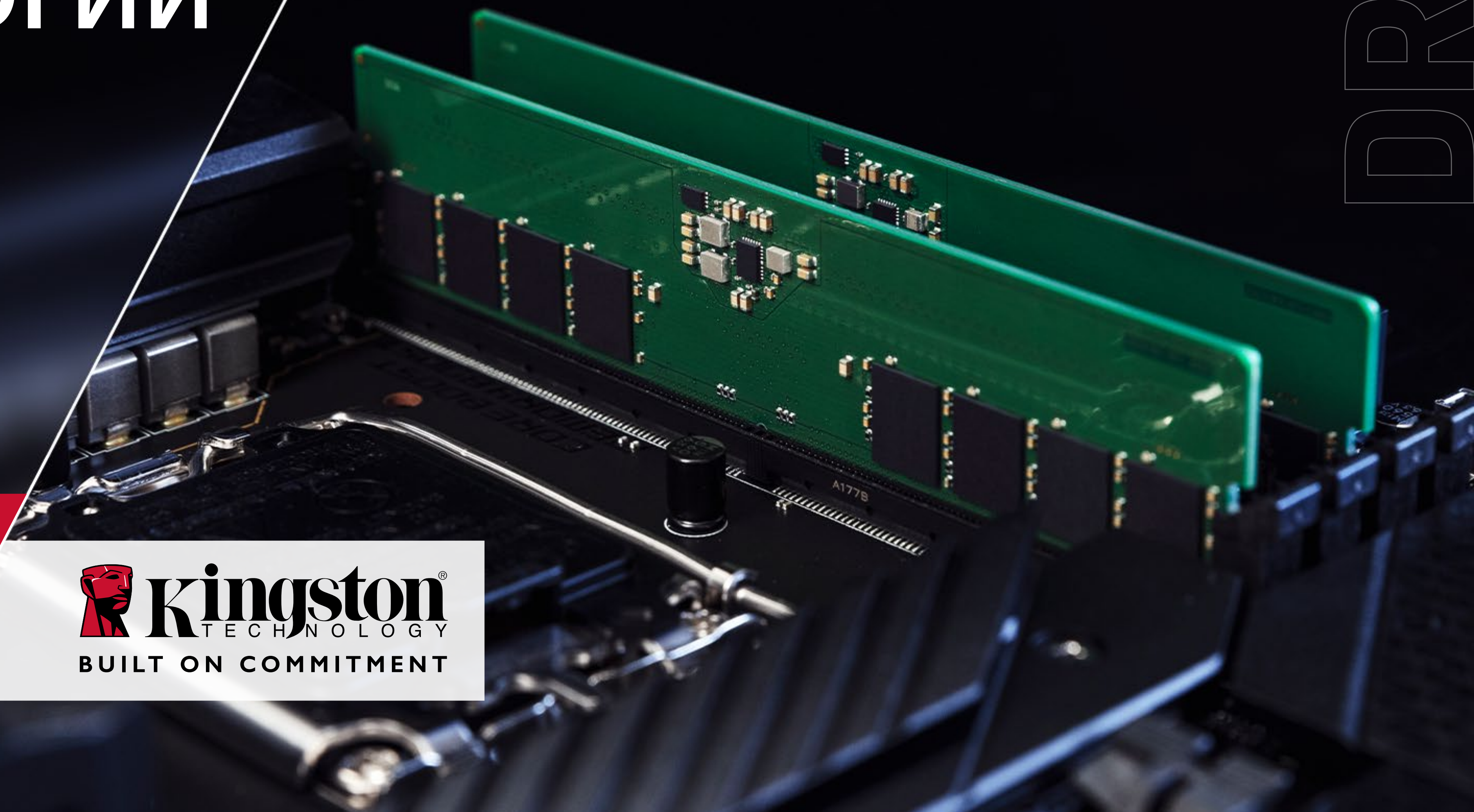


ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПАМЯТИ

DRAW



 **Kingston**[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT

Предисловие и содержание

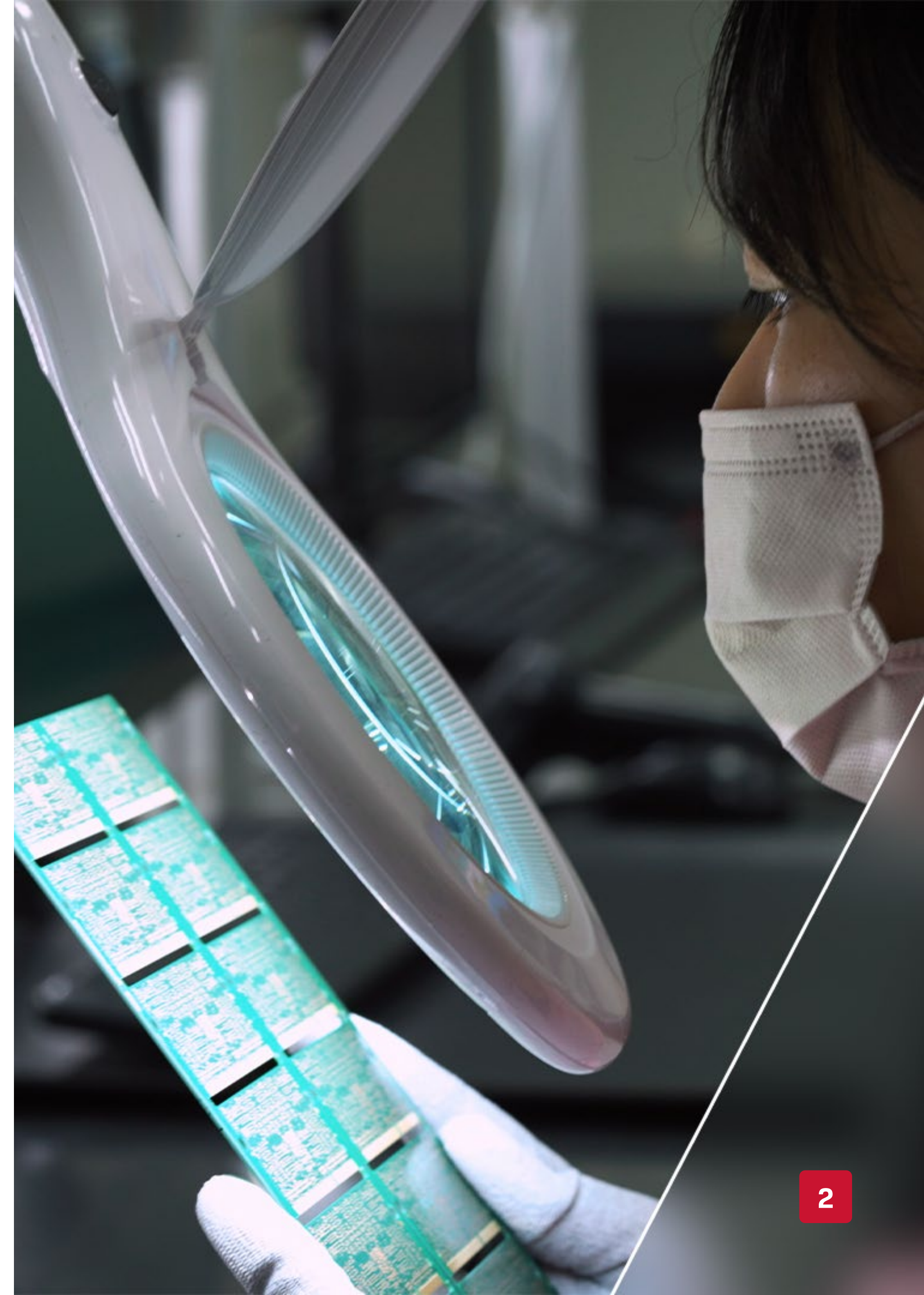
Эволюция динамической памяти с произвольным доступом (DRAM) от режима Fast-Page Mode (FPM) через синхронную память (SDRAM) и до памяти с удвоенным темпом передачи данных (DDR SDRAM) в настоящее время пребывающей в своем 5-м поколении (DDR5), представляет собой значительный прогресс в вычислительной технике, обусловленный необходимостью более высокой производительности, большей пропускной способности и повышенной энергоэффективности. На фоне волны приложений ИИ этот спрос продолжает расти: модули DDR5 и HBM (память с высокой пропускной способностью) набирают значительную популярность в центрах обработки данных и клиентских системах. Память DDR SDRAM, считающаяся главной рабочей силой полупроводниковой памяти, занимает уникальное место в отрасли благодаря низкому энергопотреблению и высокой производительности, способной быстро передавать данные в процессор.

По мнению отраслевых экспертов, нет предпосылок для того, чтобы DRAM перестала быть основной технологией памяти. Но что именно делает этот тип памяти настолько универсальным в удовлетворении потребностей современного бизнеса с точки зрения производительности и архитектуры? Какие типы подходят лучше для серверов, а какие — для настольных компьютеров? Как развивается технология и каковы типичные проблемы и варианты ее использования? Эта электронная книга рассмотрит эти вопросы и изучит, что ждет технологию памяти DRAM в будущем, основываясь на мнении технических экспертов компании Kingston.

Содержание

Страницы

Авторы	3
Эволюция памяти DRAM: от FPM к DDR5 SDRAM	4
Типы DRAM и основные различия	5
Важность задержки и скорости	6
Типичные сценарии использования и влияние рабочей нагрузки	7
Проблемы совместимости модулей памяти и вопросы обновления	8 - 9
Преодоление проблем в производстве памяти	10
Развитие памяти DRAM: влияние тенденций рынка	11
Будущее технологии DRAM	12
Основные выводы	13



Авторы

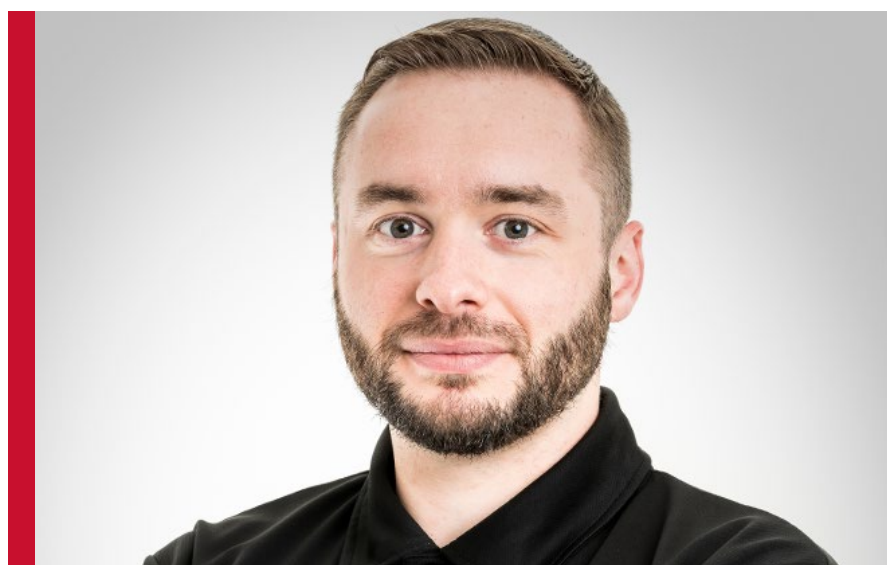
Эта электронная книга была создана двумя экспертами компании Kingston.



Mike Mohney | Kingston Technology

Майк Мохни — старший менеджер по технологиям в Kingston Technology в Фаунтин-Вэлли (Калифорния). Он работает в компании Kingston с 1996 года, насчитывая более 28 лет опыта работы в компании.

На своей должности Майк сыграл важную роль в управлении и продвижении технологических инициатив компании Kingston, особенно в секторе технологии DRAM и решений для памяти. Его опыт и лидерство внесли значительный вклад в успех компании Kingston в качестве ведущего стороннего производителя решений DRAM.



Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Джеффри Пети — руководитель Группы по техническим ресурсам в Kingston Technology Europe. Он присоединился к компании Kingston в 2016 году в качестве инженера технической поддержки, предоставляя послепродажную техническую поддержку клиентам в регионах Европы, Ближнего Востока и Африки, проводя технический инструктаж для коллег и новых сотрудников и тестируя новые продукты.

В обязанности Джеффри и его команды входит оказание технической поддержки клиентам и управление предпродажными запросами от бизнес-менеджеров, маркетинговых отделов, отделов внутренних продаж, клиентов и ключевого персонала.

Эволюция памяти DRAM: от FPM к DDR5

Середина 1980-х годов — это самый разгар революции ПК, ознаменованный появлением процессора 80486. Основной технологией памяти тогда была DRAM с режимом Fast Page Mode (FPM) на однорядных модулях памяти SIMM (Single In-Line Memory Modules). Необходимость повышения производительности в начале 1990-х годов привела к разработке EDO (Extended Data Out) DRAM, затем быстро последовало появление синхронной памяти SDRAM и модулей памяти с двухрядным расположением контактов DIMM (Dual In-line Memory Module), работавших более эффективно за счет синхронизации с тактовой частотой процессора и пересылкой одного бита за такт. В 2000 году была запущена первая память с удвоенным темпом передачи данных — DDR (Double Data Rate) SDRAM, — в которой удвоение скорости передачи данных было реализовано передачей данных как по переднему, так и по заднему фронтам тактового импульса. Этот тип памяти также более энергоэффективен, чем его предшественник: напряжение питания у него 2,5 В, в отличие от 3,3 В у SDRAM. Память DDR SDRAM продолжала развиваться под тщательным планированием органа по отраслевым стандартам (JEDEC), и второе поколение DDR (DDR2) было запущено в 2003 году. За ними последовали память DDR3 в 2007 году и DDR4 в 2014 году. С каждым поколением увеличивалась скорость памяти и ее емкость, а также снижалось рабочее напряжение за счет улучшений в литографии полупроводниковых пластин и уменьшения размеров ячеек памяти.

Перенесемся в 2021 год, когда была представлена память DDR5 SDRAM, представляющая собой значительный прорыв в технологии памяти. DDR5 представила скорость 4800 МТ/с, что дает на 50% больше пропускной способности по сравнению с максимальной стандартной скоростью DDR4 в 3200 МТ/с. В дополнение к скорости, модули DDR5 оснащены микросхемой управления питанием (PMIC), регулирующей мощность, требуемую различными компонентами модуля памяти, и обеспечивающей лучшее распределение мощности, чем предыдущие поколения, улучшая целостность сигнала и уменьшая шум. Тенденция к снижению энергопотребления

продолжилась: для работы DDR5 требуется только 1,1 В. Также были разработаны значительные улучшения целостности данных, такие как коррекция ошибок непосредственно в чипе памяти (On-Die ECC), способная детектировать и исправлять битовые ошибки на уровне чипа, снижая вероятность повреждения данных.



В дополнение к основным улучшениям производительности, энергопотребления и плотности в каждом новом поколении было разработано много других функций. Они включают в себя усовершенствованную технологию исправления ошибок, улучшения целостности сигнала, добавленные механизмы для предотвращения уязвимостей при взломе оборудования и новые форм-факторы.

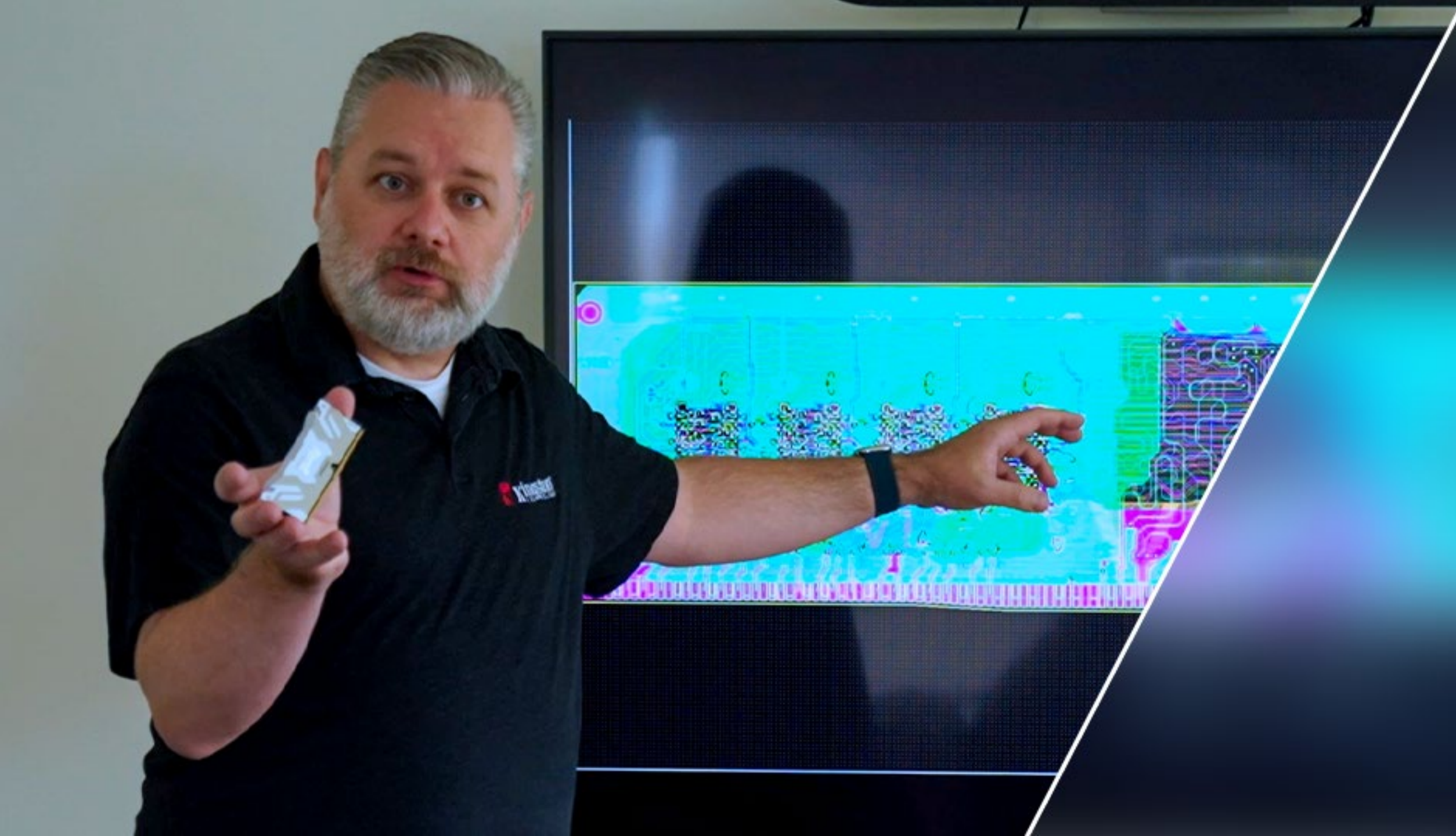
Mike Mohny | Kingston Technology



С момента запуска у DDR5 было четыре запланированных увеличения скорости, которые поддержали платформы Intel и AMD. Исторически сложилось так, что увеличение скорости памяти происходит ежегодно, следуя запланированному ритму, установленному стандартами отрасли памяти и поддерживаемому новыми чипсетам. Постоянное увеличение скорости DDR5 памяти было частично обусловлено конкуренцией со стороны производителей чипсетов и процессоров, а также спросом на высокопроизводительную память для обработки приложений, требующих высокой пропускной способности памяти, таких как приложения на основе ИИ.

В настоящее время возможны более высокие плотности, что означает, что на одном модуле может быть достигнута большая емкость памяти, что имеет решающее значение для серверов и высокопроизводительных вычислений.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



Модули DIMM с уменьшенной нагрузкой (LRDIMM) оснащены буфером данных для уменьшения нагрузок на контроллер памяти, который в противном случае снизил бы скорость памяти для компенсации нагрузки при больших объемах памяти. Технология LRDIMM позволяет использовать модули большой емкости без ущерба для производительности и была впервые представлена в 2012 году для DDR3, а затем усовершенствована для DDR4 в 2014 году.

Память с пониженным энергопотреблением Low Power DDR (LPDDR) вышла на рынок в 2006 году как решение для мобильных устройств для экономии заряда аккумулятора. Хотя обычно она устанавливается непосредственно на системную плату, с 2024 года память LPDDR5 также может использоваться в форм-факторе модуля памяти, подключаемого прижатием — CAMM2 (Compression Attached Memory Module), — обеспечивая производителям модульных решений возможность использования в ноутбуках или ПК малого форм-фактора.

Помимо DDR SDRAM, самой быстрорастущей категорией памяти является память с **высокой пропускной способностью (HBM)**, разработанная AMD в 2008 году для удовлетворения растущего спроса на высокопроизводительную память с высокой емкостью для поддержки графических процессоров с более жесткими требованиями к потребляемой мощности. Память HBM использует высокоскоростной интерфейс для управления трехмерным стеком слоев SDRAM в составе одного чипа. Это обеспечивает широкий (128-разрядный и более) адресный доступ к памяти, который прямо нацелен на видеокарты, встроенную память процессоров и карты ИИ ускорителей.

Типы модулей памяти и их основные различия

Орган по отраслевым стандартам JEDEC не только определяет спецификации для памяти DRAM, но также определяет форм-факторы модулей, подходящие для различных вычислительных платформ и сред.

Небуферизованные модули, такие как **модули DIMM (UDIMM)** и малогабаритные модули DIMM (SODIMM) являются наиболее распространенным типом модулей памяти, используемых в потребительских настольных компьютерах и ноутбуках.

Благодаря дополнительным чипам памяти модули **ECC UDIMM** и **ECC SODIMM** поддерживают коррекцию ошибок процессором (ECC) и широко используются в системах класса рабочих станций. Они обеспечивают критически важную целостность данных для приложений с интенсивным использованием памяти.

Для однопроцессорных или многопроцессорных серверов на **модулях ECC Registered DIMM (RDIMM)** установлен дополнительный чип регистра, буферизующий команды и адреса, поступающие в DRAM от контроллера памяти. Это имеет решающее значение в средах, где требуются большие объемы памяти и где надежность данных является ключевым моментом.



За последнее десятилетие стандарт HBM развивался для увеличения поддержки более высокой емкости памяти в большем количестве слоев, использования более широких шин данных и более высокой пропускной способности: насчитывается уже несколько поколений этого вида памяти. Тем не менее, память HBM в настоящее время не используется в виде модулей памяти и не считается жизнеспособной альтернативой DDR памяти для масштабирования по цене за Гб.

Mike Mohny | Kingston Technology



Важность задержки и скорости

Задержка и скорость — это два ключевых атрибута, определенных органом по отраслевым стандартам (JEDEC), которые используются в качестве показателей производительности.



В вычислительных системах существует много разных типов приложений, могущих использовать одни аппаратные устройства вместо других в зависимости от рабочей нагрузки. Приложения, ориентированные на память, выигрывают от высоких скоростей памяти и низких задержек, в отличие от тех, которые ориентированы на хранилище данных или графический процессор.

Mike Mohny | Kingston Technology

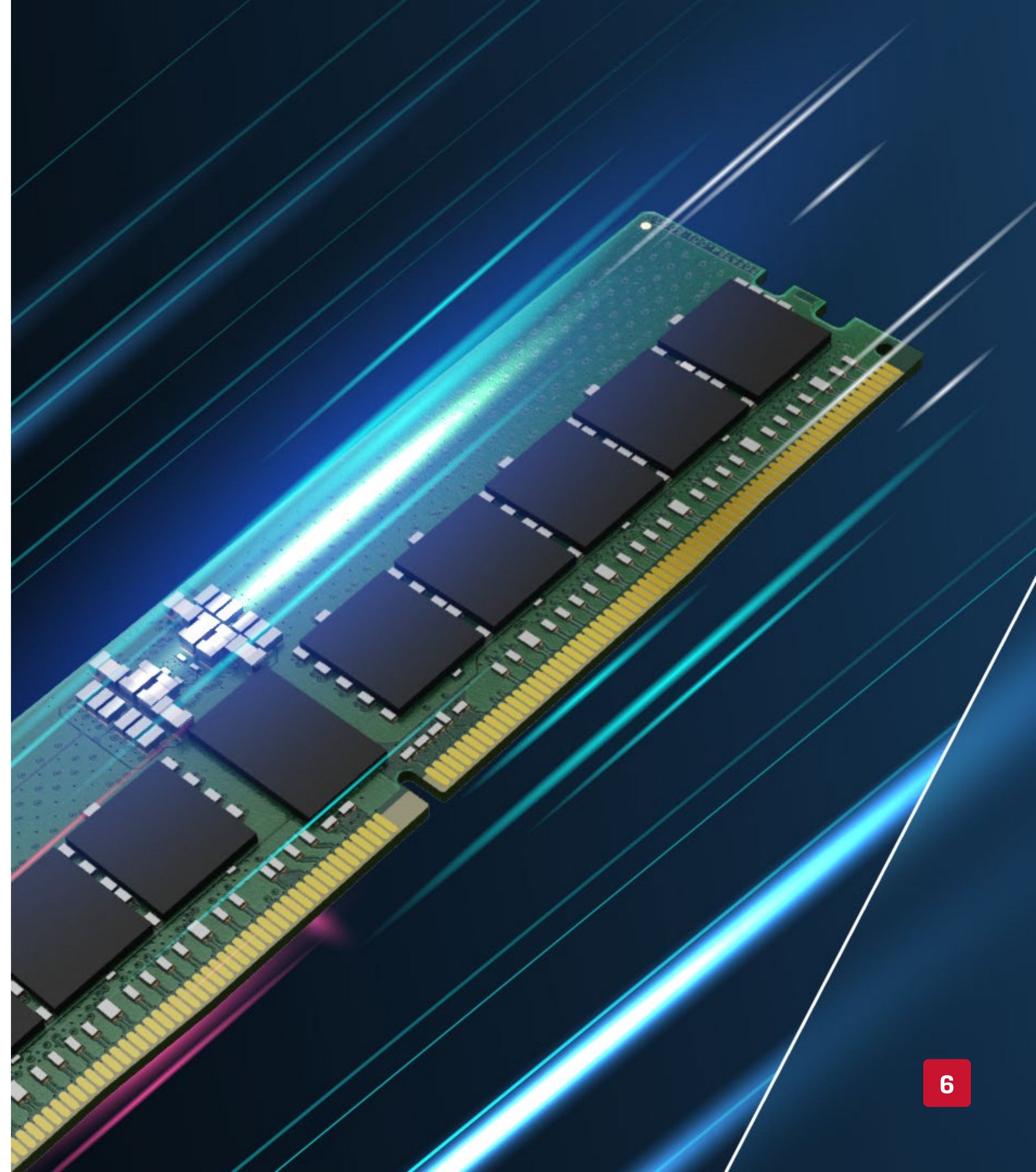


Для каждой новой технологии памяти для обеспечения согласованности JEDEC определяет стандартные скорости и тайминги, используемые производителями памяти, архитекторами процессоров и чипсетов, а также производителями материнских плат и систем. По мере увеличения скорости стандартной памяти также увеличиваются и задержки. Это часто является предметом споров и непонимания со стороны пользователей, которые считают, что более высокие стандартные скорости сводятся на нет увеличением времени CAS-задержки. Однако общая задержка, которая представляет собой комбинацию скорости и таймингов, является более точным способом измерения производительности памяти в наносекундах. Это показатель времени, которое требуется процессору для получения данных из модуля памяти.



Когда дело доходит до влияния на вычислительные задачи, небуферизованная память идеально подходит для настольных компьютеров и рабочих станций, которым требуется короткое время отклика. Память серверного класса — такая как регистровые модули и модули DIMM с уменьшенной нагрузкой — превосходна в центрах обработки данных, где стабильность, исправление ошибок и обработка больших наборов данных более важны, чем задержки.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe





Типичные сценарии использования и влияние рабочей нагрузки

Конечные пользователи и архитекторы центров обработки данных выбирают платформы в зависимости от своих потребностей в приложениях и рабочей нагрузке. В свою очередь, требования приложений к емкости и производительности памяти определяют тип выбранных модулей и конфигурацию подсистемы памяти.

В индустрии памяти мы различаем клиентские (т. е. ПК) и серверные классы компонентов и форм-факторы модулей. Системы клиентского класса охватывают настольные компьютеры и ноутбуки, использующие стандартную для отрасли память без ECC в небуферизованных форм-факторах DIMM (UDIMM/CUDIMM), SODIMM/CSODIMM и CAMM2. Между тем, системы серверного класса, включая настольные рабочие станции и мобильные рабочие станции, используют модули памяти, поддерживающие ECC (коррекцию ошибок).

Потребительские устройства предпочитают простоту и скорость небуферизованной памяти. Настольные и портативные компьютеры не предназначены для круглосуточной работы и обычно выключены, когда не используются. Типы приложений и рабочих нагрузок в этих системах также не повышают требования к допускам компонентов памяти, как это происходит на серверах, поэтому в них нет необходимости в поддержке ECC.

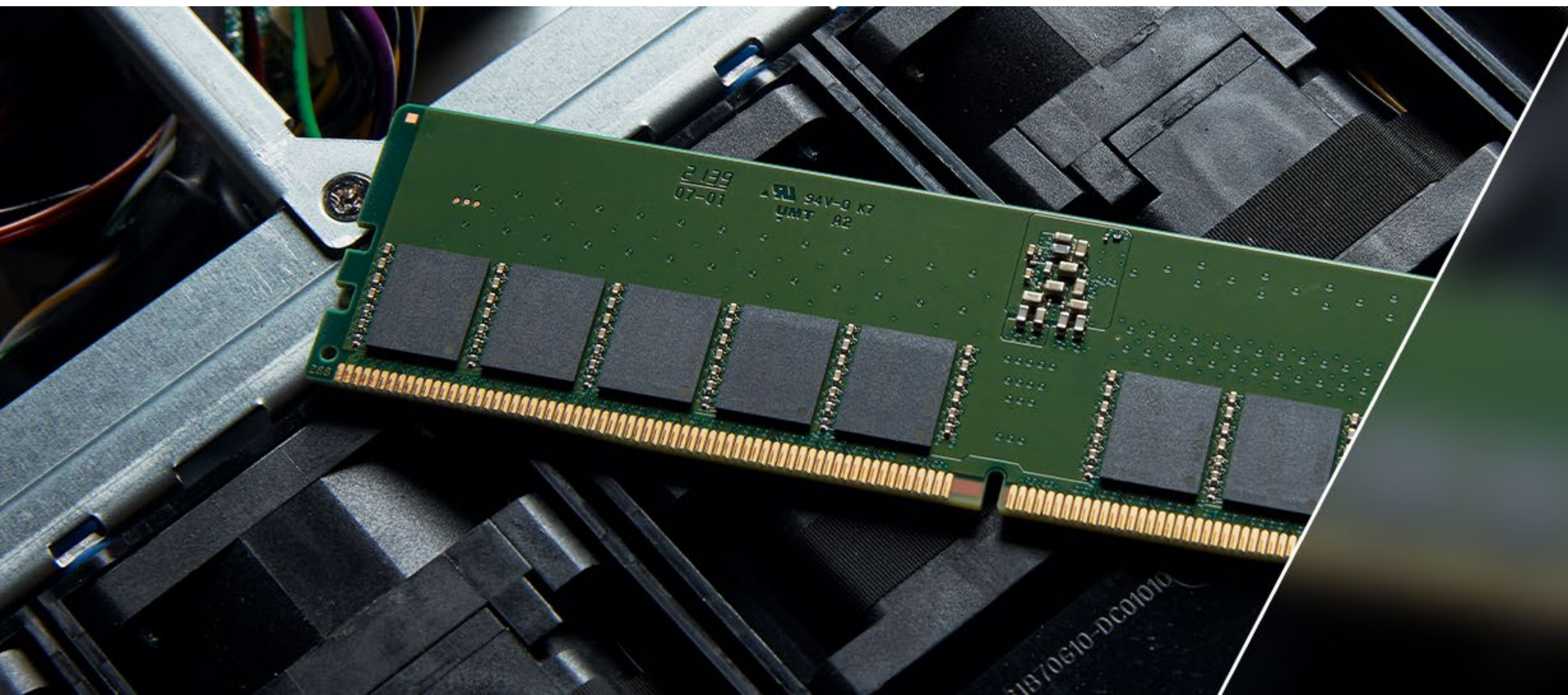
С другой стороны, более сложные системы, такие как серверы и высокопроизводительные рабочие станции, предназначенные для постоянной работы, выигрывают от дополнительной стабильности и надежности, предлагаемых модулями памяти ECC Registered (RDIMM) и Load Reduced DIMM (LRDIMM). Модули класса ECC поддерживают коррекцию ошибок для поврежденных данных, предотвращая сбой сервера или потерю важной информации. Эти модули также построены из чипов памяти более высокого класса, проверенных на более жесткие допуски и меньший уровень отказов,

Проблемы совместимости модулей памяти и вопросы ее модернизации

Наряду с соображениями использования, применения и рабочей нагрузки при оценке вариантов памяти важность репутации бренда невозможно переоценить. Как правило, компании по производству памяти имеют меньше проблем с совместимостью, если они инвестируют в инфраструктуру для тестирования, проверяя разработки своих модулей памяти совместно с архитекторами чипсетов (такими как Intel и AMD), а также тестируя готовую память в сотрудничестве с производителями материнских плат и систем. Существует сильная экосистема сдержек и балансов между Intel, AMD, производителями материнских плат, основными брендами вычислительных систем и производителями памяти. Но не все производители модулей памяти участвуют в этом.

Установка несовместимой памяти может препятствовать загрузке системы. Если вы хотите модернизировать или заменить память, перед покупкой новых модулей всегда обращайтесь к руководству по материнской плате или веб-сайту производителя и примите во внимание:

- 1. Поддержка материнской платой:** проверьте, какую конкретную технологию памяти и тип модуля поддерживает материнская плата (например, DDR4, DDR5, RDIMM или UDIMM).
- 2. Скорость:** соответствует или превышает скорость имеющихся модулей памяти— во избежание проблем с производительностью. В рамках поколения DDR скорости, как правило, обратно совместимы. Таким образом, покупка стандартного модуля со скоростью 3200 МТ/с позволит безопасно работать в системах, которым требуется скорость 2666 МТ/с.
- 3. Емкость:** выбирайте модули для установки в идентичных парах или группах, соответствующих архитектуре материнской платы, и всегда старайтесь добавлять память большей емкости с учетом будущих потребностей.
- 4. Смешивание модулей памяти:** смешивание различных типов памяти (ширина шины, плотность чипов, бренд) в парах или группах может привести к нестабильности. Установка модулей идентичными парами или группами в соответствии с архитектурой памяти материнской платы снижает вероятность возникновения проблем.
- 5. Коррекция ошибок:** при установке модулей ECC без буферизации на клиентскую систему или рабочую станцию базового уровня обязательно убедитесь, что модель материнской платы и процессора поддерживает функцию ECC.



Например, модули RDIMM и LRDIMM у DDR4 памяти используют тот же ключ модуля (паз), что и небуферизованные модули UDIMM. Но при установке в систему настольного класса модули RDIMM и LRDIMM работать не будут. Ширина шины и плотность чипов памяти также могут влиять на совместимость, поскольку некоторые чипсеты не будут работать с чипами с той или иной шириной шины или высокой плотностью.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Проблемы совместимости модулей памяти и вопросы ее модернизации

Индустрия памяти находится в постоянном движении, разрабатывая продукты для потребностей следующего поколения, учитывая при этом требования компьютеров сегодняшнего и вчерашнего дня. Поэтому производителям модулей памяти крайне важно поддерживать обширный архив компьютерных платформ, насчитывающий несколько поколений.



Тестирование новых компонентов памяти на старых системах, также называемое регрессионным тестированием, является одним из очень важных шагов, который некоторые производители модулей памяти пропускают для снижения затрат. Это область, в которой часто возникают проблемы совместимости.

Mike Mohnney | Kingston Technology



Ведение обширной базы данных о совместимости с системами также является ключом к предотвращению проблем. Компания Kingston — один из немногих поставщиков модулей памяти в мире, кто активно поддерживает архив баз данных, насчитывающих более чем 40 000 компьютерных систем, инженеры Kingston могут точно сообщить, какие варианты модернизации памяти совместимы с тысячами нынешних и прежних моделей компьютеров на мировом рынке. Часто возникают проблемы между чипсетом и поколениями процессоров от Intel и AMD, а в некоторых случаях это намеренно не разглашается пользователям. Цель Kingston — поделиться техническими знаниями, необходимыми пользователям, чтобы понять, как выбрать лучший, наиболее совместимый вариант для своего компьютера



Проблемы совместимости могут возникать, когда компоненты не были проверены или оптимизированы под чипсет или BIOS. Распространенные проблемы совместимости также могут заключаться в использовании неподдерживаемых конфигураций памяти или типов модулей в системе.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



Преодоление производственных сложностей

Хотя совместимость может быть проблемой, если ее не решить должным образом, это не единственный возникающий вызов. Сложность разработки модуля, вопросы точности сборки и контроля качества — все это добавляет вызовы при производстве памяти. И поскольку Kingston является ведущим сторонним производителем модулей памяти, решение этих сложностей определяет деятельность компании в этом направлении. У каждой задачи есть свое решение:

Итак, давайте начнем с того, как мы разрабатываем наши решения для памяти.

- » **Сложность разработки:** каждый тип модуля памяти, который мы разрабатываем, имеет уникальные особенности, будь то DDR4 или DDR5, небуферизованный или регистровый модуль, а также и другие – это добавляет сложности в процессе разработки. Для обеспечения надежности и производительности требуется передовая инженерия и точная интеграция.
- » **Решение:** для решения этой проблемы мы используем специализированное программное обеспечение для проектирования и строгие протоколы тестирования, чтобы гарантировать, что каждый тип памяти функционирует должным образом и без ошибок.

Далее мы работаем с ведущими поставщиками полупроводников для памяти.

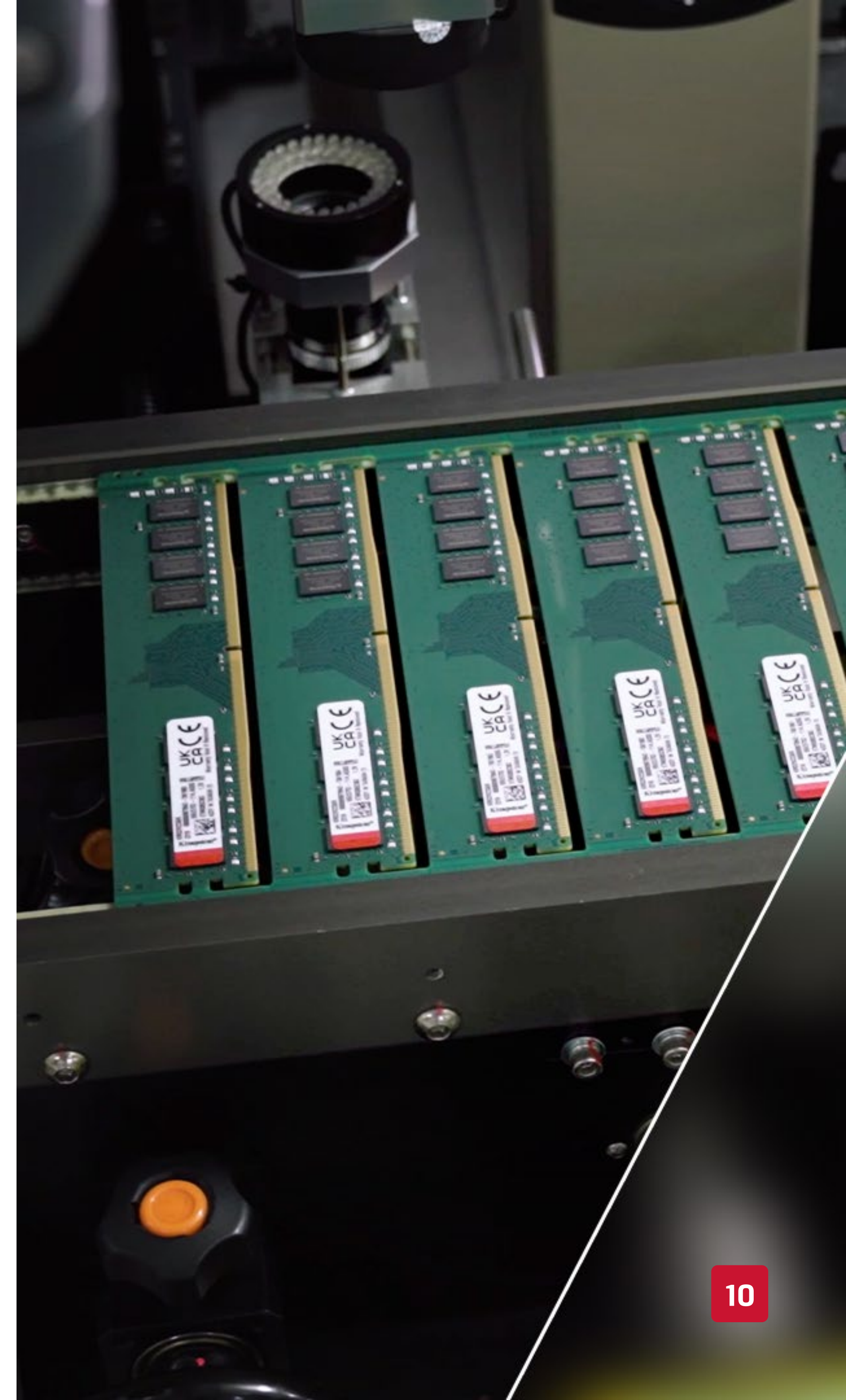
- » **Точность изготовления:** кристаллы памяти производятся полупроводниковыми компаниями в наноразмерных процессах, где даже минимальные отклонения могут привести к дефектам, влияющим на выход и производительность продукции.

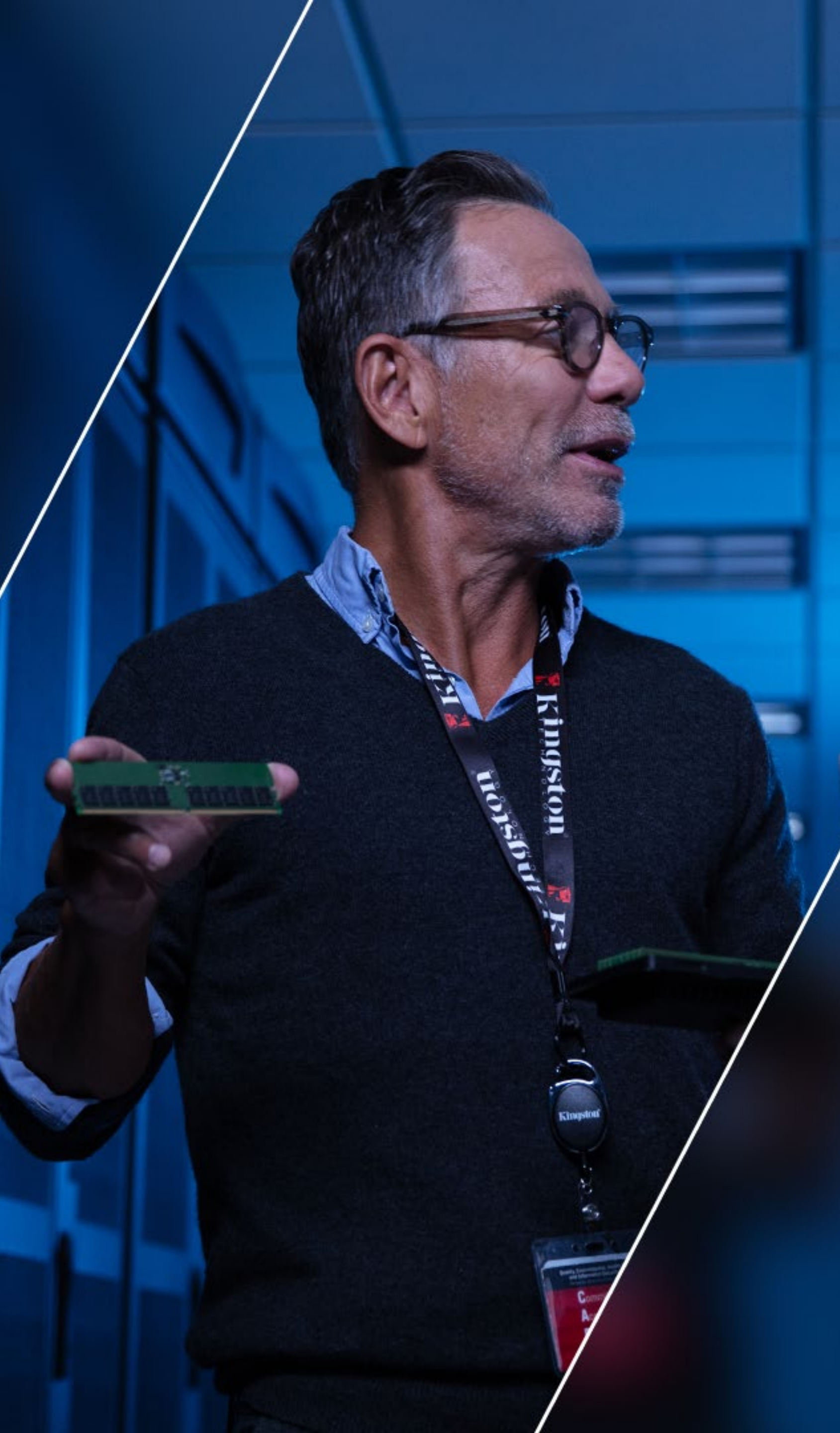
- » **Решение:** компания Kingston работает исключительно с полупроводниками, высокий уровень производительности и надежности которых может быть гарантирован. Такие полупроводниковые компании используют передовые методы литографии и чистые помещения для минимизации дефектов, обеспечивая высокую точность и стабильность при производстве. Если производитель не может соответствовать этим требованиям — наша компания с ним не работает.

Далее — как мы собираем и тестируем наши модули памяти.

- » **Контроль качества:** после сборки все наши модули памяти должны соответствовать строгим стандартам производительности и надежности.
- » **Решение:** тщательное тестирование в различных условиях, в частности температурные тестирования и стресс-тесты, помогают выявить и исключить неисправные модули, благодаря чему на рынок попадает только надежная память.

Используя передовые технологии и строгий контроль качества, Kingston производит высокопроизводительные и надежные модули памяти, предназначенные для различных вычислительных потребностей. Мы делаем еще один шаг в этом направлении, тесно сотрудничая с Intel и AMD, чтобы получать эталонные платформы, помогающие нам разрабатывать новые технологии памяти, а также усовершенствовать наше тестовое оборудование. Как аппаратные, так и программные обновления — это постоянный процесс для наших производственных сред, чтобы поддерживать новые скорости памяти, новые емкости и улучшать качество производимых модулей.





Развитие памяти DRAM: влияние тенденций рынка

Когда дело доходит до разработки и внедрения различных типов памяти, рыночные тенденции определяются развивающимися требованиями технологий, и поведение потребителей играет в этом значительную роль. Производительность, эффективность и масштабируемость — ключевые факторы, влияющие как на разработку, так и на внедрение новых модулей памяти.

Оглядываясь назад, можно сказать, что за последние несколько десятилетий требования к вычислениям и рабочим нагрузкам существенно влияли на типы разработанной памяти. В середине 2000-х годов индустрия памяти начала предлагать технологии памяти, способные сэкономить на общем энергопотреблении как в мобильных устройствах, так и в центрах обработки данных. В середине 2010-х годов виртуализация стимулировала спрос на модули с большей емкостью. В то же время снижение производительности с модулями большой емкости из-за ограничений чипсета в конечном итоге привело к разработке модулей памяти со сниженной нагрузкой Load Reduced DIMM для поколений DDR3 и DDR4.

Сегодня такие отрасли, как ИИ, игры и аналитика больших данных, продолжают расти и все чаще требуют высокоскоростной памяти с высокой емкостью. Это стимулирует разработку передовых типов модулей памяти, таких как DIMM с мультиплексированными рангами (MRDIMM), удовлетворяющих эти потребности в производительности. Стремление к более тонким и легким устройствам также повлияло на появление компактных и эффективных решений для памяти, таких как SMM2, предлагающих производителям экономичные модульные решения для замены памяти, распаянной на плате, или нескольких модулей SODIMM, которые физически не вписываются в тонкие ультрабуки или планшеты.

Возможность расширить объем памяти за пределы традиционного разъема DIMM — еще одна быстро развивающаяся область.



Требования к производительности ИИ — еще один ключевой фактор, способствующий созданию масштабируемой и высокопроизводительной памяти с большой емкостью, такой как модули MRDIMM, которые специально предназначены для решения узких мест производительности памяти высокой емкости.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



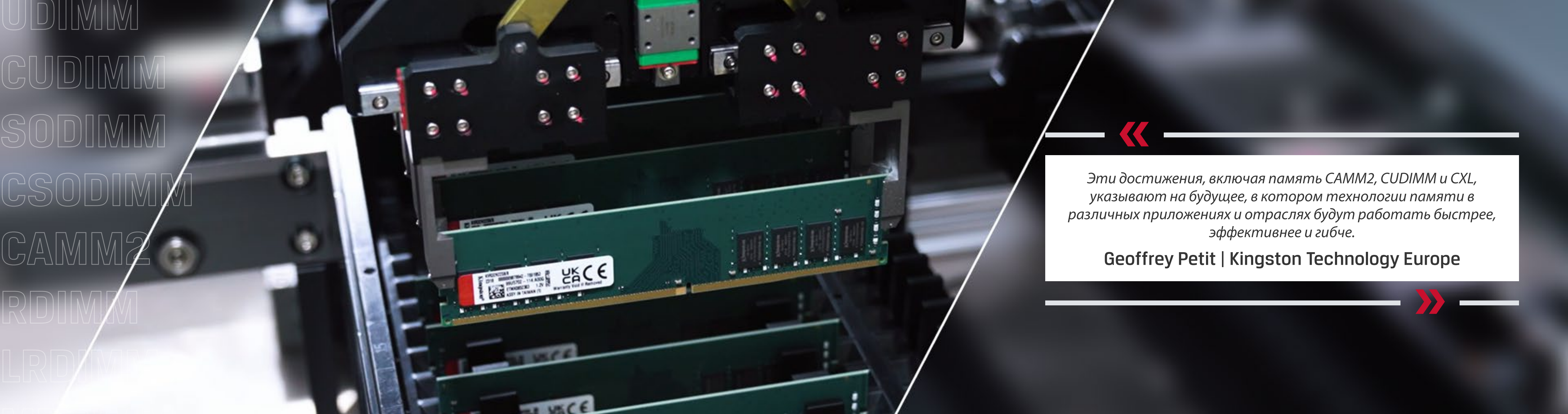
Это всего лишь несколько примеров того, как индустрия памяти адаптируется к рыночным тенденциям, демонстрируя, как наша экосистема и орган по стандартизации всегда готовы решать проблемы завтрашних потребностей в памяти.



Инвестиции в инфраструктуру и масштабирование для поддержки технологий памяти следующего поколения продолжают расти. Скорость памяти ежегодно увеличивается, поэтому наличие платформ следующего поколения задолго до их выпуска имеет решающее значение для наращивания производства, чтобы поддержать глобальный спрос, когда новые системы выйдут на рынок.

Mike Mohny | Kingston Technology





UDIMM
CUDIMM
SODIMM
CSODIMM
CAMM2
RDIMM
LRDIMM

«
Эти достижения, включая память CAMM2, CUDIMM и CXL, указывают на будущее, в котором технологии памяти в различных приложениях и отраслях будут работать быстрее, эффективнее и гибче.
»
Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Будущее технологии DRAM

Заглядывая в будущее, индустрия памяти продолжит планировать и адаптироваться к потребностям рынка. Будущие разработки в области технологии DRAM направлены на увеличение скорости, снижение энергопотребления и увеличение плотности для удовлетворения потребностей передовых приложений, таких как ИИ, большие данные и облачные вычисления. Кроме того, проблемы с современными технологиями памяти и форм-факторами уже влияют на спецификацию DDR следующего поколения — DDR6 — разрабатываемую совместно с органом по отраслевым стандартам JEDEC. Память DDR6, разработка которой должна завершиться к 2027 году, скорее всего, будет сосредоточена на более высокой производительности со значительным линейным увеличением скорости передачи данных по сравнению с DDR5, и с более широкой шиной данных.

До тех пор DDR5 будет продолжать увеличивать свою скорость и использоваться в новых форм-факторах. Эта тенденция включает в себя память CAMM2, которая, по прогнозам, станет доминирующим модульным решением для мобильных систем и систем малого форм-фактора в ближайшие пару лет. Тонкопрофильный модуль CAMM2 может эффективно заменить два SODIMM в традиционных ноутбуках, экономя значительные затраты производителей за счет использования модульного решения памяти в сравнении с дискретными чипами памяти, распаянными непосредственно на материнской плате. Некоторые производители материнских плат даже

продемонстрировали, что модули CAMM2 можно использовать и в традиционных настольных ПК. Как утвержденный поставщик памяти для Dell для их оригинальной конструкции CAMM, Kingston занимает стратегически важное положение для поддержки революции CAMM2, располагая инфраструктурой и инвестициями для производства и тестирования этого нового форм-фактора. Следите за новостями на веб-сайте Kingston, чтобы быть в курсе наших решений памяти CAMM2, намеченных к выходу в первой половине 2025 года.

CUDIMM — это еще один новый тип небуферизованных DIMM модулей DDR5 памяти, в которые, начиная с со скорости 6400 МТ/с, интегрирован тактовый драйвер. Этот компонент распределяет тактовый сигнал от процессора по чипам на модуле, повышая целостность сигнала и уменьшая количество ошибок из-за шума и джиттера, становящихся проблематичными на более высоких скоростях.

Кроме того, существует Compute Express Link, или для краткости — CXL, еще одна новая категория памяти на ранних стадиях развития. CXL — это открытый стандартный протокол, который работает на шине PCI Express, подобно NVMe для хранения данных. Главная цель для продуктов CXL — создание расширителей памяти, использующих DRAM (DDR4, DDR5, HBM) в различных форм-факторах для увеличения емкости памяти и расширения полезного пула памяти для серверов.

Основные выводы

С развитием ИИ разработчики памяти стремятся идти в ногу со временем. Являясь основой полупроводниковой памяти, эволюция технологии памяти DDR SDRAM с характеризующей ее высокой емкостью и быстрой доставкой данных на процессоры продолжает развиваться. Решая ключевые проблемы совместимости и производства инвестициями и строгим контролем качества, производители могут выпускать надежную, высокопроизводительную память, подходящую для различных вычислительных потребностей. Чтобы вы смогли найти память, соответствующую конкретным требованиям вашей среды, эксперты компании Kingston готовы поддержать вас, помогая вам ориентироваться в сложностях развивающихся чипсетов, поколений процессоров и оптимизированных конфигураций памяти.

Built on Commitment

От больших данных до устройств IoT, включая ноутбуки, ПК и носимые технологии, Kingston Technology специализируется на предоставлении продуктов, обслуживании и технической поддержке высшего уровня. Нам доверяют ведущие производители ПК и мировые облачные провайдеры. Мы ценим наши долгосрочные партнерские отношения, которые помогают нам развиваться и внедрять инновации. Мы гарантируем, что каждое решение соответствует самым высоким стандартам, уделяя приоритетное внимание качеству продукции и обслуживанию клиентов. На каждом этапе мы слушаем, учимся и взаимодействуем с нашими клиентами и партнерами, чтобы предоставлять решения, несущие долговременную пользу.

©2024 Kingston Technology Corporation, 17600 Newhope Street, Fountain Valley, CA 92708 USA. Все права защищены. Все товарные марки и зарегистрированные товарные знаки являются собственностью своих законных владельцев.



Kingston[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT



BUILT ON COMMITMENT