

# Развитие рынка промышленных твердотельных накопителей

Дмитрий Кабачник

На примере продукции одного из ведущих в отрасли производителей SSD-накопителей компании Apsacer Technology в статье рассматриваются основные тенденции развития рынка и технологий промышленных твердотельных накопителей. Анализируются ключевые различия между промышленными и бытовыми SSD.

## ВВЕДЕНИЕ

Проведём небольшой экскурс в недавнюю историю развития твердотельных накопителей (Solid State Drive — SSD). В начале 2010-х годов на рынке были представлены SSD-накопители объёмом 64, 80, 120, 256, 512 Гбайт, отдельные модели имеют ёмкость 0,7, 0,8, 1, 1,6 Тбайт или более. Основными интерфейсами подключения стали SATA III (до 6 Гбайт/с), набирали популярность интерфейсы на базе PCI Express (до 0,5, 1 или 2 Гбайт/с для PCIe Gen2, 1–4 Гбайт/с для PCIe Gen3). Компактные накопители для ноутбуков начали переход от mSATA на NGFF формата M.2 (рис. 1). За 2012 год совокупные поставки SSD в мире составили около 34 млн устройств, основные рынки — это потребительский, серверный и промышленные применения.

В журнале «СТА» уже не раз публиковались материалы об устройстве твердотельных накопителей, поэтому в данной статье мы постараемся не углубляться в техническое устройство SSD-дисков [1, 2], а приведём основные отличия промышленных SSD от бытовых и рассмотрим основные тенденции развития рынка этой продукции.

Сегодня существует большое количество твердотельных накопителей. Они изготавливаются в различных форматах и с самыми разными интерфейсами подключения, от слегка устаревшего PATA, самого распространённого SATA (включая CFast), до скоростных PCI Express.

В целом твердотельный накопитель — это немеханическое полупроводнико-

вое запоминающее устройство на основе микросхем памяти, которое входит в состав различных ПК и других устройств. Управление SSD осуществляется контроллером. Наиболее распространённый вид твердотельных накопителей использует для хранения информации флэш-память типа NAND.

В настоящее время твердотельные накопители применяются не только в компактных устройствах: ноутбуках, нетбуках, коммуникаторах и смартфонах, планшетах, но могут быть использованы и в различных стационарных компьютерах для повышения производительности.

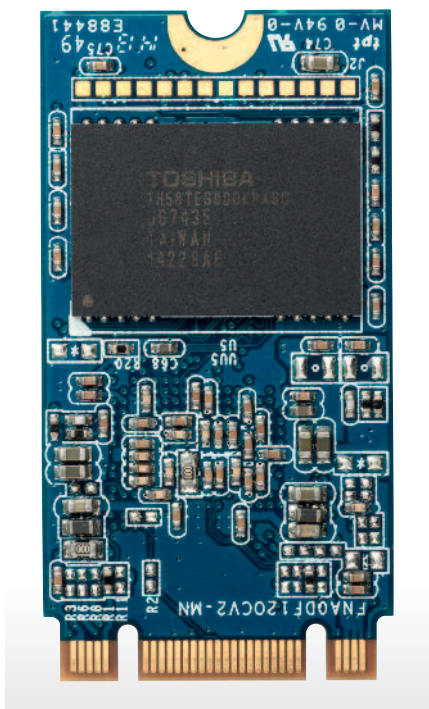


Рис. 1. SSD-накопитель формата M.2

## ЧТО ТАКОЕ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ, И ЧЕМ ОН ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ БЫТОВОГО

Основной функцией промышленного твердотельного накопителя, как и обычного бытового SSD, является долгосрочное энергозависимое хранение данных. Отличия промышленного и бытового накопителя начинаются ещё на стадии проектирования и производства устройства (рис. 2). Производители, которые ориентируются на промышленные или ответственные применения, закладывают в проект накопителя максимально надёжные компоненты, в том числе рассчитанные на расширенный диапазон температур (от –40 до +85°C), если это необходимо для заказчика. Помимо своей надёжности компоненты должны находиться в производстве довольно длительные периоды времени, чтобы производитель мог гарантировать неизменность компонентной базы изделия (так называемый Fixed BOM — Fixed Bill of Materials — перечень материалов/компонентов) в течение 5–10 лет. Такие требования обусловлены зачастую долгим жизненным циклом промышленных изделий — встраиваемых, бортовых, промышленных мобильных ПК и другой продукции, где востребованы твердотельные накопители.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ

Помимо неизменности компонентной базы производители промышлен-

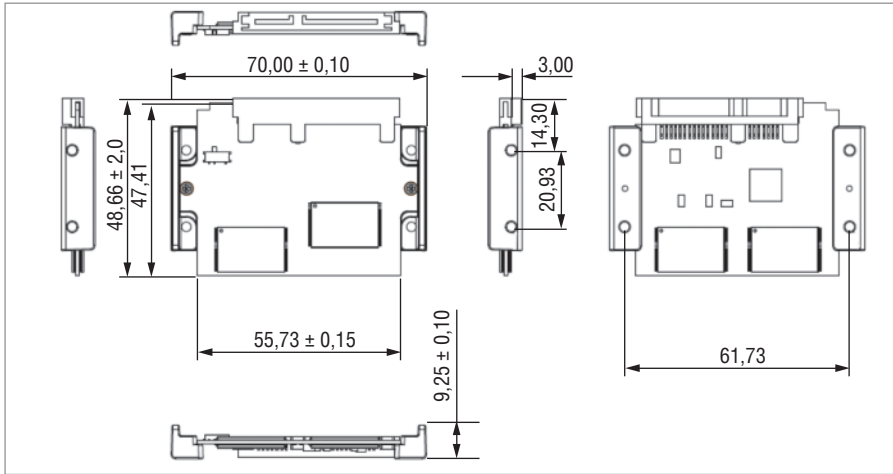


Рис. 2. Размеры накопителя Apacer SAFD25M4

ных накопителей, как правило, обеспечивают качественную техническую поддержку своих пользователей. Распространены такие сервисы, как информирование клиента о снятии модели с производства и формирование склада компонентов для производства старой модели вплоть до окончания проекта у заказчика.

Зачастую заказчику из-за особенностей применяемого ПО или других требований необходимо провести тестирование всей системы в сборе: промышленного ПК, накопителей в нём, оперативной памяти и других компонентов системы на этапе проектирования устройства. Производители твердотельных накопителей, ориентированные на промышленный рынок, например Apacer Technology, всегда идут навстречу клиентам в подобных вопросах и предоставляют образцы своей продукции вкуче с технической поддержкой и консультацией по выбору продукции.

Для бытового применения (ноутбуков, планшетов, смартфонов и т.д.) обычно используются MLC-решения (Multi-Level Cell — многоуровневые ячейки памяти), имеющие ограниченное количество циклов перезаписи (гарантируется в среднем 3000 циклов), которых, тем не менее, вполне хватает для обычных задач, где жизненный цикл изделия не превышает 2–3 лет. Зачастую в бытовой флэш-памяти используются и TLC (Triple Level Cell — трёхуровневые ячейки памяти), известные также как трёхбитовые MLC (MLC-3). TLC обладает меньшей надёжностью, медленной скоростью чтения и записи и существенно меньшим количеством циклов перезаписи по сравнению с SLC и MLC. До настоящего момента память типа TLC NAND использовалась в основном во флэш-карточках, однако совершен-

ствование технологий производства делает возможным её использование и в стандартных SSD.

В промышленных же задачах часто приходится использовать более дорогой вариант флэш-памяти — SLC (SLC, Single-Level Cell — одноуровневые ячейки памяти), количество циклов перезаписи в которых достигает 100 000 (обычно гарантируется 50 000–60 000 циклов). Из-за существенной разницы в стоимости компания Apacer предложила своим клиентам промежуточное решение — технологию SLC Lite (рис. 3), основанную на архитектуре MLC, но с производительностью и надёжностью, улучшенными в несколько раз (гарантированное количество циклов перезаписи составляет 15 000) с помощью специального встроенного программного обеспечения. При этом стоимость такого решения примерно на 40–50% ниже, чем у продукции с SLC-архитектурой.

Apacer проверяет каждый произведённый SSD-модуль. 100% тестирование означает, что вы всегда приобретаете только проверенные модули. Это наиболее полная проверка в данной отрасли. Компания Apacer поставляет только испытанные и совместимые решения, поэтому SSD-накопители и оперативная память от Apacer указаны как рекомендованная продукция у многих производителей промышленных и встраиваемых ПК. В ходе создания устройств компания применяет ряд тех-

нологий, которые как раз и позволяют соответствовать требованиям производителей промышленных ПК, призванным повысить надёжность и сопротивляемость модулей различным неблагоприятным воздействиям и угрозам.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ

Промышленным твердотельным накопителям обычно присущи особые технические характеристики, которые должны быть подтверждены соответствующими испытаниями. Производители промышленных накопителей принимают целый комплекс мер для достижения требуемой надёжности.

Основной характеристикой является, безусловно, диапазон рабочих температур — наиболее простой и понятный критерий, который позволяет идентифицировать принадлежность изделия к промышленному классу. Диапазон рабочих температур промышленной флэш-памяти составляет от –40 до +85°C, а диапазон температур хранения от –50 до +95°C. Обычные твердотельные накопители обладают также весьма неплохим диапазоном рабочих температур от 0 до +70°C, которого, тем не менее, не всегда хватает для промышленной эксплуатации. У обоих типов памяти практически одинаковы рабочие диапазоны влажности: 5–95% и 10–90% без конденсации влаги — и атмосферного давления на высоте 21 км над уровнем моря. Таких показателей, как правило, достаточно для эксплуатации SSD в авиации.

Наработка на отказ (MTBF, Mean Time Between Failures) — расчётный параметр, определяемый качеством микросхемы флэш-памяти и эффективностью коррекции случайных ошибок ECC, а также алгоритмами управления дефектными блоками, которые зависят в том числе и от контроллера, применяемого в SSD-накопителе. Кроме того, схемотехника и программное обеспечение контроллеров промышленных



Рис. 3. Сравнение характеристик флэш-памяти на базе технологий SLC-Lite, SLC и MLC

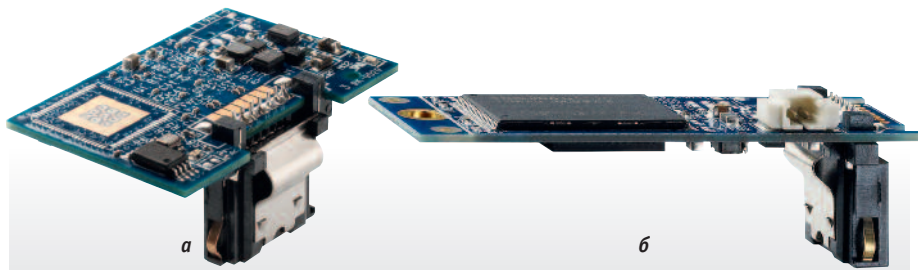


Рис. 4. Накопители серии SDM с креплением под 90°: а – SDM5 7P/90D LP2, б – SDM5 7P/90D MP

SSD сложнее, чем в бытовых или коммерческих SSD. Для промышленных флэш-устройств наработка на отказ превышает 2 млн часов.

Механические испытания проводятся, как правило, по американскому военному стандарту MIL-STD-810G, который пришёл на смену стандарту MIL-STD-810F в октябре 2008 года. Основными критериями, по которым тестируются промышленные твердотельные накопители, являются вибрация (15g), ударная прочность (1500g) и свободное падение на любую грань или угол с высоты более 1,5 м. Металлический корпус позволяет обеспечить для промышленной флэш-памяти высокую степень защиты от проникновения воды и пыли, вплоть до IP57. Улучшить степень механической и электрической защиты позволяет нане-

сение на печатную плату и микросхемы специального конформного покрытия (Conformal Coating), которое не применяется в бытовых устройствах флэш-памяти, подробнее об этом способе будет рассказано в следующем разделе статьи.

### ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Заказные разработки можно назвать одной из важнейших тенденций рынка твердотельных накопителей, так как развитие компьютерной техники постоянно бросает всё новые и новые вызовы производителям комплектующих: уменьшение размера компьютерных устройств, жёсткие условия эксплуатации и др. Производители промышленных накопителей всегда готовы рассмотреть особые требования к своим изделиям. Компания Арасег обладает собственным научно-ис-

следовательским центром, который, помимо разработки новых серийных продуктов, готов осуществить специальную разработку или доработку с учётом особых требований заказчика.

Инженерная группа компании Арасег Technology, занимающаяся созданием твердотельных накопителей, включает в себя высококлассных специалистов, способных разработать надёжное высокоскоростное оборудование для хранения данных. Это даёт возможность производителю предлагать изделия, которые признаны одними из лучших в отрасли. Непрерывно осуществляя конструкторские инновации, компания Арасег улучшает надёжность, безопасность и иные характеристики изделий, значительно увеличивая привлекательность своей продукции.

Простейшим вариантом заказных разработок может служить пыле- и влагозащитное исполнение твердотельных накопителей, так как применение твердотельных накопителей в промышленных вычислительных системах часто связано с суровыми условиями эксплуатации. Затраты на такую защиту минимальны, при этом накопителю может быть присвоена степень защиты вплоть до IP57. Помимо

## WIND RIVER

VxWorks: 20 лет в космосе — полет нормальный!



### Особенности и преимущества VxWorks:

- Настраиваемые домены защиты памяти
- «Жесткое» реальное время: переключение контекста/реакция на прерывание — единицы микросекунд
- Поддержка POSIX API
- Ресурсоемкость: ОЗУ/ПЗУ — сотни килобайт
- Поддержка многопроцессорности (SMP/AMP) и многоядерных процессоров
- Расширенная поддержка сетей TCP/IP (IPv4, IPv6)
- Функции управления энергопотреблением
- Мощный графический пакет Tilcon Graphics Suite
- Мощная интегрированная среда разработки на базе Eclipse
- Поддерживаемые процессоры: x86, ARM, MIPS, PowerPC, ColdFire
- Сертификация МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4/4+/6+, DO-178B уровень A, МЭК 61508 SIL 3, CENELEC EN 50128 и FDA 510(k)
- Открытый исходный текст, возможность построения ОС из исходных текстов

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WIND RIVER

**PROSOFT® 25 лет**

Москва  
С.-Петербург

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама



пыли и влаги возможно обеспечить накопитель защитой от воздействия различных химических элементов и даже радиации. Более подробно с технологиями пыли- и влагозащиты читатели могут ознакомиться в предыдущей статье, посвящённой продукции Apacer [3].

Например, подобное решение потребовалось международной компании Thalys — оператору скоростных поездов, занимающемуся перевозками по линии Париж—Брюссель—Кёльн—Амстердам. Компания Apacer изготовила бескорпусные твердотельные накопители формата 2,5 со степенью защиты от пыли и влаги IP23 и расширенным диапазоном температур от  $-40$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . Помимо этого было доработано программное обеспечение для мониторинга рабочего состояния твердотельного накопителя.

Довольно часто производителю накопителей приходится сталкиваться и с ограничениями по габаритам для своих устройств, например, для встраиваемых систем высотой 1U. Результатами решения подобных проблем стали целые линейки продуктов, такие как серия SDM компании Apacer (рис. 4).

Необходимость в заказных решениях возникает не только из-за ограничений в

размерах накопителя или других требований, вынуждающих прибегать к дополнительным разработкам, которые приводят к определённым затратам для заказчика. Ярким примером кастомизации, удешевляющей используемое решение, может служить применённое компанией Apacer решение для одного из отделений SIEMENS. Клиентом использовались две карты памяти SD-формата с различным доступом: одна с защитой от перезаписи и удаления информации, куда ставилось программное обеспечение заказчика, а вторая без защиты, куда загружался медиаконтент. Компания Apacer предложила использовать одну SD-карту памяти с двумя разделами с идентичными режимами доступа. Таким образом стоимость конечного решения сократилась почти в два раза.

Ещё одним хорошим примером уменьшения итоговой стоимости изделия за счёт кастомизации может послужить создание компанией Apacer накопителя Combo SSD для чешской компании Akkerman. Было предложено использование комбинированного накопителя на основе SLC- и MLC-дисков с ёмкостями 2 и 128 Гбайт соответственно, что также позволило снизить стои-

мость решения на 30—40%. Также были созданы специальные антивибрационные кронштейны, что позволило ещё больше повысить надёжность крепления и защиту от вибрации.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Другим трендом в развитии рынка промышленных SSD является создание и совершенствование производителем собственного программного обеспечения для различных платформ и ОС, которое позволяет осуществлять контроль и диагностику твердотельного накопителя в реальном времени.

Программное обеспечение компании Apacer состоит из двух компонентов — CoreAnalyzer и SSD Widget. Apacer CoreAnalyzer — это инновационная технология, призванная помогать клиентам применять оптимальные SSD и проектировать ещё более надёжные системные решения. Благодаря технологии CoreAnalyzer SSD-накопитель может сам записывать фактические сценарии использования, включая сценарии последовательного/случайного чтения или записи, анализировать пользовательское поведение, нагрузку и структуру данных (рис. 5).

# Apacer®

## НАДЕЖНОЕ ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ в экстремальных условиях

**Промышленная флэш-память**

- Промышленные SSD:  
SATA SSD, PATA SSD, PCIe, USB, CFast, CompactFlash
- Промышленные модули памяти DRAM:  
для ноутбуков, серверов и настольных ПК



### Почему Apacer?

- Лидирующие позиции на рынке
- Гарантия качества — до 3 лет
- Широкие возможности заказных разработок
- Квалифицированная техническая поддержка

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ APACER**

**PROSOFT® 25 ЛЕТ**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru





Рис. 5. Приложение CoreAnalyzer



Рис. 6. Информация о текущем состоянии SSD-диска в приложении SSD Widget



Рис. 7. Доступ к функции CoreEraser в приложении SSD Widget

Данное приложение позволяет анализировать актуальные сценарии использования и получать советы по записи/удалению данных. По сути данное ПО помогает подобрать оптимальное SSD-решение для конкретного применения.

Утилита SSD Widget представляет собой ПО для мониторинга состояния SSD-накопителя в реальном времени на различных ОС, в том числе и для iOS компании Apple. Администратор может получать важные данные с помощью

клиента, установленного на настольном компьютере. С развитием мобильных и облачных технологий имеющиеся программные средства пополнились уникальными мобильными приложениями для смартфонов и планшетных компьютеров. После установки такого приложения администратор будет в режиме реального времени получать информацию о состоянии развёрнутых в системах твердотельных накопителей независимо от их местоположения и времени суток (рис. 6). Подобное ПО позволяет отслеживать возможные неполадки в работе SSD-накопителей и обеспечивать сохранность важных данных. Мобильная версия приложения позволяет получать доступ к важным данным системы в любое время и в любом месте. При развёртывании твердотельных накопителей Арасег в различных странах заказчики могут централизованно контролировать их работу и управлять ими с помощью мобильной версии приложения с удобным интерфейсом. Кроме того, SSD Widget предоставляет доступ к функциям быстрого удаления информации — CoreEraser (рис. 7). Функция очистки накопителя используется в том случае, если пользователь желает утилизировать твердотельный накопитель, но опасается утечки данных.

## SSD и защищённые мобильные ПК

Твердотельные накопители прекрасно известны на рынке защищённых мобильных ПК, но до относительно недав-

## Advantech и IBM Japan объявили о сотрудничестве на рынке Интернета вещей (IoT)

Компания Advantech, ведущий поставщик промышленных компьютерных систем, и IBM Japan объявили о сотрудничестве: целью совместной работы являются новые решения в области Интернета вещей (IoT) для интеллектуальных производств и других целевых рынков.

Взаимная интеграция решения WISE-PaaS от Advantech, программного обеспечения для Интернета вещей и облачной платформы, с облачным сервисом IBM SoftLayer и платформой IBM® Bluemix позволит создать пользовательскую платформу для разработки и запуска IoT-ориентированных приложений.

Аппаратные решения компании Advantech для Интернета вещей позволяют производить сбор данных, поступающих от датчиков и дру-

гих устройств, с помощью различных физических интерфейсов, таких как Ethernet, последовательные интерфейсы связи, аналоговые и цифровые интерфейсы ввода-вывода и сетевые узлы беспроводных датчиков. Облачный сервис WISE-PaaS включает в себя функцию управления данными, использующую информацию, полученную от таких IoT-устройств, и функцию управления оборудованием для контроля состояния элементов сети посредством RESTful API.

Благодаря совместной работе WISE-PaaS, SoftLayer и IBM® Bluemix компании Advantech Japan и IBM Japan готовы предложить IoT-решения, ориентированные на рынок интеллектуального производства. Такие решения позволяют визуализировать и поддерживать операционные и рабочие среды заводского оборудования на облачной платформе. Это возможно благодаря использованию сенсорного шлюза

Advantech (он обеспечивает устройствам, входящим в Интернет вещей, связь с глобальной сетью) и данных, полученных от контрольных узлов системы, которые оснащены как датчиками, так и передающим оборудованием. Познакомиться с работой этой системы можно в IoT Experience Garage, который входит в IBM Client Experience Center (Токио, Япония), центр открыт для клиентов и деловых партнеров IBM Japan.

Advantech Japan разрабатывает аппаратные платформы для широкого спектра промышленных рынков и приложений, а IBM имеет за плечами обширный опыт создания IT-систем для различных отраслей промышленности. Два технологических гиганта намерены энергично работать вместе, чтобы проникнуть не только на рынок умных производств, но и в другие области бизнеса, связанные с Интернетом вещей. ●



него времени они были слишком дороги для использования в подобной технике, так как увеличивали и без того не маленькую стоимость защищённых ноутбуков и планшетов. Проблема с ограниченным количеством циклов записи решается путём использования архитектуры SLC и SLC Lite, что способствует всё более широкому распространению SSD в мобильной защищённой технике. Дополнительным стимулом для продвижения SSD-накопителей на рынке защищённых мобильных ПК является то, что флэш-память имеет тенденцию к удешевлению с ежегодным падением цены на 10–25 процентов.

Для многих практических приложений важны меньшие по сравнению с жёсткими дисками масса и размер флэш-накопителей при сохранении того же объёма информации и пониженная чувствительность к электромагнитным излучениям. Что особенно важно в полевых условиях, так это более низкое энергопотребление твердотельных накопителей.

Неоспоримым является и то, что использование SSD в мобильной защищённой технике куда предпочтительнее, по сравнению с жёсткими дисками, ведь в SSD нет движущихся механических частей, которые могут быть повреждены при падении ноутбука или планшета, что постоянно происходит при их эксплуатации.

Особенно важной является и функция быстрого уничтожения данных при угрозе их утечки, доступная на SSD. Ведь чтобы уничтожить информацию на жёстком диске, было бы необходимо либо физически его разрушить, либо размагнитить, что не так уж просто и в любом случае занимает слишком много времени, что неприемлемо в ответственных применениях.

В завершение хочется сказать, что в операционных системах старше Windows 8 уже проведена специальная оптимизация для работы с твердотельными накопителями и реализована функция быстрого старта, что зачастую очень важно в промышленных и оборонных применениях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, скажем, что на данный момент рынок SSD продолжает расти ударными темпами, постепенно вытесняя традиционные жёсткие диски и всё больше переводя их в разряд хранилищ информации с минимальной долей в мобильной, в том числе и защищённой технике. Рынок промышленных SSD

помимо традиционных направлений развития, таких как увеличение ёмкости и надёжности, характерных и для рынка коммерческих накопителей, развивается в сторону выпуска заказной продукции, создания и совершенствования специализированного программного обеспечения. ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. Баишев. Твердотельные диски — надёжное решение для ответственных применений. Часть 1 // Современные технологии автоматизации. — 2007. — № 3.

2. А. Баишев. Твердотельные диски — надёжное решение для ответственных применений. Часть 2 // Современные технологии автоматизации. — 2007. — № 4.
3. Д. Кабачник. Особенности продуктовой линейки промышленных накопителей Araser // Современные технологии автоматизации. — 2015. — № 3.

**Автор — сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ**  
**Телефон: (495) 234-0636**  
**E-mail: info@prosoft.ru**



## Серии EKI-1500, EKI-1200

- Два порта Ethernet 10/100Base-TX с функцией резервирования
- Преобразование Modbus RTU/ASCII в Modbus TCP (серия EKI-1200)
- Режимы: виртуальный COM-порт, сервер/клиент TCP и UDP, Serial Tunnel
- Множественный доступ к COM-портам
- Автоматическое восстановление соединения
- Скорость передачи до 926,1 кбит/с
- Защита портов от электростатического разряда до 15 кВ постоянного тока



**EKI-1521**  
1 порт RS-232/422/485



**EKI-1222**  
Шлюз Modbus RTU/ASCII в Modbus TCP



**EKI-1524**  
4 порта RS-232/422/485



**EKI-1526**  
16 портов RS-232/422/485

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

**PROSOFT® 25 ЛЕТ**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама