика, если заполнять эти ячейки целиком. Однако при использовании подобных ячеек для записи только одного бита данных в каждую они становятся де-факто аналогами SLC, самой дорогостоящей одноуровневой NAND-памяти.

Подобная особенность побуждает некоторых производителей дешевых SSD переключать часть ячеек флеш-памяти — тех, запись в которые будет производиться в первую очередь — в одноуровневый режим работы. Это позволяет обеспечить высокую производительность при записи ограниченных объемов данных. Затем контроллер не спеша перемещает быстро записанные на глазах пользователя данные уже в обычные, многоуровневые, ячейки. Таким образом, «одноуровневые» NAND-микросхемы работают как высокоскоростной кэш.

Общая стоимость владения для корпоративных магнитных жестких дисков очень высока.

Правда, некоторые из этих групп состояли всего из одного представителя, поэтому победители в них не определялись. Гибридные накопители из магнитных мы на сей раз не выделяли по причине, которая становится вполне очевидной, стоит только взглянуть на сравнительные таблицы результатов тестов. Преимущества гибридных устройств с полупроводниковым кэшем проявляются при длительной работе с однотипными данными (ежедневный запуск одних и тех же приложений, регулярные обращения к одной и той же базе данных и т. п.), тогда как в синтетических тестах они существенно прироста скорости не демонстрируют.

Полупроводниковые накопители

Для многих SSD, в особенности не самых дорогих, до сих пор характерна одна значимая в определенных ситуациях особенность — весьма заметное снижение скоростных характеристик по мере возрастания загруженности

но стирание информации выполняется куда более крупными 512-Кбайт блоками. При высокой фрагментации файлов высокой блок может содержать целую россыпь 4-Кбайт страниц, как относящихся к данному удаляемому файлу, так и совершенно посторонних. Контроллеру ведь важно обеспечить равномерный износ ячеек полупроводниковой памяти: их ресурс велик, но не бесконечен.

В результате, когда ОС считает, что она одним махом удаляет файл, контроллер SSD лихорадочно спасает ценные данные: определяет, какие 4-Кбайт страницы из намеченного к очистке блока относятся к другим файлам, и перезаписывает их в свободные ячейки накопителя. Иными словами, чем меньше на данном SSD остается подлинно свободных ячеек, тем больше времени занимает процесс записи новых данных на него.

С удовлетворением можем отметить, что за прошедшие годы ситуация существенно изменилась к лучшему. Контроллеры SSD стали заметно

Такую уловку трудно считать обманом потребителя. Как правило, в не серверных сценариях использования SSD не подвергаются необходимости непрерывно записывать десятки и сотни гигабайт данных подряд за один сеанс, так что до предполагающейся на 20–30% полной емкости накопителя «ступеньки» его рядовой пользователь просто никогда не доберется.

Нагрузочные же тесты, применяемые в ходе наших испытаний, «ступеньку» отлично выявляют — и ее наличие, безусловно, сказывается на итоговой средней скорости записи, которую данный SSD демонстрирует. Поэтому всем, кто подбирает себе полупроводниковый накопитель с намерением использовать его для интенсивной записи больших объемов данных, рекомендуем обращать внимание на приводимые нами таблицы результатов испытаний. Не столько на средние значения скорости записи, сколько на разницу между максимальным и минимальным ее значениями.

Если эта разница составляет считанные проценты, вполне можно списать ее на погрешность измерений и быть уверенным в том, что все ячейки данного накопителя задействованы равномерно. Если же «ступенька» с разрывом между скоростями записи едва ли не на порядок очевидна — что ж, по крайней мере, пылливый потенциальный покупатель сразу же поймет, для каких сценариев применения этот SSD годится, а для каких — нет.

Отметим, наконец, еще одну особенность, характерную для всех участников тестовой группы полупроводниковых накопителей. При рассмотрении HDD все уже привыкли, что их производители маркируют свои устройства в единицах СИ, т. е. приставка «мега» означает ровно то, что и должна означать, — миллион. «Мегабайт» дискового пространства HDD состоит, таким образом, не из 1024 Кбайт, а из 1000, а килобайт — ровно из 1000 байт. Производители же флеш-памяти (как и микросхем DRAM) верны традиционным для компьютерной отрасли обозначениям, и килобайт для них равен 1024 байт.

Однако часть ячеек SSD заранее отводится производителем в резерв — для компенсации неизбежно выходящих их строя рабочих блоков «дискового» пространства. Поэтому реальная емкость полупроводникового накопителя, на коробке с которым горделиво красуется надпись «128 Мбайт», может составлять и 113, и 110, и даже 98 Мбайт.

SSD с интерфейсом PCIe OCZ RVD400-M22280-512G PCIe NVMe M.2 SSD

В ассортименте компании OCZ, когда та еще оперировала на рынке как независимый изготовитель, присутствовала серия полупроводниковых накопителей с интерфейсом PCIe для подлинных энтузиастов, RevoDrive. Литеры «RD» в наименовании рассматриваемого нами в данном случае SSD — прямая отсылка к той серии, и предназначение его в точности то же самое. Пусть и достаточно дорогое, это устройство демонстрирует блестящие скоростные характеристики.

Сам полупроводниковый накопитель OCZ RVD400-M22280-512G, узкий и длинный, выполнен в формате NVMe (типоразмер 2280, разъем M.2 с ключом M) и может устанавливаться прямо в соответствующий разъем на системной плате — если таковой там присутствует. В комплекте с доставшимся нам образцом идет и плата-переходник

на PCIe x4 (будьте внимательны, в продаже есть и чуть более дешевые версии OCZ RVD400-M22280-512G без PCIe-переходника).

Работой изделия управляет восьмиканальный контроллер Toshiba TC58NCP с 512-Мбайт буферной памятью LPDDR3-1600 SDRAM. Укажем на чрезвычайно важный момент: нам для испытаний досталась 512-Гбайт версия этого накопителя (точнее, с реально доступной для ОС и приложений емкостью 476 Гбайт). Почему это важно? Дело в том, что из всей серии накопителей RD400 (в которую входят модели с номинальными емкостями 128, 256, 512 и 1024 Гбайт) лишь два старших, включая протестированный нами, демонстрируют подлинно выдающиеся скоростные характеристики.

Связано это как раз с тем, что используемая в этих накопителях 15-нм память MLC NAND физически представляет собой 128-Гбит кристаллы. В каждом корпусе на монтажной плате 512-Гбайт варианта RD400 находится по 16 таких кристаллов, причем вся эта память уместилась всего в двух корпусах и только на одной стороне монтажной платы. Контроллер же Toshiba TC58NCP, напомним, — восьмиканальный, и для достижения максимальной скорости работы с NAND-памятью наиболее эффективный сценарий его работы предусматривает четырехтактное чередование опрашиваемых кристаллов полупроводниковой памяти в каждом из каналов.

Итого выходит, что общее количество кристаллов памяти, необходимых для достижения контроллером наивысших скоростей взаимодействия с ней,

OCZ RVD400-M22280-512G PCIe NVMe M.2 SSD

25 тыс. руб.

OCZ Storage Solutions, Inc. — A Toshiba Group Company, www.ocz.com



Достоинства. Великолепные скоростные характеристики, приемлемая цена, универсальный характер установки (в варианте поставки с PCIe-переходником в комплекте), высокая надежность.

Недостатки. Великовато энергопотребление.



должно быть кратно 32. В случае накопителей RD400 это верно для 512- и 1024-Гбайт моделей, на что следует обратить особое внимание склонным к экономии энтузиастам. Если необходима высочайшая скорость, лучше не приобретать менее дорогие разновидности RD400, а подкопить немного и взять 512-Гбайт версию — именно она отличается, на наш взгляд, оптимальным соотношением цены и функциональности.

Мы испытали доставшийся нам образец OCZ RVD400-M22280-512G с использованием утилиты CrystalDiskMark 5.1.2 x64 с установками по умолчанию: запись и считывание блока данных размером в 2 Гбайт и пятикратное исполнение теста с последующим подсчетом средних величин по всем замерам. Показатель Seq Q32T1 (последовательное считывание 128-Кбайт блоками с использованием множественных потоков и очередей), полученный по итогам данного тестирования, достиг внушительных 2553 Мбайт/с.

Аналогичный по дополнительным условиям тест последовательной записи Seq Q32T1 из состава того же пакета выявил скорость на уровне 1561 Мбайт/с. Применяемая нами обыкновенно в ходе испытаний накопителей утилита AIDA64 Engineer (также оперирующая в данном случае 2-Мбайт блоками данных) зафиксировала весьма схожие показатели: 2505,6 Мбайт/с для средней скорости чтения, 1515,8 Мбайт/с — записи.

Что касается испытаний на скорость блокового обмена данными с использованием Iometer 1.1.0, то она достигла максимума на уровне 76 816 IOPS в сценарии «рабочая станция/64». Такой показатель свидетельствует о достойной производительности аппаратно-программной начинки накопителя, которая обеспечивает уверенную обработку многопоточных запросов с достаточным для основного сценария применения данного SSD темпом. В сценариях «Web-сервер» производительность OCZ RVD400-M22280-512G лишь немногим ниже, — например, 52 319 IOPS для «Web-сервер/64». Выходит, использовать этот накопитель для оснащения рассчитанного на серьезные нагрузки

Web-сервера малого/среднего предприятия вполне разумно.

Отметим два существенных плюса поставки OCZ RVD400-M22280-512G именно в версии PCIe NVMe M.2, где PCIe-переходник входит в комплект. Во-первых, накопитель достаточно заметно нагревается в ходе интенсивной эксплуатации, а радиатором он не снабжен. Если устанавливать его просто в гнездо M.2 на системной плате, никаких дополнительных средств теплоотвода там наверняка не окажется. При монтаже же на штатный PCIe-адаптер накопитель не просто прижимается к текстолиту, но контактирует с ним через небольшую теплопроводящую прокладку. Минимальное преимущество, но все-таки преимущество. К тому же расположенная перпендикулярно к системной плате расширения в общем случае лучше охлаждается корпусными вентиляторами.

Во-вторых, на штатном переходнике OCZ RVD400-M22280-512G PCIe NVMe M.2 SSD имеется собственный преобразователь напряжения, нацеленный не столько на стабилизацию питания SSD, сколько на гашение возможных наводок от него на соседние PCIe-устройства. Поскольку немалая доля системных плат с M.2-гнездами аналогичных преобразователей питания лишена, высокоскоростной накопитель под серьезными нагрузками (а зачем вообще его приобретать, если не для эксплуатации в самом интенсивном режиме?) почти наверняка будет создавать помехи в подсистеме PCIe. На общей стабильности работы ПК это вряд ли отразится, но к снижению производительности привести может, поскольку из-за помех многие пакеты по соответствующей шине будут проходить с ошибками, что потребует дополнительных системных ресурсов на исправление ошибок либо переотправку пакетов.

OCZ RVD400-M22280-512G PCIe NVMe M.2 SSD с заявленным показателем MTBF на уровне 1,5 млн ч и пятилетней гарантией представляется отличным решением для компьютерных энтузиастов-самосборщиков. Особенно для тех, кого не устраивают иные имеющиеся в сегменте NVMe SSD устройства, — либо по розничной цене,

либо по скорости (особенно записи данных). Энергопотребление изученного нам образца в рабочем режиме достигает 6,4 Вт; на уровне современного 2-Тбайт 3,5-дюйм НЖМД. Многовато, но для стационарного ПК более чем приемлемо.

SSD с интерфейсом M.2

Полупроводниковые накопители в нынешних наших испытаниях разделены на три подгруппы по типам интерфейсов: PCIe, M.2 и SATA. Если с первой и третьей подавляющему большинству пользователей ПК все более или менее ясно, то малогабаритный разъем M.2, ранее носивший имя NGFF (Next Generation Form Factor), до сих пор еще нельзя считать широко известным.

Он был разработан как миниатюрная версия логического развития SATA-интерфейса, — SATA Express в спецификации 3.2. Переходный характер M.2 проявляется в том, что к интерфейсу этого физического габарита могут быть подведены шины данных как SATA (версии 3.0, до 6 Гбит/с), так и PCIe (до четырех линий версии 3.0, до 32 Гбит/с). Именно эта универсальность, надо полагать, послужила причиной гораздо большей популярности разъема M.2 у разработчиков системных плат и накопителей по сравнению с SATA Express.

Интерфейсы M.2 на системных платах могут различаться не только совместимостью с протоколами SATA или PCIe, но и тем, какой наибольшей длины накопитель можно в них установить. Разъемы этих интерфейсов распаиваются на системной плате обычно так, что вставленная в них плата накопителя располагается параллельно системной и практически вплотную к ней. Следовательно, перед разъемом M.2 на плате должна размещаться свободная от каких-либо электронных компонентов площадка.

На физическую длину накопителя M.2 прямо указывает его маркировка: типоразмер 2280, например, соответствует размерам печатной платы накопителя 22×80 мм. Ширина такой платы всегда одна и та же (22 мм), а длины встречаются пяти различных калибров — 30, 42, 60, 80 и 110 мм. Чем больше площадь M.2-накопителя,

тем больше микросхем NAND на нем удастся разместить. Контактные гребенки снабжены одним или, чаще, двумя вырезами, которым соответствуют физические ключи (ключ — это пластиковая заглушка на месте группы контактов) в разьеме M.2 на системной плате.

Расположение этих ключей указывает на максимальную пропускную способность PCIe-интерфейса, подведенного к данному порту M.2: две линии (так называемый ключ типа B) или четыре (ключ типа M). Наличие при этом двух соответствующих вырезов на контактной гребенке самого накопителя вполне объяснимо: если рассчитанное на меньшую скорость работы устройство подключить к шине с более высокой пропускной способностью, ничего страшного не произойдет, как и в обратном случае, — просто реальная производительность подсистемы хранения будет определяться самым медленным из ее звеньев (интерфейса и SSD).

Наличие на контактной гребенке M.2-накопителя двух выемок разом часто подразумевает, что он рассчитан на взаимодействие с логическим интерфейсом SATA, а не PCIe: никакими дополнительными ключами SATA-функциональность соответствующего порта не обозначается.

ADATA Premier Pro SP900 256GB SSD ASP900NS38-236GM-C

Замечание о старом коне, который не портит борозды, кажется не слишком-то удачным в отношении высокотехнологичных устройств. Ведь стремительность прогресса в этой области настолько велика, что каждое новое поколение каких бы то ни было гаджетов, как может представляться, заведомо окажется лучше предшествующего. На самом деле это справедливо далеко не всегда, и изученный нами в стенах тестовой лаборатории PC Magazine/RE полупроводниковый накопитель ADATA с артикулом ASP900NS38-236GM-C — яркий тому пример.

Относится он к семейству Premier Pro SP900, которое присутствует в прейскуранте ADATA уже не первый год и состоит из SSD с интерфейсами SATA и M.2. Различаются представители

ADATA Premier Pro SP900 256GB SSD ASP900NS38-236GM-C

7 тыс. руб.

ADATA, www.adata.com

●●●●●

Достоинства. Воодушевляющая цена, достойная производительность, особенно на тестах записи.

Недостатки. Длинный типоразмер подойдет не для каждой (компактной) системной платы.

этого семейства (если не брать в расчет интерфейсные разъемы) на вид только по артикулам. В данном случае мы имеем дело с одним из новых пополнений в этой серии — M.2-устройством типоразмера 2280 с номинальной емкостью 256 Гбайт.

Причина, по которой в серии с неизменным общим названием регулярно появляются новые модели накопителей, достаточно проста. Все SSD из семейства ADATA Premier Pro SP900 строятся с применением одного и того же контроллера — невероятно успешного многолетнего лидера (по ассортименту представленных в рознице моделей) в своем сегменте, LSI (ранее SandForce) SF-2281. Различия внутри одного поколения таких устройств обусловлены их емкостями, интерфейсами (SATA либо M.2), а также типоразмерами для последних — 42 либо 80 мм в длину.

Причин столь неизбывной популярности контроллера SF-2281 немало. Компания SandForce — еще та, исходная, до начала целой череды ее приобретений — буквально взорвала в свое время сегмент полупроводниковых накопителей общего назначения. Она предложила конечным производителям свои контроллеры не просто как микросхемы с определенной функциональностью, но в составе полнофункционального решения. Решение это включало (и включает до сих пор) сам SSD-контроллер, эталонный дизайн готового полупроводникового накопителя, а также фирменное встроенное ПО для управления получившимся изделием.



Главная архитектурная особенность SSD на базе контроллеров SandForce — отсутствие кэширующей DRAM-памяти. Вместо того чтобы держать часть записываемых на устройство данных в DDR-кэше, надеясь, что именно они окажутся вскоре вновь востребованы операционной системой и приложениями, SandForce сделала ставку на вычислительную мощь своего контроллера. Он не просто переправляет принятые по шине данные в микросхемы NAND: он предварительно сжимает (архивирует) их, обеспечивая за счет некоторого увеличения среднего времени доступа заметно более эффективное использование пространства для размещения информации.

Такая особенность, помимо прочего, сильно затрудняет объективную оценку производительности SSD на базе контроллеров SandForce. Очевидно, что хорошо упаковываемые алгоритмами сжатия данные будут «проскакивать» во внутреннюю память накопителя быстрее и занимать там меньше места, что выразится, например, в продлении его фактического срока службы (точнее, реального времени наработки на отказ), а также в росте скоростных показателей на соответствующих тестах. Плохо сжимаемые без потери качества данные вроде мультимедийных, напротив, заставят контроллер прогнать их через процедуру сжатия практически вхолостую, ухудшая тем самым валовой уровень производительности.

Так или иначе, сам факт многолетнего и весьма успешного применения контроллера SF-2281 во множестве полупроводниковых накопителей, в том числе и протестированных в лаборатории PC Magazine/RE, говорит скорее в пользу избранной SandForce стратегии. Да, по сравнению с SSD, оснащенными современными контроллерами, которые выполнены по более миниатюрным техпроцессам,

Лабораторные испытания

Для определения быстродействия накопителей применялся набор синтетических тестов утилиты AIDA64 Engineer (www.aida64.com). В частности, подсистема Disk Benchmark, который позволяет с высокой точностью определить минимальные, максимальные и средние показатели скорости чтения и записи данных для исследуемого накопителя, а также средние времена доступа к информации при чтении и записи.

Другая тестовая утилита, Iometer 1.1.0 (www.sourceforge.net/projects/iometer/), предназначена для нагрузочного тестирования серверов. Тест этот также синтетический, призванный как можно ближе к реальности имитировать нагрузку на дисковую подсистему, близкую к той, что будут создавать разнопрофильные приложения со своими особенностями обращения к логическим разделам (обобщенные сценарии «рабочая станция», «файл-сервер» и «Web-сервер»).

Средством замера скоростей, позволяющим воспроизвести номинальные показатели таких накопителей, становится утилита CrystalDiskMark (www.crystallmark.info). В частности, метод измерения последовательных скоростей Seq Q32T1 из состава этой утилиты дает возможность, ограничивая объем рабочего блока данных (обычно 2 Гбайт), получать наиболее высокие показатели. Как правило, происходит это за счет того, что этот сравнительно небольшой блок, записываемый на «чистый» накопитель с памятью TLC или MLC NAND, автоматически помещается в буферную область псевдо-SLC. В некоторых случаях для сравнения мы приводим в соответствующей таблице значения скорости, полученные

Iometer 1.1.0 (IOPS)

Чем больше значение, тем лучше	Файл-сервер		
	1	4	16
Полупроводниковые накопители PCIe			
OCZ RVD400-M22280-512G	6840	26196	56171
Полупроводниковые накопители M.2			
ADATA ASP900NS38-236GM-C	5029	9330	17529
Intel SSDSCCKW240H6X1	12062	17295	19080
Patriot PE000421-PI120GSM280SSDR	14187	19912	24872
Transcend TS128GMTS400	14276	20721	21652
Полупроводниковые накопители SATA			
ADATA ASU800SS-512GT	17280	30852	35556
Geil GZ25R3-240G	11132	15175	16178
Intel SSDSC2KW480H6X1	16382	18175	20737
Patriot PE000415-PSK256GS25SSDR	3907	4680	5682
SanDisk SDSSDA-480G-G25	7666	13622	15326
SanDisk SDSSDA-240G-G25	2992	3763	5110
Silicon Power SP240GBSS355S25	4407	6052	11186
Toshiba HDTS451EZSTA	6087	19207	34277
Transcend TS256GSSD370S	15758	26666	28741
НЖМД формфактора 2,5 дюйма			
WD Blue WD10J31X	56	73	91
НЖМД формфактора 3,5 дюйма			
WD WD8002FRYZ	81	114	154
WD Red WD80EFZX	60	89	117
WD WD6001FZWX	80	105	136
WD WD40E31X	57	74	93

в том же самом сценарии Seq Q32T1, однако уже с блоком значительно большего размера, — 32 Гбайт.

CrystalDiskMark 5.1.2 x64

Чем больше значение, тем лучше	Размер тестового файла	Послед. чтение (Q32T1, 128 Кбайт), МПР, КД	Произв. чтение (4 Кбайт), МПР, КД	Послед. чтение (1 Мбайт), ОПР	Произв. чтение (Q32T1, 4 Кбайт), ОПР	Послед. запись (Q32T1, 128 Кбайт), МПР, КД	Произв. запись (Q32T1, 4 Кбайт), МПР, КД	Послед. запись (1 Мбайт), ОПР	Произв. запись (4 Кбайт), ОПР
Полупроводниковые накопители PCIe									
OCZ RVD400-M22280-512G	2	2553,0	681,8	1639,0	46,48	1561,0	500,5	1522,0	192,3
Полупроводниковые накопители M.2									
ADATA ASP900NS38-236GM-C	2	532,4	88,8	487,4	21,90	275,6	233,6	271,2	121,1
Intel SSDSCCKW240H6X1	2	562,6	306,6	482,8	31,10	469,7	340,5	443,5	118,9
Patriot PE000421-PI120GSM280SSDR	2	564,6	338,9	546,5	34,55	375,5	356,2	372,9	104,5
Transcend TS128GMTS400	2	525,0	265,9	514,0	31,14	158,9	158,5	160,0	112,7
Полупроводниковые накопители SATA									
ADATA ASU800SS-512GT	2	562,3	337,9	525,2	33,09	514,7	336,2	482,2	123,1
	32	562,5	340,0	525,5	31,71	513,0	331,4	481,1	121,8
Geil GZ25R3-240G	2	558,2	313,5	532,8	26,80	504,6	284,6	462,9	106,0
	32	557,3	303,7	530,2	23,80	368,4	154,7	178,1	105,9
Intel SSDSC2KW480H6X1	2	560,9	307,2	506,0	30,00	499,4	333,1	463,7	118,8
	32	549,4	289,8	506,4	24,60	235,5	189,1	461,8	117,0
Patriot PE000415-PSK256GS25SSDR	2	560,3	346,7	503,6	39,30	477,6	335,1	451,8	91,0
	32	555,7	273,5	498,6	25,60	78,6	66,4	333,1	49,7
SanDisk SDSSDA-480G-G25	2	551,5	404,3	511,5	30,00	528,0	322,9	491,0	62,4
	32	556,6	401,3	516,2	25,70	364,4	203,7	410,8	62,3
SanDisk SDSSDA-240G-G25	2	553,6	158,3	522,0	22,40	385,9	294,4	376,9	117,6
	32	554,5	154,3	523,7	22,30	385,0	160,9	376,4	85,0
Silicon Power SP240GBSS355S25	2	549,7	150,1	518,5	22,20	469,9	237,2	470,2	93,6
	32	545,9	158,4	518,3	22,10	469,9	261,3	463,5	93,5
Toshiba HDTS451EZSTA	2	552,1	380,1	516,8	21,90	518,9	245,4	487,4	114,2
	32	551,4	379,2	516,3	21,20	517,3	231,4	486,3	114,2
Transcend TS256GSSD370S	2	561,0	296,2	525,6	33,80	393,4	318,8	397,2	109,5
	32	561,1	294,4	524,8	33,80	391,8	309,8	396,0	109,3

МПР — многопоточный режим. КД — конкурентный доступ. ОПР — однопоточный режим.

		Web-сервер					Рабочая станция				
64	256	1	4	16	64	256	1	4	16	64	256
63529	63462	6591	23531	47275	52319	52055	7220	28643	66023	76816	76728
18381	17827	4474	8197	14603	15303	15051	6252	11429	22572	23719	23201
19029	18879	6876	11897	13819	14199	13866	14227	23418	24833	24375	24291
26917	25712	6290	11365	16181	18549	18116	16128	24722	31804	33031	31674
22210	21546	6872	12607	15124	15486	15233	6009	14062	22157	24067	23638
35500	35478	11454	21513	25927	26134	26109	19705	39597	47378	47667	47346
16352	16283	6924	10901	11889	12057	12082	14050	20234	21142	21256	21230
20984	20860	8283	13274	15431	15651	15567	20594	25782	27107	27176	27118
5937	5803	2811	4124	5036	5192	5158	3963	4741	5711	5786	5797
15005	14736	5864	10278	12309	13170	13121	6809	14300	15107	15133	14614
5360	5237	2738	3391	4474	4599	4577	2667	3226	4207	4800	4785
16301	15985	3903	5334	8922	13031	12839	4441	6517	13112	18553	18220
37346	37186	5489	15169	25541	27715	27622	4728	10031	18558	19651	19567
29157	28677	9115	17158	20064	21049	20754	17476	32156	37571	38072	37387
94	94	57	72	86	90	90	55	76	92	93	94
165	166	78	111	151	162	163	94	120	159	166	178
125	126	59	89	115	122	123	70	97	123	136	137
142	143	79	104	133	139	139	85	113	149	158	158
100	100	52	72	91	96	95	66	78	95	101	99

Тесты выполнялись под управлением 64-разрядной Windows 8.1 Enterprise. Стендовое оборудование было представлено платформой на базе системной платы ASUS X99-Deluxe с процессором Intel Core i7-6950X и модулей памяти G.Skill F4-3000C15Q-16GRR общим объемом 16 Гбайт. Для подключения накопителей с интерфейсами M.2 использовался отдельный стенд Intel NUC Kit NUC6i7KYK.

В случаях, когда тот или иной SATA-накопитель демонстрировал неожиданно низкие скоростные показатели, мы проводили дополнительные испытания на резервном стенде в составе системной платы ASUS X99-Deluxe II, ЦП Intel Core i7-6950X, 16-Гбайт ОЗУ G.Skill F4-3000C15Q-16GRR, накопителя OCZ Vector 180 VTR180-25SAT3-240G и графического адаптера Palit Super Jetstream GeForce GTX 980 Ti.

AIDA64 Engineer (размер блока 2 Мбайт), HD Tune Pro 5.60

	Чтение Мин. скорость	Макс. скорость	Средняя скорость	Среднее время доступа	Запись Мин. скорость	Макс. скорость	Средняя скорость	Среднее время доступа
	Мбайт/с ▲	Мбайт/с ▲	Мбайт/с ▲	мс ▼	Мбайт/с ▲	Мбайт/с ▲	Мбайт/с ▲	мс ▼
Полупроводниковые накопители PCIe								
OCZ RVD400-M22280-512G	2479,6	2578,9	2505,6	0,06	1438,2	1549,8	1515,8	0,02
Полупроводниковые накопители M.2								
ADATA ASP900NS38-236GM-C	448,7	517,7	485,2	0,10	256,0	266,4	261,3	0,16
Intel SSDSCKKW240H6X1	514,3	522,3	518,3	0,04	104,6	111,1	105,9	0,07
Patriot PE000421-PI120GSM280SSDR	513,6	526,2	520,5	0,03	342,2	359,4	350,9	0,04
Transcend TS128GMTS400	523,4	545,0	530,9	0,03	145,6	152,8	151,9	0,05
Полупроводниковые накопители SATA								
ADATA ASU800SS-512GT	522,4	525,4	523,5	0,03	48,7	492,6	200,5	0,04
Geil GZ25R3-240G	519,2	524,1	520,3	0,04	76,1	310,6	87,0	0,04
Intel SSDSC2KW480H6X1	501,0	524,9	512,3	0,03	116,9	486,5	135,6	0,03
Patriot PE000415-PSK256GS25SSDR	350,8	516,5	500,7	0,02	58,0	133,9	74,6	0,41
SanDisk SDSSDA-480G-G25	504,3	522,8	521,3	0,06	272,2	496,3	341,9	0,14
SanDisk SDSSDA-240G-G25	416,9	521,9	518,7	0,04	331,0	371,2	366,3	0,33
Silicon Power SP240GBSS35S525	516,4	519,6	517,1	0,05	420,9	466,9	464,2	0,06
Toshiba HDT5451EZSTA	512,9	514,5	513,8	0,07	482,0	484,5	483,3	0,03
Transcend TS256GSSD370S	521,7	523,9	522,4	0,03	377,2	389,8	385,7	0,03
НЖМД формфактора 2,5 дюйма								
WD WD10J31X	41,3	111,5	85,7	16,8	53,0	111,0	87,0	16,4
НЖМД формфактора 3,5 дюйма								
WD WD8002FRYZ	100,8	213,3	165,0	13,3	100,6	209,9	164,6	4,39
WD Red WD80EFZX	88,2	184,0	144,0	16,0	87,0	184,2	142,9	11,1
WD WD6001FZWX	105,2	227,1	177,3	12,0	104,6	298,9	175,6	8,7
WD WD40E31X	39,5	139,2	105,5	19,8	65,2	152,0	112,4	15,5

производительность моделей на SF-2281 может отставать. Однако отлаженность технологий и массовый характер производства позволяют именно последним уверенно лидировать по показателю розничной цены за 1 Гбайт емкости. Пожалуй, лишь SSD с трехуровневыми ячейками (TLC NAND) могут в этом отношении бросить вызов устройствам на SF-2281. Впрочем, у TLC NAND предостаточно собственных особенностей, включая заметно меньшее по сравнению с MLC предельное количество операций записи для каждой отдельной ячейки, исчисляемое первыми единицами тысяч циклов.

В ADATA Premier Pro SP900 с контроллером SF-2281 работает синхронная (более скоростная, чем асинхронная) память MLC NAND. Точных данных о ее типе изготовитель не предоставляет, хотя память эта — под его собственной маркой. Компания ADATA располагает своими производственными линиями для резки NAND-кристаллов из больших фабричных заготовок и изготовления микросхем. По косвенным признакам можно судить, что здесь использованы скорее всего 20- либо 16-нм кристаллы MLC NAND.

Номинальная, указанная на фабричной упаковке, производительность SSD с артикулом ASP900NS38-256GM-C составляет до 550 Мбайт/с на операциях чтения и до 530 Мбайт/с для записи данных. Наши испытания утилитой AIDA64 Engineer (операции 2-Мбайт блоками) выявили средние значения скоростей чтения и записи на уровне 485,2 и 261,3 Мбайт/с соответственно с небольшим разбросом минимальных и максимальных значений в обоих случаях. Эти результаты согласуются с замерами при помощи CrystalDiskMark (в режиме Seq Q32T1 — 532,4,0 Мбайт/с для чтения и 275,6 Мбайт/с для записи). Среднее время доступа для операций чтения составило 0,10 мс, записи — 0,16 мс. Лучшее достижение ADATA Premier Pro SP900 в тесте Iometer — 18 381 IOPS (испытание «файл-сервер/64»).

Изученный нами накопитель демонстрирует ожидаемо высокую скорость чтения данных, но вместе с тем, что особенно приятно, — и весьма достойные показатели на тестах записи.

Эти показатели более чем вдвое превосходят таковые для самых скоростных SATA-НЖМД общего назначения, имеющихся сегодня на рынке, что делает ADATA Premier Pro SP900 вполне разумным выбором в качестве системного накопителя для любого совместимого (оснащенного подходящим гнездом M.2 2280 SATA) настольного ПК или ноутбука. Тем более — с учетом весьма приятной цены 1 Гбайт емкости.

Intel 540s SSD 240GB SSDSCKKW240H6X1

История полупроводниковых накопителей для массового (с поправкой на розничную цену этих устройств, разумеется) пользователя началась фактически с компании Intel, с ее легендарной SATA-модели X25-M 2008 г. С тех пор в ассортименте самой микропроцессорной компании появлялись и очень удачные, и весьма посредственные SSD для персональных компьютеров. Не считая моделей для серверов и рабочих станций — к тем, впрочем, нареканий в плане рабочих характеристик практически не возникало.

Рассмотренный нами в рамках нынешнего тестирования представитель семейства 540s с артикулом SSDSCKKW240H6X1 лишь с определенной натяжкой можно отнести к продукции Intel. Это примерно как сверхдешевые проводные наушники-затычки, выполненные на безымянной китайской контрактной фабрике. Взгляд фиксирует запечатленное на них громкое имя (например, Sony), но ухо отказывается соотносить качество воспринимаемого с их помощью звука с легендарной маркой.

В данном накопителе, который снабжен интерфейсом M.2 (типоразмер

2280), к Intel имеет отношение разве что название сайта на закрывающей микросхемы NAND наклейке, — даже фирменного логотипа американской компании здесь нет. Отметим, кстати, что в семействе 540s встречаются также модели и в классических 2,5-дюймов корпусах для установки в соответствующие ноутбучные отсеки с интерфейсами SATA; на это следует обращать внимание при выборе накопителя в магазинном преysкуранте. В любом случае контроллеры и память для всех устройств этого семейства используются одни и те же — причем выпускает эти элементы отнюдь не Intel. В отличие от все того же знаменитого X25-M.

Невзирая на то, что розничная цена рассматриваемого накопителя довольно-таки высока, аппаратные его компоненты трудно отнести к высокопроизводительным в соответствующем ценовом сегменте. Контроллер SM2258 — 40-нм, тайваньской компании Silicon Motion, NAND-память TLC — 16-нм, компании SK Hynix; даже сборка накопителей выполняется на «стопелях» не самой Intel, а сторонних контрактных производителей вроде Pegatron.

Понятно стремление ведущей микропроцессорной компании мира — в условиях падения спроса на x86-компьютеры и сдержанных ее успехов на мобильном рынке — оптимизировать расходы на такие не слишком прибыльные устройства, как полупроводниковые накопители для массового рынка. Оптимизация у Intel принимает в последнее время тотальный характер: к примеру, компания решила в прошлом году отказаться от инвестиций в разработку 16-нм памяти NAND на ее совместном с Micron предприятии IMFT. Как результат, Intel упустила возможность приобретать эту память по льготным ценам — и для все той же серии 540s, например, вынуждена была искать флеш-память на стороне.

Intel 540s SSD 240GB SSDSCKKW240H6X1

7 тыс. руб.

Intel, www.intel.com



Достоинства. Гарантированная надежность марки Intel.

Недостатки. Не самая высокая производительность.



Одноядерный 32-разрядный микроконтроллер Silicon Motion SM2258, ставший основой для накопителей Intel 540s, характеризуется двумя важнейшими особенностями. Первая: он четырехканальный, т. е. даже с большими объемами NAND-памяти демонстрировать такие высокие результаты, как восьмиканальные модели, не в состоянии. Вторая особенность: этот контроллер поддерживает новейшие алгоритмы с низкой плотностью проверок на четность (low-density parity-check, LDPC), что позволяет ему эффективно управляться с трехуровневой флеш-памятью.

Не вдаваясь в подробности математического характера, отметим, что главное достоинство алгоритмов LDPC — возможность корректно восстанавливать исходную информацию из кода со значительным количеством ошибок. Поскольку фактическое время жизни (точнее, гарантированное число циклов перезаписи) для ячейки TLC заметно меньше, чем для MLC, трехуровневая NAND-память при том же способе доступа к ней, что и двухуровневая, оказывается менее надежной. Просто в один не очень прекрасный момент считать записанную в TLC-ячейки информацию, полагаясь лишь на стандартные средства контроля четности, становится невозможно.

Применение же LDPC-алгоритмов гарантирует, что даже сильно поврежденный блок данных все-таки будет прочтен без ошибок. Именно реализация подобных алгоритмов в контроллерах для TLC-памяти позволяет недорогому трехуровневому полупроводниковым накопителям демонстрировать надежность вполне на уровне более солидных MLC-моделей. Гарантия, которую Intel дает на модели серии 540s, составляет пять лет, — приемлемый срок для несерверного накопителя такого уровня. Отметим также, что эта гарантия — исчерпывающая, т. е. она не предполагает дополнительных ограничений на использование ресурса накопителя (например, на некое предельное число гигабайт ежедневной записи данных на него в течение гарантийного срока).

Заявленная производительность SSDSCKKW240H6X1 объемом

240 Гбайт такова: максимальная скорость последовательного чтения 560 Мбайт/с, последовательной записи — 480 Мбайт/с. Наши испытания с утилитой AIDA64 Engineer (операции с 2-Мбайт блоками) выявили для операций чтения похожие величины (522,3 Мбайт/с максимум, 518,3 Мбайт/с в среднем при среднем времени доступа 0,04 мс). Однако измеренная скорость записи оказалась гораздо ниже: минимальная — 104,6 Мбайт/с, максимальная — 111,1 Мбайт/с, средняя — 105,9 Мбайт/с при среднем времени доступа 0,07 мс.

Тестовый же пакет CrystalDiskMark в режиме Seq Q32T1 продемонстрировал результаты, гораздо более схожие

Patriot Ignite M2 120GB PE000421-PI120GSM280SSDR

4 тыс. руб.

Patriot Memory, www.patriotmemory.com



Достоинства. Очень привлекательная цена, отличная производительность.

Недостатки. Не выявлены.

с заявленными: 562,6 Мбайт/с для чтения и 469,7 Мбайт/с для записи. С чем может быть связано такое расхождение при замере скорости записи двумя уважаемыми утилитами, подтвержденное вдобавок дополнительными испытаниями на специально для этого собранном другом стенде, — загадка. Возможно, алгоритмы генерации данных AIDA64 Engineer порождают такой их поток, с которым контроллеру Silicon Motion SM2258 по какой-то причине особенно трудно оказывается справляться.

Лучшим достижением Intel 540s на тесте Iometer стали 24 833 IOPS (испытание «рабочая станция/64»). Паспортный показатель MTBF для него составляет 1,6 млн ч, что вполне соответствует пятилетнему сроку фирменной гарантии. Да, этот накопитель дорог, однако отметим еще раз, что гарантийные обязательства на него не подразумевают какого бы то ни было ограничения на общий объем

записанных на устройство (на всем протяжении этих пяти лет) данных. А значит, с точки зрения интенсивно использующего свой SSD энтузиаста именно такое предложение может показаться по-настоящему заманчивым.

Patriot Ignite M2 120GB PE000421-PI120GSM280SSDR

Рабочие характеристики полупроводникового накопителя едва ли не в равной степени определяются тремя его главными составляющими. Это микроконтроллер, выбранная NAND-память и ПО, которое на нижнем, невидимом для ОС и приложений, уровне управляет работой всего устройства в целом. SSD нового семейства Patriot



Ignite M2 построены на базе достаточно нового контроллера, который был выведен на рынок в конце весны прошлого года, — Phison PS3110-S10.

Эта микросхема во многом оптимизирована для работы с наиболее передовой, скоростной NAND-памятью. В частности, три из четырех ее ядер специально предназначены для обработки информации внутри самого накопителя (для распределения данных по конкретным ячейкам и поддержания общей производительности на достойном уровне), и только одно контролирует обмен данными с внешней шиной, к которой подключен SSD. Особое внимание разработчики микросхемы уделили неусыпному контролю четности принимаемых извне и сохраняемых в памяти NAND данных, а также регулярному обновлению уже записанной информации по мере снижения уровня заряда в ячейках. Так, алгоритмы контроля четности, реализованные в Phison PS3110-S10, позволяют автоматически исправлять до 115 сбойных бит на каждые 2 Кбайт данных.

Технически семейство Ignite M2 можно считать эквивалентным почти одновременно с ним выпущенной серии накопителей Patriot Ignite. Вся разница — в формфакторе устройств

и выборе интерфейсов для них. Если в серию Ignite входят накопители с разъемами SATA, наилучшим образом совместимые с тонкими и легкими ноутбуками, то рассматриваемый нами продукт с артикулом PE000421-PI120GSM280SSDR относится к SSD с интерфейсами M.2.

Впрочем, с логической точки зрения это устройство де-факто представляет собой SATA-накопитель с разъемом иной конфигурации: полную широту пропускной способности M.2, эквивалентную четырем линиям PCIe 3.0, способны раскрыть только накопители NVMe. Будьте внимательны, вчитываясь в описания соответствующих системных плат: предоставляемые большинством из них разъемы M.2 представляют собой всего лишь переходники, к которым подведены самые обыкновенные каналы SATA 3.0. Соответственно и большинство имеющихся на рынке M.2-накопителей, как и Patriot Ignite M2, рассчитаны на взаимодействие именно с такими разъемами.

Модель с артикулом PE000421-PI120GSM280SSDR внешне представляет собой типичный M.2-накопитель типоразмера 2280; емкость ее составляет 120 Гбайт, а цена, хотя и высоковата для столь небольшого объема, вполне оправдана, как мы убедимся чуть позже, отменными скоростными характеристиками. В связке с контроллером Phison PS3110-S10 здесь работают 256 Мбайт кэш-памяти DRAM, а характеристика надежности MTBF заявлена на уровне 2 млн ч.

Паспортные значения предельных скоростей последовательного чтения и записи данных составляют для 120-Гбайт модели Patriot Ignite M2 560 и 205 Мбайт/с соответственно. По данным AIDA64 Engineer, средние скорости чтения и записи для этого накопителя достигают 520,5 и 350,9 Мбайт/с соответственно. CrystalDiskMark также фиксирует отличные показатели в режиме Seq Q32T1: 564,6 и 375,5 Мбайт/с для чтения и записи соответственно. Лучшим достижением модели с артикулом PE000421-PI120GSM280SSDR на тесте Iometer стали 33 031 IOPS (испытание «рабочая станция/64»).

Оснащенный 16-нм асинхронной памятью Micron MLC NAND, накопитель Patriot Ignite M2 с учетом своих рабочих характеристик оказывается едва ли не лучшим во всей рассматриваемой группе по соотношению цены и производительности. Не слишком дорогое и обладающее минимально необходимой для комфортной работы Windows-системы емкостью, это вполне скоростное и надежное устройство отлично послужит энтузиастам платформы x86 как в составе тонких легких ноутбуков, предполагающих установку накопителя формата M.2, так и внутри настольных геймерских систем с соответствующими разъемами.

Transcend SSD MTS400 128GB TS128GMTS400

Как можно судить по единственному представителю категории PCIe-SSD в рамках нынешнего нашего обзора, различные цены на подобные высокоскоростные устройства вовсе не способствуют широкому их распространению даже среди подлинных энтузиастов платформы x86. Другое дело — полупроводниковые накопители с интерфейсами M.2; своего рода переходные решения на пути от традиционного SATA с его объективными ограничениями к сверхскоростному (и не менее дорогому) PCIe/NVMe.

Полупроводниковые накопители Transcend семейства MTS400 (128-Гбайт представителя этого семейства мы изучили в стенах тестовой лаборатории PC Magazine/RE) снабжены логическим интерфейсом SATA 3.0 и выемками под ключи B и M. Покупателю этого устройства необходимо, во-первых, удостовериться, что M.2-разъем на его системной плате совместим с интерфейсом SATA, а во-вторых, что физически в это гнездо удастся установить 42-мм (по длине) накопитель. С последним, впрочем, проблемы вряд ли возникнут даже при оснащении таким SSD самых миниатюрных компьютеров.

Паспортные данные о производительности модели Transcend с артикулом TS128GMTS400 содержат упоминания о скорости чтения до 560 Мбайт/с и записи до 460 Мбайт/с. Наши

Transcend SSD MTS400 128GB TS128GMTS400

4500 руб.

Transcend, www.transcend-info.com

●●●●○

Достоинства. Привлекательная цена, совместимость с ISRT, отличные результаты на тестах чтения, компактность.

Недостатки. Сдержанная производительность на тестах записи.



испытания утилитой AIDA64 Engineer (операции 2-Мбайт блоками) выявили средние значения скоростей чтения и записи на уровне 530,9 и 151,9 Мбайт/с соответственно, причем с весьма небольшим разбросом минимальных и максимальных значений в обоих случаях. Эти результаты неплохо согласуются с замерами при помощи CrystalDiskMark (в режиме Seq Q32T1) — 525,0 Мбайт/с для чтения и 158,9 Мбайт/с для записи. Среднее время доступа для операций чтения составило всего 0,03 мс, записи — 0,05 мс. Лучшее достижение Transcend TS128GMTS400 в тесте Iometer — 22 210 IOPS (испытание «файл-сервер/64»).

Как видим, реальная скорость чтения для рассматриваемого накопителя с кэш-памятью DDR3 и собственным контроллером Transcend находится практически на уровне предела пропускной способности логического интерфейса SATA 3.0. Особенно полезно это в свете совместимости семейства MTS400 с технологией ISRT (Intel Smart Response Technology), которая подразумевает использование SSD в качестве кэширующего устройства для более емкого, но и более медленного НЖМД. Средняя скорость записи на изученный нами накопитель все равно заметно больше, чем



у жестких дисков потребительского сегмента, а цена достаточно привлекательна — как для развертывания на нем системного раздела, так и для кэширования обращений к магнитным дискам.

SSD с интерфейсом SATA

Вопрос выбора между полупроводниковыми и магнитными дисковыми накопителями сводится в итоге к тому, насколько пользователю важна сохранность его данных. Если SSD применяется для кэширования информации, для ускорения работы системы (неважно, домашнего ПК или крупного Web-сервера с десятками тысяч посетителей одновременно), к каким-то ужасным последствиям его отказ не приведет. Данные, размещаемые на нем, где-то непременно дублируются либо непрерывно обновляются, так что потери их в случае выхода его из строя опасаться не следует. То же можно сказать и об SSD, на котором размещен один только системный раздел: восстановить его работоспособность в случае чего — задача тривиальная.

Если же емкий полупроводниковый накопитель выбран в качестве основного устройства для хранения и ОС, и пользовательских данных (в ультрабуке или планшете под управлением Windows RT, например), то в этом случае его отказ может обернуться настоящей катастрофой. Особенно для тех, кто до сих пор не удосужился наладить регулярное резервирование своих бесценных данных. Именно потому для настольных систем, работающих под солидной нагрузкой, RAID 1 из пары быстрых НЖМД, сопоставимый с быстрым одиночным SSD по стоимости, окажется более выгодным приобретением за данную сумму — даже несмотря на ощутимо более высокую производительность бесшпиндельного решения.

Как мы уже поясняли прежде, сама по себе невысокая продолжительность рабочей карьеры отдельной ячейки NAND-памяти MLC (и даже TLC!) не становится критичной для надежности емкого полупроводникового накопителя в целом. Именно большой объем (а следовательно, достаточный

запас содержащихся «под паром» ячеек для замены постепенно выходящих из строя) такого устройства гарантирует, что на протяжении расчетного срока службы и даже дольше данные на нем останутся в полной неприкосновенности. Если не выйдет из строя контроллер, конечно, — но в наши дни подобные неприятности случаются очень редко.

ADATA SSD SU800 512GB ASU800SS-512GT

Семейство, к которому относится изученный нам в рамках настоящего обзора накопитель с артикулом ASU800SS-512GT, полностью называется ADATA Ultimate SU800. Одна из важнейших его особенностей — трехмерная флеш-память 3D NAND, а не планарная (плоскостная), которая чаще всего применяется в недорогих полупроводниковых устройствах хранения.

Использование такой памяти делает устройство дороже «одноклассников» — по крайней мере, на нынешнем этапе, пока ее производство не настолько же хорошо отработано, как планарной. В перспективе же трехмерная флеш-память обещает обеспечить более выгодную стоимость единицы емкости, поскольку позволяет гораздо эффективнее задействовать уже развитые технологии полупроводникового производства.

Обычный для всей индустрии путь повышения характеристик полупроводниковых СБИС заключается в поступательной — экстенсивной — миниатюризации технологического процесса. Размер единичного транзистора с каждой итерацией становится меньше,

и на единице площади умещается больше транзисторов. Тем самым, в частности, достигается прирост емкости каждой отдельной микросхемы NAND при переходе, например, от 20-нм техпроцесса к 16-нм. Структурно же новые кристаллы памяти ничем не отличаются от прежних — та же плоскостная решетка из транзисторов и соединений между ними.

Концепция 3D NAND предполагает выход в третье измерение, хотя бы минимальный: размещение транзисторов слоями — разумеется, с соответствующими логическими соединениями. Пусть таких слоев окажется всего два, — это уже позволит удвоить емкость каждого единичного кристалла NAND без перехода к более тонкому техпроцессу. Впрочем, наиболее широко в наши дни распространена еще более привлекательная по удельной емкости на единицу площади кристалла 32-слойная структура. Ячейки в каждом из слоев трехмерной флеш-памяти могут при этом быть любого из распространенных ныне типов, — SLC, MLC или TLC.

С экономической точки зрения на начальном этапе выпуск 3D NAND будет обходиться дороже, чем планарного варианта той же самой флеш-памяти, поскольку в базовую производственную цепочку приходится добавлять несколько дополнительных звеньев (с установкой соответствующего оборудования, проработкой технологических процедур, внедрением новых стадий тестирования и т. п.). Особые требования при производстве такого типа памяти возникают к точности позиционирования одного слоя над другим.

ADATA SSD SU800 512GB ASU800SS-512GT

12 тыс. руб.
ADATA, www.adata.com

●●●●○

Достоинства. Применение трехмерной флеш-памяти 3D NAND, высокая надежность.

Недостатки. Высокая цена.



Сводка характеристик. Полупроводниковые накопители

	OCZ RVD400-M22280-512G	ADATA ASP900NS34-256GM-C	Intel SSDSCKKW240 H6X1	Patriot Ignite PE000421-PI120 GSM280SSDR	Transcend TS128GMTS400	ADATA ASU800SS-512GT	Geil GZ25R3-240G	Intel SSDS2C2KW480 H6X1
Компания-изготовитель	OCZ Storage Solutions — A Toshiba Group Company	ADATA Technology	Intel	Patriot Memory	Transcend Information	ADATA Technology	Geil	Intel
Сайт	www.ocz.com	www.adata.com/ru	www.intel.com	www.patriotmemory.com	ru.transcend-info.com	www.adata.com/ru	www.geil.com.tw	www.intel.com
Паспортная емкость, Гбайт	512	256	240	120	128	512	240	480
Розничная цена*	НД	НД	НД	3770	3870	9520	4500	11470
Стоимость 1 Гбайт емкости, руб.	НД	НД	НД	31,42	30,23	18,59	18,75	23,90
Интерфейс	PCIe 3.0 x4 NVMe	PCIe 3.0 x4 NVMe	PCIe 3.0 x4 NVMe	PCIe 3.0 x4 NVMe	PCIe 3.0 x4 NVMe	SATA 6Gb/s	SATA 6Gbit/s	SATA 6Gbit/s
Технология NAND	MLC	MLC	TLC	MLC	MLC	TLC**	MLC	TLC
Контроллер	Toshiba TC58NCP	LSI SF-2281	Silicon Motion SM2258	Phison PS3110-S10	Transcend TS6500	Silicon Motion SM2258	Silicon Motion SM2256	Silicon Motion SM2258
MTBF, млн ч	1,5	1,2	1,6	2	НД	2	2,5	1,6
Гарантия, лет	5	3	5	3	3	3	3	5
Формфактор	M.2 2280, плата PCIe	M.2 2242	M.2 2280	M.2 2280	M.2 2242	2,5-дюйм	2,5-дюйм	2,5-дюйм
Габариты, мм	22×2,2×80	22×3,5×42	22×2,4×80	22×3,8×80	22×3,5×42	70×7×100	70×7×100	70×7×100
Масса, г	7	4	7	9	11	48	НД	65

* По состоянию на 15 сентября 2016 г. ** Данные из неофициальных источников. НД — нет данных.

Инвестиции в трехмерную память начнут окупать себя лишь в тот момент, когда логика дальнейшего развития рынка потребует от производителя значительно увеличить емкость предлагаемых им микросхем NAND. В то время когда конкуренты будут вынуждены внедрять у себя дорогостоящие техпроцессы с меньшим характерным масштабом, заводчик 3D NAND сможет приниматься за стрижку купонов, — его технологии на тот момент окажутся уже полностью обкатанными.

Кроме использования 3D TLC NAND, накопители из серии ADATA Ultimate SU800 с контроллером Silicon Motion SM2258 могут использовать двойную подсистему кэширования данных, которая содержит как типичный для полупроводниковых устройств хранения DRAM-кэш, так и дополнительный механизм SLC Caching, подразумевающий выделение части трехуровневых ячеек накопителя для применения исключительно в одноуровневом режиме. А это заметно повышает скорость взаимодействия контроллера с размещенными в них данными.

Паспортные значения предельных скоростей последовательного чтения и записи данных составляют для изученной нами 512-Гбайт модели

с артикулом ASU800SS-512GT 560 и 520 Мбайт/с соответственно. Наши измерения дают весьма похожую картину: *максимальные* скорости последовательного чтения и записи для этого накопителя по данным AIDA64 Engineer составляют 525,4 и 492,6 Мбайт/с соответственно, тогда как CrystalDiskMark в режиме Seq Q32T1 дает 562,3 и 514,7 Мбайт/с для чтения и записи соответственно. Лучшим достижением рассматриваемого накопителя в тесте Iometer стали 47 667 IOPS (испытание «рабочая станция/64»).

Как видно, CrystalDiskMark показывает картину, практически точно соответствующую заявленной. Однако более детальные графики AIDA64 Engineer свидетельствуют, что после заполнения примерно 30% емкости накопителя (судя по всему, именно столько занимает его псевдо-SLC-кэш) наблюдается резкое падение скорости записи, так что в итоге *среднее* значение скорости последовательной записи по итогам AIDA64 Engineer оказывается на уровне 200,5 Мбайт/с.

«Ступенька» на графике зависимости мгновенной скорости записи от текущего заполнения доступного объема накопителя наблюдалась и при смене тестового стенда на резервный. Вдобавок сам изготовитель честно

упоминает о кэшировании данных методом псевдо-SLC, так что недостатком подобную особенность считать нельзя. Особенно если учесть, что 30% от полной емкости модели ASU800SS-512GT — это примерно 180 Гбайт, и столько данных за один раз даже самый отъявленный энтузиаст на свой SSD вряд ли часто будет записывать.

Гарантия на ADATA Ultimate SU800 дается трехлетняя, показатель MTBF заявлен на уровне 2 млн ч, что позволяет считать накопители этой серии вполне подходящими для высокопроизводительных ПК самого различного назначения. Цена, правда, высоковата по сравнению с аналогами на планарных NAND-микросхемах.

Geil Zenith R3 240GB GZ25R3-240G

Тайваньская компания Silicon Motion, наверняка мало известная даже просвещенным компьютерным энтузиастам, в последнее время значительно наращивает поставки своей продукции на рынок полупроводниковых накопителей. Просто продукция эта — не сами SSD, а контроллеры для них, которые обыкновенно (вместе с нанесенным на них логотипом компании-изготовителя) скрываются либо под бумажными наклейками на накопителях типа M.2, либо под алюминиевыми

Patriot Spark PE000415-PSK256GS25SSDR	SanDisk SDSSDA-240G-G25	SanDisk SDSSDA-480G-G25	Silicon Power SP240GBSS3S5S25	Toshiba HDTS451EZSTA	Transcend TS256GSSD370S
Patriot Memory	SanDisk	SanDisk	Silicon Power Computer & Communications	Toshiba Corp.	Transcend Information
www.patriotmemory.com	ru.sandisk.com	ru.sandisk.com	www.silicon-power.com	toshiba.semicon-storage.com	ru.transcend-info.com
256	240	480	240	512	256
2870	4500	7700	4700	НД	5970
11,21	18,75	16,04	19,58	НД	23,32
SATA 6Gbit/s	SATA 6Gbit/s	SATA 6Gbit/s	SATA 6Gbit/s	SATA 6Gbit/s	SATA 6Gbit/s
TLC**	MLC**	MLC**	MLC**	MLC	MLC
Phison PS3111-S11	НД	НД	Phison PS3108-S8	Toshiba TC358790	Transcend TS6500
2	1,75	1,75	НД	1,5	НД
3	5	5	3	5	3
2,5-дюйм	2,5-дюйм	2,5-дюйм	2,5-дюйм	2,5-дюйм	2,5-дюйм
70×7×100	70×7×100	70×7×100	70×7×100	70×7×100	70×6,8×100
79	НД	НД	74	49	63

кожухами 2,5-дюйм моделей с интерфейсами SATA.

Вот и полупроводниковый накопитель GeiL Zenith R3 240GB GZ25R3-240G, который принимает участие в очередных наших сравнительных испытаниях, тоже построен с использованием контроллера Silicon Motion, — модели SM2256K. Совместно с ним работает неанонсированный объем кэширующей памяти DRAM, а также 16-нм планарная TLC NAND суммарным заявленным объемом (для рассматриваемого нами образца) 240 Гбайт.

Паспортные значения предельных скоростей последовательного чтения и записи данных составляют

для GeiL Zenith R3 240GB GZ25R3-240G 550 и 510 Мбайт/с соответственно. Лучше всего этим значениям соответствуют результаты измерений с использованием пакета CrystalDiskMark в режиме Seq Q32T1: 558,2 и 504,6 Мбайт/с для чтения и записи соответственно. Наивысшим достижением рассматриваемого накопителя на тесте Iometer стали 21 256 IOPS (испытание «рабочая станция/64»).

Измерения же тестовым пакетом AIDA64 Engineer демонстрируют вполне ожидаемую для SSD умеренного ценового диапазона «ступеньку» на графике зависимости мгновенной скорости записи от заполненного данными объема накопителя. Разброс

между минимальным и максимальным значениями этой скорости велик — 76,1 и 310,6 Мбайт/с, а среднее значение очень низко для полупроводникового устройства (да что там, даже для многих современных НЖМД!) — 87,0 Мбайт/с.

«Ступенька» образуется, как мы уже отмечали, из-за выделения части TLC-ячеек NAND на формирование квази-SLC-кэша и в наиболее распространенных сценариях эксплуатации SSD практически никак себя не проявляет. О чем, собственно, и свидетельствует высокий показатель скорости записи, который CrystalDiskMark выдает в весьма приближенном к реальности тестовом сценарии Seq Q32T1.

GeiL Zenith R3 240GB GZ25R3-240G с заявленным показателем MTBF на уровне 2,5 млн ч и весьма привлекательной ценой очень неплохо подойдет для решения повседневных задач, не связанных с частой одноментной записью больших (хотя бы в десятках гигабайт) объемов данных. С частыми короткими запросами на запись он справляется великолепно, так что в качестве замены 2,5-дюйм НЖМД для рабочего ноутбука, на котором предполагается работать с документами, этот накопитель подойдет просто идеально.

Intel 540s SSD 480GB SSDSC2KW480H6X1

Как мы уже отмечали при рассмотрении M.2-модификации Intel 540s, полупроводниковые накопители этого семейства не содержат компонентов, выпущенных самой Intel. Контроллер Silicon Motion SM2258G, 16-нм память TLC NAND под маркой SK Hynix, 512-Мбайт буфер DDR3L-1600 DRAM компании Nanya, — разве что упаковано все это в данном случае в 2,5-дюйм корпус толщиной 7 мм. Буфер из ячеек псевдо-SLC здесь, судя по проведенным при помощи AIDA64 Engineer измерениям, присутствует, как и во множестве TLC-накопителей того же формата.

Справедливости ради отметим, что пресловутая «ступенька» на графике зависимости мгновенной скорости записи от заполненного данными объема

GeiL Zenith R3 240GB GZ25R3-240G

4700 руб.

GeiL Memory, www.geil.com.tw

●●●●○

Достоинства. Привлекательная цена, внушительный показатель MTBF.

Недостатки. Значительный разброс между минимальной и максимальной скоростями записи.



Intel 540s SSD 480GB SSDSC2KW480H6X1

13 тыс. руб.

Intel, www.intel.com

●●●●○

Достоинства. Слабо выраженная «ступенька» на графике скорости записи, отличное фирменное ПО Intel, высокая надежность.

Недостатки. Высокая цена.



накопителя для модели с артикулом SSDSC2KW480H6X1 не столь ярко выражена, как у прочих. Разброс между минимальным и максимальными значениями скорости записи заметен, но не ужасающ: от 116,9 до 486,5 Мбайт/с со средним на уровне 135,6 Мбайт/с.

При этом паспортные значения предельных скоростей последовательного чтения и записи данных составляют для изученного нами Intel 540s SSD 480GB 560 и 480 Мбайт/с. Отличное соответствие этим параметрам демонстрируют результаты исполнения пакета CrystalDiskMark в режиме Seq Q32T1: 560,9 и 499,4 Мбайт/с для чтения и записи соответственно. Наивысшим достижением рассматриваемого накопителя в тесте Iometer стали 27 176 IOPS (испытание «рабочая станция/64»).

Один из наиболее дорогих в своей группе, Intel 540s SSD 480GB привлекает, тем не менее, весьма добродетельное внимание сразу по нескольким причинам. Во-первых, это фирменное программное сопровождение Intel, от внутреннего шифрования данных по 256-разрядному алгоритму AES (прямо скажем, редкость для несерверных TLC-накопителей) до неимоверно полезного в повседневной работе набора утилит SSD Toolbox (включающего Intel SSD Optimizer, Intel Data Migration и Intel Rapid Storage Technology).

Во-вторых, нельзя сбрасывать со счетов пятилетнюю гарантию — тоже не самую типичную опцию для полупроводниковых накопителей с TLC NAND. При этом показатель MTBF для модели с артикулом

SSDSC2KW480H6X1 относительно невелик, всего 1,6 млн ч. И это лишний раз подчеркивает: наилучшим образом она проявит себя в таких задачах, которые предусматривают частую и интенсивную запись данных сравнительно небольшими (не более нескольких гигабайт единомоментно) блоками.

Patriot Spark 256GB PE000415-PSK256GS25SSDR

Благодаря инженерам, которые неустанно трудятся над оптимизацией производства полупроводниковых накопителей, в наши дни ценовой разрыв между НЖМД и самыми бюджетными SSD сократился до невиданной прежде дистанции, не превышающей уже половины десятичного порядка. Конечно, наиболее дешевые накопители на базе памяти NAND не бьют рекордов скорости (особенно при записи больших объемов данных), но во множестве отношений все равно оказываются привлекательнее старых добрых жестких дисков.

Пример подобного полупроводникового накопителя являет собой недавно, в самый канун лета 2016 г.,

выпущенная серия SSD Patriot Spark, 256-Гбайт представителя которой с артикулом PE000415-PSK256GS25SSDR мы изучили в рамках нынешнего сравнительного тестирования. Этот 2,5-дюймовый накопитель построен на базе достаточно нового контроллера Phison PS3111-S11 и памяти TLC NAND, сопровождается трехлетней гарантией, имеет MTBF на уровне 2 млн ч и обеспечивает, по заявлению изготовителя, скорости последовательного чтения/записи до 555/500 Мбайт/с.

Замеры, сделанные в тестовой лаборатории PC Magazine/RE посредством утилиты CrystalDiskMark в режиме Seq Q32T1, демонстрируют результаты, близкие к заявленным: 560,3 и 477,6 Мбайт/с для чтения и записи соответственно. Наивысшим достижением рассматриваемого накопителя на тесте Iometer стали, правда, всего только 5937 IOPS (испытание «файл-сервер/64»).

Достаточно низкие результаты на тесте Iometer, подтвержденные на резервном стенде и оставшиеся в неизменности после оптимизации накопителя с помощью утилит Patriot Tool Vox v1.14 и O&O Defrag 19.5, указывают на возможные сложности, которые данный накопитель может испытывать в ходе записи больших объемов данных. Действительно, запуск AIDA64 Engineer демонстрирует по-прежнему хорошую среднюю скорость последовательного чтения — 500,7 Мбайт/с, — однако «вилка» для этого показателя оказывается значительно шире, чем едва ли не для всех прочих участников рассматриваемой группы: от 350,8

Patriot Spark 256GB PE000415-PSK256GS25SSDR

5500 руб.

Patriot Memory,
www.patriotmemory.com

●●●●○

Достоинства. Хорошая надежность, приемлемая цена.

Недостатки. Низкие показатели производительности.



до 516,5 Мбайт/с. Причем среднее время доступа на тестах чтения весьма неплохое, всего 0,02 с.

Дальше — больше: на тестах записи из состава AIDA64 Engineer накопитель демонстрирует самые невысокие в группе минимальную и максимальную скорости: 58,0 и 133,9 Мбайт/с. Средняя скорость записи тоже не блещет, 74,6 Мбайт/с; меньше, чем у самого медленного по этому параметру НЖМД из представленных на нынешние наши испытания. Среднее время доступа при записи у модели с артикулом PE000415-PSK256GS25SSDR чрезвычайно велико для SSD: 0,41 мс; опять-таки, худшее в группе.

Все приведенные результаты подтверждаются при установке того же самого накопителя на резервный стенд и после проведения всех возможных процедур оптимизации. Тем не менее оговоримся снова, на тестах чтения это устройство проявляет себя как самый добронравный SSD. С учетом весьма привлекательной его цены можно рекомендовать Patriot Spark 256GB для оснащения таких компьютеров, которые в основном будут работать в режиме считывания данных, записанных на накопитель раз и навсегда (либо крайне редко обновляемых/дополняемых). Скажем, в составе специализированного мультимедийного плеера, что используется для вывода рекламных роликов на видеостену или дисплей digital signage.

SanDisk SSD Plus 480GB SDSSDA-480G-G25

Семейство накопителей SanDisk SSD Plus выпущено специально, чтобы вдохнуть новую жизнь в настольные ПК и ноутбуки, которые отчаянно нуждаются в модернизации своей дисковой (именно магнитной дисковой) подсистемы. Не поражающие воображения скоростными характеристиками, эти SSD призваны обеспечить ощутимый прирост производительности ПК в целом, позволяя при этом не поступаться объемом для размещения данных.

В частности, рассматриваемый нами здесь накопитель с артикулом

SanDisk SSD Plus 480GB SDSSDA-480G-G25

8500 руб.

SanDisk, www.sandisk.com

●●●●○

Достоинства. Очень привлекательная цена, неплохие показатели на тестах.

Недостатки. Пластиковый корпус, неведомые внутренние компоненты.



SDSSDA-480G-G25 номинальным объемом 480 Гбайт обойдется в российской рознице всего лишь примерно в 1,5 раза дороже, чем приличный современный 1-Тбайт НЖМД того же формфактора 2,5 дюйма. Серия SSD Plus, доступная отечественным покупателям уже более года, примечательна тем, что SanDisk самым ревностным образом охраняет любые сведения о внутреннем устройстве входящих в нее накопителей. Какой именно контроллер там установлен, какая память и какого изготовителя — неведомо.

При этом результаты испытаний накопителя с артикулом SDSSDA-480G-G25 весьма неплохи. AIDA64 Engineer выявила средние значения скоростей чтения и записи на уровне 521,3 и 341,9 Мбайт/с соответственно. Утилита CrystalDiskMark в режиме Seq Q32T1, как и следовало ожидать, еще более радужно оценивает производительность 480-Гбайт SanDisk SSD Plus: 551,5 Мбайт/с для чтения и 528,0 Мбайт/с для записи. Лучшее достижение модели на тесте Iometer — 15 326 IOPS (испытание «файл-сервер/16»).

В комплект поставки 7-мм по толщине 2,5-дюйм устройства входит рамка-переходник для установки в старые ноутбуки, дисковые отсеки которых рассчитаны на более толстые 9,5-мм накопители. При этом корпус SanDisk SSD Plus — пластиковый и неразъемный (по крайней мере если не задаваться целью вывести устройство из строя).

Именно это, кстати, мешает добраться в прямом смысле до сути и просто взглянуть на маркировку

микросхем внутри корпуса накопителя. Известно, что прошлогодние версии снабжались одним из контроллеров производства уже знакомой читателям нашего обзора тайваньской компании Silicon Motion. Вполне вероятно, что и протестированный нами экземпляр построен на базе управляющей микросхемы под той же маркой, а также TLC NAND, — иначе трудно объяснить его невысокую розничную цену.

SanDisk SSD Plus 240GB SDSSDA-240G-G25

Еще один накопитель из той же серии SanDisk SSD Plus, только уже номинальным объемом 240 Гбайт, продемонстрировал несколько отличные от своего собрата результаты в ходе проведенных нами измерений. Так, замеры посредством AIDA64 Engineer (операции 2-Мбайт блоками) продемонстрировали средние значения скоростей чтения и записи на уровне 518,7 и 366,3 Мбайт/с соответственно. Утилита же CrystalDiskMark в режиме Seq Q32T1 выявила значения 553,6 Мбайт/с для чтения и 385,9 Мбайт/с для записи. Лучшее достижение модели SDSSDA-240G-G25 в тесте Iometer — 5360 IOPS (испытание «файл-сервер/16»).

Обращают на себя внимание, во-первых, почти трехкратное снижение плотности операций ввода-вывода в тесте Iometer, а во-вторых — поразительное согласие скоростей записи данных, полученных пакетами AIDA64 Engineer и CrystalDiskMark. Как мы не раз уже отмечали выше, первый из этих тестовых пакетов производит скрупулезные замеры

производительности накопителя по мере заполнения всего доступного его объема непрерывным потоком данных. Второй же воспроизводит более реалистичный для casualного повседневного использования SSD сценарий — одномоментную повторяющуюся запись ограниченного по объему (чаще всего — 2 Гбайт) блока данных.

Разница между показателями AIDA64 Engineer и CrystalDiskMark для полупроводниковых накопителей с памятью TLC NAND, к числу которых относится и модель с артикулом SDSSDA-240G-G25, чаще всего обусловлена наличием в конструкции устройства буфера псевдо-SLC; участка трехуровневой памяти, который на деле работает в режиме одноуровневой, сохраняя в каждой ячейке единственный бит данных. Размер такого буфера может варьироваться от единиц гигабайт до трети всего объема накопителя; точно оценить его возможно по расположению характерной «ступеньки» на графике, создаваемом AIDA64 Engineer в процессе замера мгновенной скорости записи по мере заполнения SSD тестовой информацией.

Так вот, в случае SanDisk SSD Plus 240GB никакой «ступеньки» на графике не наблюдается. Разница между минимальной и максимальной скоростями записи, зафиксированная AIDA64 Engineer, совсем невелика: 331,0 и 371,2 Мбайт/с. Судя по всему, буфер псевдо-SLC в конструкции этого накопителя отсутствует, и все ячейки его TLC-памяти равноправны.

Несколько сложнее объяснить драматическое снижение показателя IOPS по сравнению с 480-Гбайт моделью

Silicon Power S55 240GB SP240GBSS3S55S25

4800 руб.

Silicon Power, www.silicon-power.com

●●●●○

Достоинства. Проверенные временем компоненты, привлекательная цена.

Недостатки. Отсутствуют сведения о надежности накопителя.



из той же самой серии SanDisk SSD Plus. Однако снижение это зафиксировано вполне объективно и подтверждено нами на резервном стенде. Запуск сторонних утилит дефрагментации и очистки накопителя ситуации не исправил, а в фирменном пакете служебных утилит Sandisk SSD Toolkit отсутствует команда TRIM, — даже функциональность SMART не поддерживается. Так что остается просто принять этот показатель к сведению.

Silicon Power S55 240GB SP240GBSS3S55S25

Принял в наших испытаниях участие и SSD на базе не самого нового, уже более четырех лет присутствующего на рынке, восьмиканального контроллера Phison PS3108-S8, Silicon Power S55 240GB с артикулом SP240GBSS3S55S25. Впрочем, судить о рабочих характеристиках накопителя в целом лишь по новизне его контроллера крайне опрометчиво, что подтверждает пример совсем вроде бы архаичного SandForce SF-2281, до сих пор с успехом используемого во множестве вполне современных SSD.

Тайваньская компания Phison, которая изначально разрабатывала свои

контроллеры для скромных USB-накопителей на базе флеш-памяти, со временем стала предлагать своим контрагентам полноценные платформы для выпуска SATA-накопителей с памятью NAND. Помимо собственно контроллера, в состав такой платформы входит печатная плата для размещения его и микросхем памяти, а также фирменное управляющее ПО. Собственно, по такой же схеме работала и SandForce (как будучи независимым разработчиком, так и после покупки ее LSI Corporation, а затем и Seagate Technology).

Под кожухом 2,5-дюйм корпуса Silicon Power S55 240GB в связке с контроллером Phison PS3108-S8 трудятся 19-нм флеш-память MLC NAND компании Toshiba и 512-Мбайт кэш DRAM DDR3-1333. Заявленные показатели максимальной скорости устойчивого чтения и записи — 556 и 480 Мбайт/с, гарантийный срок — три года. Никаких сведений о надежности накопителя (MTBF, гарантированное число циклов полной перезаписи, AFR и т. п.) компания-производитель не предоставляет. Розничная цена в пересчете на 1 Гбайт пространства для модели с артикулом SP240GBSS3S55S25 — одна из лучших в рассматриваемой группе, что, безусловно, прибавит модели популярности.

Наши испытания утилитой AIDA64 Engineer выявили для Silicon Power S55 240GB средние значения скоростей чтения и записи на уровне 517,1 и 464,2 Мбайт/с соответственно, причем с весьма небольшим разбросом минимальных и максимальных значений в обоих случаях. Эти результаты неплохо согласуются с замерами

SanDisk SSD Plus 240GB SDSSDA-240G-G25

4700 руб.

SanDisk, www.sandisk.com

●●●●○

Достоинства. Приемлемая цена.

Недостатки. Невысокие скоростные характеристики.



при помощи CrystalDiskMark (в режиме Seq Q32T1) — 549,7 Мбайт/с для чтения и 469,9 Мбайт/с для записи. Среднее время доступа для операций чтения составило всего 0,05 мс, записи — 0,06 мс. Лучшее достижение Silicon Power S55 240GB в тесте Iometer — 18 553 IOPS (испытание «рабочая станция/64»).

Разброс между минимальной и максимальной скоростями записи для этого SSD, по данным теста AIDA64 Engineer, невелик: 420,9 и 466,9 Мбайт/с. Отрадно видеть, что модель, даже не будучи новинкой, демонстрирует настолько уверенную производительность на тестах записи в сочетании с доступной ценой. Дополнительным аргументом в пользу приобретения именно этого устройства для многих наверняка станет алюминиевый корпус 7-мм толщины, отлично подходящий для монтажа в соответствующие отсеки подавляющего большинства ноутбуков.

Toshiba Q300 Pro SSD 512GB HDT5451EZSTA

Полупроводниковые накопители Toshiba из новой серии Q300 Pro присутствуют на российском рынке уже почти год и относятся к довольно-таки дорогостоящим. Цена гигабайта емкости для участвовавшей в испытаниях модели практически вдвое выше, чем для большинства «одноруппников». Причина в том, что вместо привычной для нижнего диапазона цен TLC NAND здесь нашло применение двухуровневая память MLC (19-нм, под собственной маркой Toshiba).

Функционирует устройство в 7-мм по толщине металлическом корпусе под управлением фирменного контроллера Toshiba TC358790. Заявленные максимальные установившиеся скорости чтения и записи — 550 и 520 Мбайт/с соответственно, показатель надежности MTBF — 1,5 млн ч. Общий объем данных, который возможно записать на накопитель до выхода того из строя (Total Bytes Written, TBW), — 320 Тбайт. Гарантийный срок эксплуатации — пять лет.

Хотя официальная спецификация модели с артикулом HDT5451EZSTA

на сайте изготовителя содержит упоминание об адаптивном буфере псевдо-SLC, явно выраженной «ступеньки» наши замеры с использованием пакета AIDA64 Engineer не выявили. Разброс между минимальной и максимальной зафиксированными скоростями записи совсем мал: 482,0 и 484,5 Мбайт/с. Это может свидетельствовать как о меньшем влиянии псевдо-SLC-кэширования на производительность MLC-накопителя по сравнению с TLC, так и о более совершенных алгоритмах самой процедуры кэширования, реализованных во встроенном ПО контроллера TC358790.

Наши испытания утилитой AIDA64 Engineer выявили для Toshiba Q300 Pro SSD 512GB средние значения скорости чтения и записи на уровне 513,8 и 464,2 Мбайт/с соответственно, причем с весьма небольшим разбросом минимальных и максимальных значений в обоих случаях. Среднее время доступа для операций чтения составило всего 0,07 мс, записи — 0,03 мс. Замеры при помощи CrystalDiskMark (в режиме Seq Q32T1) дают результаты, практически соответствующие паспортным: 552,1 Мбайт/с



Toshiba Q300 Pro SSD 512GB HDT5451EZSTA

16 тыс. руб.

Toshiba, toshiba.semicon-storage.com



Достоинства. Отличная производительность, хорошая надежность.

Недостатки. Высокая цена.

для чтения и 518,9 Мбайт/с для записи. Лучшее достижение модели с артикулом HDT5451EZSTA на тесте Iometer — 37 346 IOPS (испытание «файл-сервер/64»).

Высочайшая стабильность скоростных характеристик (особенно в тестах записи), длительный срок гарантии и удачный комплект поставки, который включает переходник для монтажа в 9,5-мм ноутбучные отсеки, делают Toshiba Q300 Pro SSD 512GB привлекательным решением и для модернизации уже имеющихся ПК, и для использования при сборке новых в качестве системного накопителя. Цена, безусловно, высоковата, — но с технической точки зрения, как нам представляется, вполне оправдана.

Transcend 256GB SSD 370S TS256GSSD370S

Еще один довольно дорогой SSD из SATA-подкатегории наших испытаний, Transcend 256GB SSD 370S с артикулом TS256GSSD370S, также оправдывает свою внушительную цену использованием двухуровневой MLC-памяти вместо уже привычной для 2,5-дюйм полупроводниковых накопителей TLC NAND.

Металлический корпус стандартной для класса «замена ноутбучного НЖМД» 7-мм толщины позволяет разместить накопитель практически в любом допускающем подобную процедуру мобильном ПК. В комплект поставки входит также рамка-переходник для установки в 3,5-дюйм монтажный отсек «башенного» системного блока — специально для тех, кто приобретает SSD для размещения системного раздела своего настольного ПК.

Изученная модель работает под управлением фирменного контроллера Transcend TS6500 и использует для размещения данных синхронную память MLC NAND (технологические нормы, в соответствии с которыми та выпущена, изготовителем не указаны). Гарантия распространяется лишь на три года, заявленные скорости установившихся последовательных чтения и записи — 520 и 460 Мбайт/с соответственно. Весьма

Transcend 256GB SSD 370S TS256GSSD370S

7 тыс. руб.
Transcend, www.transcend-info.com

●●●●●

Достоинства. Очень хорошие скоростные показатели, отсутствие «ступеньки» на графике скорости записи.

Недостатки. Довольно высокая цена.



широк разброс показателя надежности Total Bytes Written (TBW): «от 45 до 1180 Тбайт в зависимости от модели». Учитывая, что в семействе Transcend SSD 370S представлены накопители номинальным объемом от 32 Гбайт до 1 Тбайт, можно сделать вывод, что для рассматриваемой нами 256-Гбайт модели величина TBW составляет около 300 Тбайт.

Наши испытания утилитой AIDA64 Engineer выявили для Transcend 256GB SSD 370S средние значения скоростей чтения и записи на уровне 522,4 и 385,7 Мбайт/с соответственно, причем с достаточно небольшим разбросом минимальных и максимальных значений в обоих случаях. Среднее время доступа для операций и чтения, и записи составило всего 0,03 мс. Замеры при помощи CrystalDiskMark (в режиме Seq Q32T1) выявили результаты, несколько отличные от официально заявленных: 561,0 Мбайт/с для чтения и 393,4 Мбайт/с для записи. Лучшее достижение модели на тесте Iometer — 38 072 IOPS (испытание «рабочая станция/64»).

Как свидетельствуют наши измерения, данный SSD демонстрирует чуть более высокую, чем паспортное значение, скорость чтения и несколько сниженную скорость записи данных. Без бросающейся в глаза «ступеньки», впрочем: в этой ценовой категории накопители демонстрируют достойную стабильность рабочих характеристик. Неплохой показатель TBW и полезные фирменные утилиты, которыми сопровождается устройство, также свидетельствуют в его пользу. Еще бы чуть продлить гарантийный срок!

НЖМД типоразмера 2,5 дюйма WD Blue WD10J31X

Несколько лет назад каждый анонс гибридного накопителя, сочетающего медленные магнитные пластины со скоростным полупроводниковым кэшем, сопровождался громом маркетинговых фанфар и конфетти прес-релизов. Прошлогодний же выход на рынок сразу двух гибридных моделей в семействе WD Blue, 3,5-дюйм WD40E31X и 2,5-дюйм WD10J31X, прошел почти незаметно даже для компьютерных энтузиастов.

Оно, впрочем, и понятно: предназначаются такие устройства для крупных сборщиков компьютеров, а не для розничного рынка самосборки (хотя и на нем оказываются представлены). В нашем распоряжении оказался накопитель WD Blue WD10J31X с номинальной емкостью 1 Тбайт (фактически 932 Гбайт), 64-Мбайт DRAM-буфером и 8-Гбайт кэшем MLC NAND. Частота вращения магнитных пластин составляет 5400 об/мин, что и обуславливает в итоге достаточно невысокие

WD Blue WD10J31X

6 тыс. руб.
WD, www.wdc.com

●●●●○

Достоинства. Удачное промежуточное (гибридное) решение для целого ряда сценариев.

Недостатки. Невысокие скоростные показатели на синтетических тестах.



показатели этой модели по итогам наших испытаний.

Тестовый пакет HD Tune Pro 5.60 выявил для WD Blue WD10J31X значения 85,7/87,0 Мбайт/с для средних скоростей считывания и записи (соответствующие времена доступа — 16,8 и 16,4 мс). Наивысшее достижение этой модели на тесте Iometer — 94 IOPS в сценарии «файл-сервер/64». Впрочем, для гибридного накопителя столь невысокие результаты — вовсе не приговор.

Вся суть NAND-кэширования — в том, что чаще всего востребованные ОС, программным обеспечением или пользователем данные со временем дублируются в быстрой буферной полупроводниковой памяти, тогда как прочая информация остается лишь на магнитных пластинах.

Таким образом, в реальных (не тестовых!) сценариях с упорным повторением одних и тех же действий за компьютером — например, его включения каждое утро, последовательного запуска Web-браузера, почтовой программы, текстового редактора и т. п. — пиковый прирост производительности может оказаться немалым.

При обращении гибридного накопителя к данным, хранимым в NAND-кэше, скорость работы с ним будет де-факто такой же, как с хорошим SSD. В условиях синтетического теста с нарочито неструктурированными данными воспроизвести подобный прирост производительности невозможно, но для целого ряда реальных ситуаций он будет иметь место.

Гибридные диски и в наши дни, пока SSD все еще остаются заметно дороже «чистых» НЖМД, продолжают

сохранять свою привлекательность как раз из-за своего промежуточного положения между двумя этими категориями накопителей — и в смысле цены, и в отношении валовой производительности. Приятным бонусом для покупателей WD Blue WD10J31X станет прилагаемая к нему утилита Acronis True Image WD Edition.

НЖМД типоразмера 3,5-дюйма WD Gold WD8002FRYZ

Маркетологи WD подобрали, без увеличения, великолепное наименование для новейшей серии своих НЖМД, анонсированной лишь весной нынешнего года и предназначенной в первую очередь для оснащения ЦОД. Семейство WD Gold изготавливается не из золота, но розничная цена его представителей почти вдвое превосходит такую для равных им по емкости моделей из куда более скромной серии Red, ориентированной на малые NAS.

Точнее, область позиционирования WD Gold включает и центры обработки данных, и сетевые системы хранения (мало/среднего масштаба), включая виртуальные ленточные библиотеки, и даже отдельные серверы. Напомним, что, кроме «цветных» семейств накопителей, в ассортименте WD есть еще обособленные «серверные» серии, обозначаемые двухбуквенными сочетаниями (Re, Se). Судя по широте спектра характеристик различных представителей семейства Gold, можно предполагать, что в будущем все серверные решения компании окажутся именно в нем.

Например, одна из старших моделей WD Gold на 8 Тбайт заполняется гелием и герметизируется с использованием фирменной технологии HelioSeal, тогда как 6- и 4-Гбайт представители того же семейства в подобных изысках не нуждаются (и потому, кстати, демонстрируют более дружелюбные к индивидуальному пользователю цены за 1 Гбайт емкости). Зато у 6-Тбайт WD Gold имеется NAND-кэш.

Нам для испытаний досталась как раз «гелиевая» 8-Тбайт модель WD8002FRYZ с фактической емкостью 7452 Гбайт, 128-Мбайт DRAM-буфером и частотой вращения пластин 7200 об/мин. Показатель MTBF

WD Gold WD8002FRYZ

41 тыс. руб.

WD, www.wdc.com



Достоинства. Заполнение гелием, высокая надежность, очень хорошие скоростные показатели.

Недостатки. Очень высокая цена.



для нее заявлен на уровне 2,5 млн ч, рекомендованный объем данных для ежедневной записи не должен превышать 18,9% полной емкости (в годовом эквиваленте — 550 Тбайт). Гарантийный срок — пять лет.

Тестовый пакет HD Tune Pro выявил для WD Gold WD8002FRYZ значения средних скоростей считывания/записи 165,0/164,6 Мбайт/с (соответствующие времена доступа — 13,3 и 4,4 мс). Наивысшее достижение этой модели на тесте Iometer — 178 IOPS в сценарии «рабочая станция/256». При этом во всех сценариях этого теста наблюдается последовательное увеличение показателя IOPS с ростом нагрузки от единичного потока ввода-вывода до 256, что лишний раз подчеркивает ориентированность данного НЖМД именно на серверные приложения.

WD Gold WD8002FRYZ — устройство достаточно шумное (36 дБ в режиме поиска данных), однако из-за гелиевого наполнения не самое энергоемкое — 7,4 Вт. Накопитель конструктивно оптимизирован для использования в высокоплотных RAID-массивах, содержит средства мониторинга и компенсации линейной и вращательной вибрации, а его магнитные головки снабжены двойными позиционерами.

Фирменная технология быстрой ситуативной коррекции ошибок (Time-Limited Error Recovery Technology, TLER) позволяет НЖМД дольше работать без необходимости проведения длительной стандартной процедуры коррекции. Наконец, покупатели всех моделей серии WD Gold получают эксклюзивную фирменную поддержку в режиме 24/7, — еще бы, за такие-то деньги! Энтузиастам сверхвысоких технологий следует иметь в виду, что

использовать подобный накопитель сам по себе не слишком осмысленно, — его насыщенная функциональность проявляет себя наилучшим образом в составе многодисковых RAID-массивов.

WD Red WD80EFZX

Главная проблема традиционных НЖМД в том, что их пластины вращаются. Само по себе это не так уж критично; за долгие десятилетия эволюции механические компоненты жестких дисков достигли практически совершенства, так что отказ НЖМД из-за сбоя его подвижных элементов сегодня исключен. Однако помимо вращения как такового, для работы НЖМД необходим еще и воздух. И вот это уже тянет на проблему.

Если бы головки чтения-записи удерживали над магнитными пластинами абсолютно жесткие штанги, не составило бы никакого труда вакуумировать внутренний объем НЖМД — и снять в результате с повестки дня упомянутую проблему. Увы, для размещения подлинно жесткого коромысла между пластинами в вакууме — учитывая, насколько невелик в современных НЖМД зазор между ними, — пришлось бы изготавливать его из чего-то вроде сплава платины с иридием.

Да и то не факт, что подобная штанга не стала бы гнуться под действием силы тяготения или хотя бы вибрировать в процессе работы накопителя. А значит, сохранялся бы риск соприкосновения головки с поверхностью диска — что моментально приводит к физической порче накопителя и достаточно быстрому выходу его из строя.

Сводка характеристик. Магнитные и гибридные накопители

	2,5-дюйм WD Blue WD10J31X	3,5-дюйм WD Blue WD40E31X	WD Black WD6001FZWX	WD Gold WD8002FRYZ	WD Red WD80EFZX
Компания-изготовитель	WD	WD	WD	WD	WD
Сайт	www.wdc.com	www.wdc.com	www.wdc.com	www.wdc.com	www.wdc.com
Паспортная емкость, Тбайт	1	4	6	8	8
Розничная цена*, руб.	6300	13000	22700	40700	24700
Стоимость 1 Гбайт емкости, руб.	6,30	3,25	3,78	5,09	3,09
Скорость вращения, об/мин	5400	5400	7200	7200	5400
Емкость кэш-буфера, Мбайт	64	64	128	128	128
Типичный уровень шума в режимах ожидания/поиск, дБ	24/25	25/26	31/34	20/36	20/29
Потребляемая мощность под нагрузкой (поиск), Вт	1,65	6	10,6	7,4	6,4
Емкость флеш-памяти	8	8	НП	НП	НП
Гарантия, лет	3	3	3	3	3
Толщина, мм	9,5	25,4	26	26	26
Масса, г	120	450	720	650	650

* По состоянию на 15 сентября 2016 г. НП — неприменимо.

Отколотые от поверхности частицы магнитного покрытия стали бы носиться во внутреннем пространстве НЖМД, сталкиваясь с другими пластинами, выбивая из них новые осколки — и так без конца.

Именно поэтому современные НЖМД «дышат». Содержащийся в них атмосферный воздух при быстром вращении пластин образует, благодаря эффекту Бернулли, воздушную подушку, на которой и покоятся коромысла с магнитными головками. Риск случайного соприкосновения головок с пластинами сводится к минимуму, однако

платой за это становится необходимость выравнять внутреннее давление в главной камере НЖМД с атмосферным.

Иными словами, жесткому диску необходимы окошки, пропускающие «забортный» воздух и выпускающие наружу внутренний при повышении давления. Конечно, защищенные НЕРА-фильтрами, плотными, но все же не способными противостоять целому классу органических и неорганических паров, которые могут встречаться в атмосфере квартиры, офиса и даже ЦОД. Со временем воздействие таких паров вполне может приводить к деградации магнитного покрытия дисковых пластин.

Появившиеся не слишком давно герметичные диски с гелиевым наполнением решают проблему «дышащих» НЖМД кардинально. Гелий — достаточно плотный газ, чтобы обеспечить надежную поддержку головок благодаря эффекту Бернулли. В то же время он существенно менее плотен, чем атмосферный воздух, так что никакое повышение давления на стенки дисковой камеры вследствие раскручивания пластин не окажется настолько сильным, чтобы соперничать с давлением атмосферы снаружи.

Герметизация внутреннего объема НЖМД позволяет не только снизить его энергопотребление (сопротивление гелиевой среды вращению пластин существенно ниже, чем воздушной), но и продлевает срок службы накопителя. Удовольствие это достаточно затратное, так что первыми наполнились

гелием по-настоящему емкие (8-Тбайт и более) корпоративные жесткие диски. И вот буквально в этом году, весною, настал черед потребителей попроще, — когда компания WD выпустила первый заполненный гелием накопитель WD80EFZX в серии Red, рассчитанной на оснащение RAID-шасси начального уровня с числом дисков от двух до шести.

Этот 3,5-дюймовый накопитель с частотой вращения пластин 5400 об/мин и 128-Мбайт DRAM-буфером характеризуется показателем MTBF на уровне 1 млн ч и трехлетней ограниченной гарантией. Энергопотребление на операциях чтения/записи у него составляет 6,4 Вт, уровень шума в состоянии бездействия — 20 дБ, при поиске данных — 29 дБ. Тестовый пакет HD Tune Pro выявил для WD Red WD80EFZX значения средних скоростей считывания/записи 144,0/142,9 Мбайт/с (соответствующие времена доступа — 16,0 и 11,1 мс). Наивысшее достижение этой модели на тесте Iometer — 137 IOPS в сценарии «рабочая станция/256».

Цена изученного нами НЖМД достаточно высока — если сравнивать ее, в пересчете на 1 Гбайт, с аналогичной удельной розничной ценой для «дышащего» 4-Тбайт представителя того же семейства WD Red. Однако TCO для наполненного гелием диска в составе небольшого RAID-массива — даже с учетом не слишком долгой трехлетней гарантии — наверняка окажется более выгодной. Так что заводчикам небольших NAS, домашним энтузиастам



WD Red WD80EFZX

26 тыс. руб.
WD, www.wdc.com



Достоинства. Заполнение гелием, сдержанное энергопотребление.

Недостатки. Высокая цена.



и ИТ-практикам на предприятиях СМБ имеет смысл самым пристальным образом присмотреться к WD Red WD80EFZX.

WD Black WD6001FZWX

Жесткие диски WD «черной» серии всегда были для своего покупателя дорогим удовольствием — но и гарантировали ему наивысшую надежность размещаемых на них данных. Не случайно по розничной цене 6-Тбайт новый представитель этой серии, модель с артикулом WD6001FZWX, практически совпадает с 8-Тбайт моделью семейства Red с гелиевым наполнением. Зато для уверенного сохранения важных данных диски WD Red следует приобретать и использовать как минимум парами (в составе RAID 1), тогда как WD Black достаточно одного.

WD Black WD6001FZWX с частотой вращения пластин 7200 об/мин демонстрирует энергопотребление на операциях чтения-записи на уровне 10,6 Вт, уровень шума в состоянии бездействия — 31 дБ, при поиске данных — 34 дБ. Тестовый пакет HD Tune Pro выявил для него значения средних скоростей считывания/записи 177,3/175,6 Мбайт/с (соответствующие времена доступа — 12,0 и 8,7 мс). Наивысшее достижение этой модели на тесте Iometer — 158 IOPS в сценарии «рабочая станция/256».

При всех очевидных достоинствах модели WD6001FZWX многие компьютерные энтузиасты все равно будут предпочитать монтировать в свои «башни» по два, а то и больше, представителей семейства Red в RAID-массиве для мультимедийных библиотек и прочих данных и устанавливать

WD Blue WD40E31X

14 тыс. руб.

WD, www.wdc.com

●●●●○

Достоинства. Удачное промежуточное (гибридное) решение для целого ряда сценариев.

Недостатки. Невысокие показатели на синтетических тестах.

высокоскоростной SSD — для ОС и приложений. Однако в тех ситуациях, когда в системном блоке имеется пространство лишь для одного 3,5-дюйм накопителя, выбирать в подавляющем большинстве случаев следует именно WD Black. Чтобы не было потом мучительно больно.

WD Blue WD40E31X

К «синим» жестким дискам под маркой WD у компьютерных энтузиастов в прежние времена (помните слово «Caviar»?) отношение было сдержанное: «ни рыба ни мясо». Если требовался недорогой НЖМД с малым потреблением энергии, производительность которого была не особенно важна, — из прейскуранта WD выбрали модель серии Green. Нужен быстрый и надежный магнитный накопитель, пусть даже дорогой и прожорливый в энергетическом смысле, — пожалуйста, Black. Blue же, как промежуточный вариант, пользовался спросом разве что у сборщиков непритязательных «универсальных» домашних ПК.



Новейшее пополнение семейства WD Blue, которое включает и рассматриваемый 3,5-дюйм WD40E31X, выгодно отличается от «безвкусовых» дисков Caviar Blue относительно недавнего прошлого. Эта модель, как и изученный чуть выше WD Blue WD10J31X, — гибридный накопитель с 3726 Гбайт реального пространства на магнитных пластинах (которые вращаются с частотой 5400 об/мин), 64-Мбайт буфером DRAM и 8-Гбайт кэшем MLC NAND.

WD Blue WD40E31X, сопровождаемый трехлетней ограниченной гарантией, демонстрирует энергопотребление на операциях чтения-записи на уровне 6,0 Вт, уровень шума в состоянии бездействия — 25 дБ, при поиске данных — 26 дБ. Тестовый пакет HD Tune Pro выявил для этого НЖМД значения средних скоростей считывания/записи 105,5/112,4 Мбайт/с (соответствующие времена доступа — 19,8 и 15,5 мс). Наивысшее достижение этой модели на тесте Iometer — 101 IOPS в сценарии «рабочая станция/64».

Все оговорки относительно реальной производительности гибридных накопителей, приведенные в отношении модели WD10J31X, полностью справедливы и для WD Blue WD40E31X. С одной лишь поправкой: если 2,5-дюйм представитель этого семейства ориентирован на использование в составе мобильных ПК, то 3,5-дюйм найдет применение в больших настольных системах. Или не очень больших, — медиacentры на платформе x86 в наши дни могут быть весьма компактными, даже если рассчитаны на установку полноформатных НЖМД. **RE**

WD Black WD6001FZWX

23 тыс. руб.

WD, www.wdc.com

●●●●○

Достоинства. Несравненная надежность, высокая производительность.

Недостатки. Внушительная цена, существенное энергопотребление.

