

Платформа Intel Atom и решения на её основе для встроенных систем

Пётр Павлов (Москва)

В статье представлены достоинства и недостатки новой процессорной платформы Intel Atom и сделан обзор коммерческих (Commercial-of-the-Shelf) решений на её основе.

Современный рынок встроенных систем (embedded) использует широкий круг процессоров, включая и те, которые относятся к серверному классу, однако компактность габаритов процессорных платформ и их небольшое энергопотребление всегда были конкурентными преимуществами.

Закрепляя свои позиции на рынке встроенных систем, корпорация Intel провела глубокую ревизию своей x86-платформы. Обладая, по заявлениям корпорации, лучшей производительностью на ватт потребляемой мощности по сравнению с конкурентами, новые процессоры Intel Atom должны конкурировать в приложениях с «типичным энергопотреблением в несколько ватт» (для этого используется, в частности, новая технология «глубокого» отключения питания Deep Power Down Technology). Являясь ПК-совместимым, Intel Atom позволяет разработчикам приложений опираться на поддержку программного обеспечения (ПО), обслуживающего обширный рынок ПК.

Процессоры x86-архитектуры, среди которых по степени известности первые два места занимают изделия корпорации Intel и компании AMD, ассоциируются в первую очередь с настольными ПК и ноутбуками. Среди людей, знакомых с названиями процессоров этих компаний, меньшая часть осведомлена о том, что изделия Intel и AMD работают не только в офисных ПК и серверах, но и во многих промышленных компьютерах, производимых десятками фирм на основе открытых стандартов ассоциации PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group, ассоциация разработчиков и производителей промышленных компьютеров на основе шины PCI). Это компьютеры, выполненные по стандартам CompactPCI, CompactPCI Plus, AdvancedTCA и MicroTCA.

Существует также большое семейство промышленных компьютеров на осно-

ве т.н. Small Form Factor Boards, или SFFBs (процессорные модули компактных форм-факторов), и десятки производителей таких модулей и промышленных компьютеров на их основе. В качестве примеров SFFBs можно привести материнские платы промышленного назначения стандартов Mini-ITX, EPIC; платы, созданные на основе семейства стандартов PC/104 (PC/104, PC/104-Plus, PCI-104, PCI/104-Express и PCIe/104); и это перечисление является далеко не полной номенклатурой SFFBs.

Таким образом, архитектура x86 уже присутствует на рынке встроенных систем. И это касается «большой тройки» разработчиков и производителей процессоров x86-архитектуры, в которую, помимо Intel и AMD, входит компания VIA Technologies со своими изделиями, образующими семейство VIA EPIA (VIA Embedded Platform Innovative Architecture, инновационная архитектура встраиваемых платформ компании VIA Technologies).

Корпорация Intel на протяжении ряда последних лет поддерживает линейки процессоров с жизненным циклом от трёх до семи лет. Начиная с процессоров Core 2, в процессорах, отличающихся частотой, количеством ядер и размером кэш-памяти, применяется универсальная микроархитектура. Корпорация Intel разрабатывает и содействует разработке инструментария для программистов, производит и рекомендует эталонные конструкции материнских плат и компьютерных модулей других классов, активно участвует в развитии открытой стандартизации.

Сообщество Intel Communications Alliance (сегодня у него новое имя – Intel Embedded and Communications Alliance) пользуется авторитетом на рынке встроенных систем. Компании – члены альянса разрабатывают и совершенствуют стандарты модульных компьютерных платформ промышленного класса, компоненты и реше-

ния на базе технологий, процессоров, продукции и услуг корпорации Intel.

Имея развитую партнёрскую сеть, Intel активно внедряет свои процессоры на рынок встроенных систем форматов CompactPCI, MicroTCA и VME/VPX. В последних многоядерных процессорах Intel удельные показатели энергопотребления, отнесённые к вычислительным возможностям процессоров, а также развитая программная поддержка позволяют им конкурировать с архитектурой Power в системах формата 6U/3U.

ПЛАТФОРМА INTEL ATOM EMBEDDED: ДОСТОИНСТВА, НЕДОСТАТКИ, РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Разработка процессоров семейства Atom стала удачным решением корпорации Intel для упрочения своих позиций на рынке SFFB. Процессоры этого семейства рассчитаны и на рынок персональных компьютеров (в первую очередь нового формата «нетбук»), и на рынок встроенных систем (см. таблицу 1). Следует отметить, что главным признаком принадлежности к этому рынку являются не габариты или энергопотребление (хотя это важно для широкого круга embedded-платформ и embedded-приложений), а длительность жизненного цикла. Для процессоров Intel Atom embedded она составляет семь лет.

Семейство процессоров Atom ориентировано на приложения с типичным энергопотреблением в несколько ватт. Помимо самого процессора, в платформу Intel Atom входит ещё и набор ИС: это либо одна микросхема системного контроллера-концентратора (Intel System Controller Hub), если речь идёт о процессорах Atom Z5xx, либо две микросхемы набора Mobile Intel 945GSE Express. С учётом их энергопотребления в несколько ватт (около 5), в пределе энергопотребление систем на основе процессоров Atom может достигать до 10...12 Вт. Тактовые частоты процессоров Atom могут лежать в диапазоне от 800 МГц до 1,86 ГГц; наиболее популярные модели имеют тактовые частоты 1,1 и 1,6 ГГц.

Сравнивая производительность процессоров Atom с производительностью

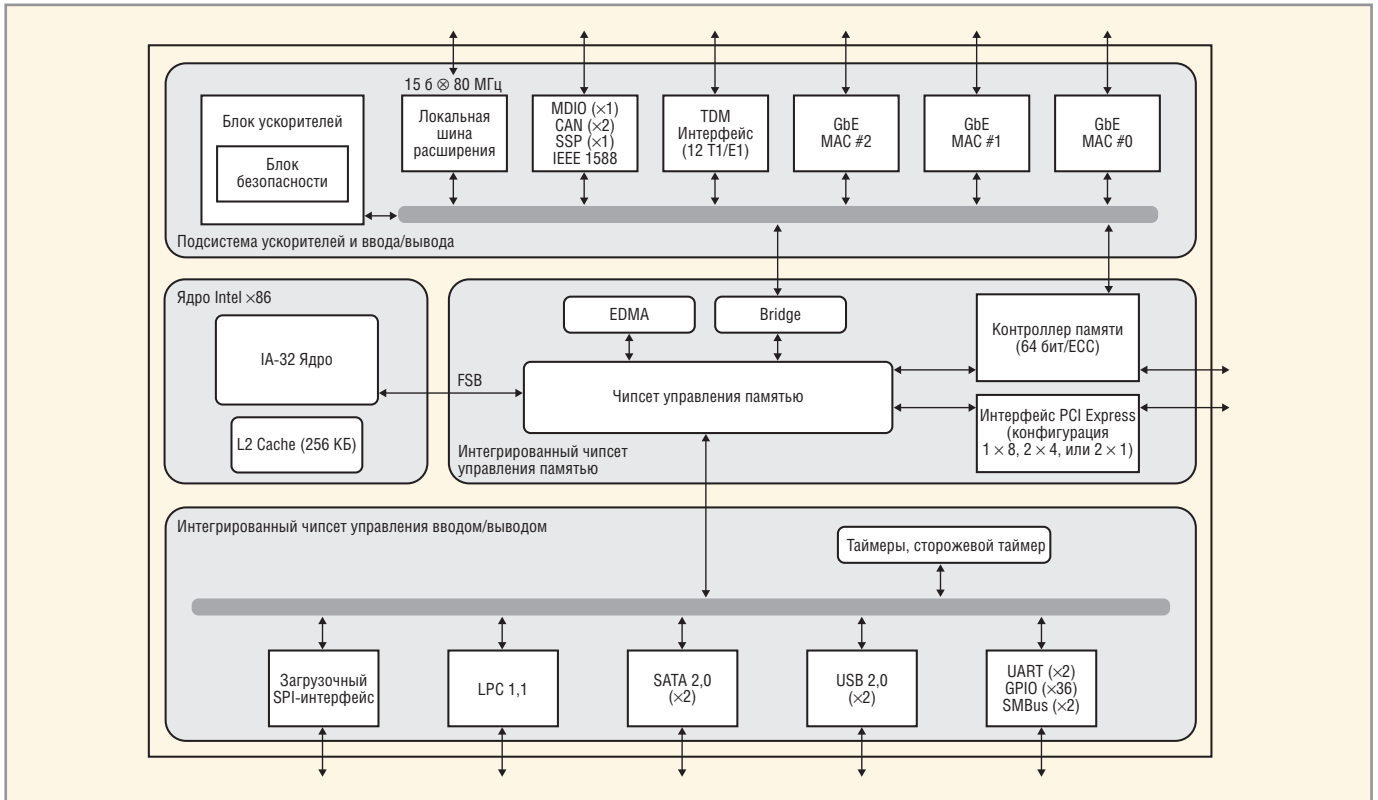


Рис. 1. Блок-схема SoC-процессоров Intel

других процессорных семейств корпорации Intel, можно сказать, что она сопоставима с производительностью «среднего» процессора Pentium M, работающего на половине своей тактовой частоты. Многопоточный режим работы процессора (в тех моделях, где он реализован) может повысить производительность на 30% при использовании оптимизированного программного обеспечения. К недостаткам самой компактной «дискретной» версии процессорной платформы Atom на основе микросхем Atom Z5xx и системного контроллера-концентратора можно отнести отсутствие сопроцессора шифрования данных и интерфейсов SATA и Ethernet MAC. Однако эти недостатки устранены в версии на основе двух микросхем и SoC-версии процессора Atom. Напомним, что корпорация Intel разработала базовую конструкцию своих процессорных SoC-микросхем на основе архитектуры IA-32 (см. рис. 1).

Сегодня в портфолио корпорации имеется свыше десяти разработок SoC-процессоров на основе ядра Atom, использующих общие шинные архитектуры и программные библиотеки. Конструкция таких микросхем интегрирует стандартное процессорное ядро (с проектными нормами 45 или 32 нм), набор ИС, а также набор специализированных ускорителей, что уменьшает габариты материнской платы, но позволяет при этом обеспечить хорошую удельную производительность на ватт потребляемой мощности.

В числе операционных систем, под которые можно создавать приложения для Intel Atom embedded, находятся Microsoft Windows XP Embedded, Microsoft Windows XP, Microsoft Windows WEPOS, Microsoft Windows Embedded CE, QNX Neutrino, Linux Red Hat, Red Flag Linux, VxWorks, Wind River Linux, MontaVista Linux. Время загрузки операционной системы QNX Neutrino мо-

жет составлять несколько миллисекунд (а не секунды) для вычислительных платформ на основе процессора Intel Atom. «Быструю загрузку», программное управление энергопотреблением, поддержку технологий беспроводных коммуникаций IEEE 802.11n и Bluetooth включила в свой embedded Linux для процессоров семейства Atom компания MontaVista.

По данным издательского дома Extension Media, около 8% разработчиков специализированных микросхем ASIC уже через год после выхода процессорной платформы Atom в 2008 г. использовали это ядро при макетировании новых изделий. Корпорация Intel адаптировала технологию производства процессоров Atom к производственному процессу тайваньской компании Taiwan Semiconductor Manufacturing, что должно расширить круг заказчиков.

Возвращаясь к «дискретной» платформе Intel Atom, необходимо отме-

Таблица 1. Процессоры семейства Intel Atom, рекомендуемые для рынка встроенных систем (embedded)

Код процессора	Объём кэш-памяти L2, Кб	Тактовая частота, ГГц	Рабочая частота системной шины, МГц	Количество ядер	Тепловыделение (макс.), Вт	Поддержка Intel Virtualization Technology	Поддержка Execute Disable Bit
Z530P	512	1,6	533	1	2,2	+	+
Z530	512	1,6	533	1	2	+	+
Z520PT	512	1,33	533	1	2,2	+	+
Z510PT	512	1,1	400	1	2,2		+
Z510P	512	1,1	400	1	2,2		+
Z510	512	1,1	400	1	2		+
N270	512	1,6	533	1	2,5		+

титель, что она позволяет сделать выбор не только между рабочими тактовыми частотами, но и между наборами ИС. Для создания встроенной системы можно использовать связку процессора Atom Z5xx и набора US15W (иногда её называют платформой eMenlow; занимаемая площадь менее 700 мм², энергопотребление около 5 Вт) или Atom N270 и набора 945GSE&ICH7M (некоторые авторы используют термин «платформа Navy Pier» для обозначения этого набора, занимающего площадь менее 2200 мм², энергопотребление около 10 Вт).

Предлагаемый компанией Intel системный контроллер-концентратор US15W поддерживает такие современные интерфейсы, как USB 2.0, GPIO, LPC, PCI Express, всё шире применяемые в промышленных приложениях. Процессорная платформа Intel Atom позволяет системным интеграторам включать в приложения поддержку беспроводных коммуникаций, включая Wi-Fi, WiMAX, и сотовых сетей, что актуально для приложений класса M2M.

Микросхема концентратора US15W, включающая графический ускоритель Intel Graphics Media Accelerator 500 (Intel GMA 500) и аппаратный ускоритель декодирования видео, обеспечивает поддержку 3D-графики, что позволяет говорить о возможности использования даже самой компактной «дискретной» версии процессорной платформы Atom в приложениях, работающих с мультимедиа (автомобильные информационно-развлекательные системы, POI/POS-оборудование розничной торговли).

Интегрированное в набор US15W аппаратное обеспечение технологии Intel High Definition Audio (Intel HD Audio) поддерживает до восьми звуковых каналов с параметрами 192 кГц/32 бит. Для сравнения: спецификация AC'97 поддерживает шесть каналов 48 кГц/20 бит. Улучшенные возможности распознавания речи с использованием систем направленных микрофонов в технологии Intel HD Audio обеспечивают более высокое качество работы приложений, связанных с голосовым вводом. Платформа eMenlow наилучшим образом подходит для использования на процессорных модулях формата Pico-ITX или COM Express формата Nano (nanoETXexpress).

Набор ИС Mobile Intel 945GSE Express имеет интегрированный графический ускоритель Intel Graphics Media Accel-

rator 950, который поддерживает 3D-графику и позволяет использовать интерфейсы SDVO, LVDS, CRT, TV-Out, PCI Express, PCI, Serial ATA, Hi-Speed USB 2.0 и технологию Intel High Definition Audio. Платформа Navy Pier подходит для модулей форм-факторов ETX или 3,5".

В качестве неофициальных рекомендаций по выбору платформ можно использовать следующие критерии.

Следует остановиться на связке Atom Z5xx + US15W, если важны:

- энергоэффективность (наилучшая производительность на ватт потребляемой мощности);
 - безвентиляторный режим работы;
 - работа с видеоформатами MPEG2/4/260;
 - создание системы класса ultra small portable;
 - поддержка технологии USB Client.
- Связка Atom N270 + 945GSE&ICH7M позволяет достичь:
- наилучшей производительности на единицу стоимости;
 - расширенных возможностей ввода/вывода;
 - лучшей поддержки 3D-графики по сравнению с платформой eMenlow.

COTS-ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ INTEL ATOM

Разработчикам аппаратных платформ встроенных систем, решивших остановить свой выбор на процессорной платформе Intel Atom, можно не озадачиваться разводкой плат. Практически одновременно с анонсом Intel Atom производители аппаратных COTS-платформ для встраиваемых систем – компании MEN Mikro Elektronik, IBASE, MSC Vertriebs, Kontron, congatec AG, LiPPERT Embedded Computers, RadiSys – предложили ряд компактных одноплатных компьютеров этого формата на основе процессоров Atom.

Компания iBASE начала внедрение в свою продуктовую линейку процессоров Atom с модулями IB882 формата 3,5". При габаритах 102 × 147 мм модуль IB882 имеет два порта Gigabit Ethernet, разъём для установки модулей расширения стандарта PCI 104, восемь портов USB, интерфейс SATA, четыре последовательных порта и разъём для подключения модулей памяти формата SD/MMC.

Модули Procelerant Z500 на основе процессоров Atom Z5xx компании RadiSys имеют габариты 85 × 70 мм и совместимы по разъёму со спецификацией COM Express Type 2. Специализи-

рованный BIOS от компании General Software и инструментарий разработки позволяет использовать в проектах «интеллектуальное» управление батарейным питанием. Модули Procelerant Z500 ориентированы на портативные устройства для мобильных применений.

Компания congatec AG оперативно вывела на рынок модуль conga-CA стандарта COM Express. Созданный на базе процессора Intel Atom семейства Z5xx и контроллера-концентратора US15W, conga-CA имеет габариты 95 × 95 мм, поддерживает интерфейс Gigabit Ethernet, до двух линий PCI Express, восемь портов USB 2.0, два порта Serial ATA, один интерфейс IDE и технологию Intel High Definition Audio. Для расширения функциональных возможностей conga-CA предусмотрены два разъёма SDIO; на модуле есть интерфейс на основе шины PCI, интерфейсы I²C (поддерживающий «многomasтерный» режим), а также LPC для унаследованных приложений. Помимо графических возможностей (технологии DirectX 9.0E и OpenGL 2.0, аппаратное декодирование MPEG2/4, поддержка интерфейсов LVDS и SDVO), реализуемых за счёт контроллера-концентратора US15W, модуль conga-CA поддерживает технологии EPI автоматического распознавания типа дисплея EPI и VESA DisplayID.

Conga-CA – это полностью стандартный модуль форм-фактора COM Express – стандарта «минимального» одноплатного компьютера. Но и практически вся номенклатура новейших «внесистемных» (на основе инициативных разработок) модулей, позиционируемых как форм-фактор COM Express, была разработана и выпущена в версиях на основе платформы Intel Atom. Одними из первых реальных ESMexpress-модулей стали XM1 на основе процессора Intel Atom Z530 или Z510. Первый модуль стандарта ESMmini – MM1 – создан на основе процессора Intel Atom (Z530 или Z510 с рабочей тактовой частотой до 1,6 ГГц). Компактный модуль PQ7-M102XL в соответствии с изначальной ориентацией стандарта QSeven «выстроен» вокруг процессора Intel Atom (на основе моделей Z510PT/1,1 ГГц или Z520PT/1,33 ГГц) и системного контроллера US15WPT.

Интересным предложением подразделения GE Fanuc Intelligent Platforms (ещё до распада коалиции GE и Fanuc) для ряда военных приложений оказа-

лись COM-модуль bCOM2-L8000 и плата mITX-945S-ED формата Mini-ITX на основе платформы Atom. Оба этих изделия отличаются, помимо мультимедийных возможностей, ещё и развитые подсистемы коммуникаций и ввода/вывода. COM Express-модуль bCOM2-L8000 имеет порт Gigabit Ethernet, два порта Serial ATA, до двух портов IDE и восемь портов USB 2.0. Расширение функциональных возможностей обеспечивается подключением дополнительной периферии по трём линиям PCI Express. Плата mITX-945S-ED имеет два порта Gigabit Ethernet, слоты расширения на основе шин PCI Express и PCI, COM-порт, два порта Serial ATA, до двух портов IDE и четыре порта USB 2.0.

Эти примеры – далеко не полное перечисление всех предлагаемых на рынке SFFBs процессорных модулей класса COTS, куда можно отнести и изделия формата компактной промышленной материнской платы Mini-ITX (в качестве иллюстрации можно назвать плату KTUS15 от Kontron на базе процессора Intel Atom Z530/1,6 ГГц и набора Intel US15). Более интересным является то факт, что на основе Intel Atom embedded созданы и предлагаются процессорные модули форматов VME, VPX, CompactPCI, традиционно используемые под более мощные процессоры.

Компанией Concurrent Technologies разработано и предлагается для ответственных применений на основе процессора Intel Atom N270 семейство VME-модулей форм-фактора 6U VP A45/01x (см. рис. 2).

Семейство VME-компьютеров VP A45/01x предлагается как в коммерческом, так и в «усиленном» (ruggedized) исполнении, в версиях с кондуктивным и принудительным воздушным охлаждением.

На основе Intel Atom Z530, контроллера-концентратора US15W, памяти DDR2 SDRAM (512 Мб) и NAND Flash (1 Гб) компания Curtiss-Wright разработала модуль VPX3-1100 ATOMIC форм-фактора 3U VPX (см. рис. 3).

Модуль VPX3-1100 выпускается в версии для эксплуатации в расширенном диапазоне температур –40...85°C, в исполнениях для воздушного и кондуктивного охлаждения, а также в варианте исполнения VPX-REDI (VITA 48) с защитным кожухом для обслуживания в полевых условиях (двухуровневое обслуживание, two-level maintenance).

В продуктовой линейке компании General Micro Systems (GMS) появился модуль CoolOne/CC40x (см. рис. 4) формата 3U CompactPCI на основе процессора Atom.

Платформа Intel Atom уже используется и в законченных изделиях для промышленного рынка. Так, компанией Lanner Electronics на основе платформы Intel Atom N270/1,6 ГГц с набором ИС 945GSE выпущен промышленный компьютер LEC-7020 с габаритами 198 × 145 × 42 мм (последний размер – высота), поддерживающий технологии 3G, GPS и Wi-Fi. Это изделие имеет порты VGA, COM, DIO, четыре порта USB и по заказу поддерживает интерфейс LVDS. Разъём для установки SIM-карты и шина mini PCIe, обслуживающая разъём для установки модуля поддержки технологий 3G/GPS, позволяет быстро добавлять соответствующие функциональные возможности. Работа в сети Интернет обеспечивается двумя портами Gigabit Ethernet и заказной установкой модуля Wi-Fi.

Для военных и аэрокосмических приложений компанией Aitech выпущен на основе процессорной платформы Atom усиленный компьютер NightHawk RCU с массой около 2 кг. В режиме конвективного охлаждения это устройство может рассеивать до 22 Вт мощности при температуре окружающего воздуха +55°C. Ресурсы памяти NightHawk включают до 2 Гб DDR2 SDRAM и 4...8 Гб твердотельной SSD-памяти, а также (по заказу) до 250 Гб дисковой памяти. В качестве ПК NightHawk поддерживает два порта Gigabit Ethernet, шесть портов USB 2.0 и четыре многофункциональных порта RS232, двоярный порт для работы с графическими устройствами, порты для подключения клавиатуры и мыши и звуковые порты. Специализированная подсистема ввода/вывода может включать поддержку интерфейсов на основе стандартов MIL-STD-1553B, ARINC-429 и ARINC-708, CAN, Wi-Fi, порты ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов, восьмипортовый коммутатор Gigabit Ethernet. Возможно также подключение систем захвата и обработки видео.

Подсистема ввода/вывода компьютера NightHawk RCU организована на основе разъёмов MIL-DTL-38999. Весь комплекс мероприятий по корпусированию законченных компьютерных систем с усиленной защитой, одобренный компанией Aitech, позволил на

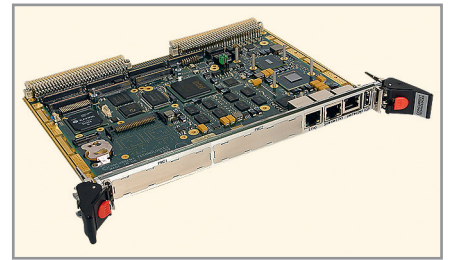


Рис. 2. 6U VME-модуль VP A45/01x компании Concurrent Technologies



Рис. 3. Модуль Curtiss-Wright VPX3-1100 ATOMIC форм-фактора 3U VPX

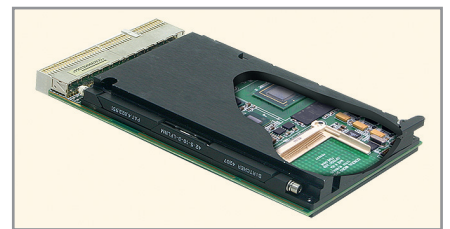


Рис. 4. Модуль CC40x формата 3U CompactPCI компании General Micro Systems

базе стандартной платформы Atom создать промышленный компьютер с рабочим температурным диапазоном –55...71°C, защитой от электромагнитных излучений на уровне требований стандарта MIL-STD-461, стойкий к воздействиям ударных нагрузок до 40 g и вибраций до 10 g (RMS) в диапазоне частот 5...500 Гц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главная оперативная задача платформы Intel Atom, которую она уже успешно решает, – поддержка позиций всей линейки процессоров Intel на рынке промышленных (военных) приложений. Intel Atom совместим с линейкой x86-процессоров корпорации, и именно это заставляет многих разработчиков останавливать свой выбор на этом процессоре: приложение на основе процессора Atom может быть масштабировано по цепочке Atom – Celeron – Core2 Duo.

По мере совершенствования платформы Intel Atom можно будет с большей уверенностью говорить о новых сегментах рынка встроенных систем, в которых целесообразно использовать эту платформу.

