

Юрий Тимонин

## Стандарт для максимальной надёжности: Rugged COM Express

Курс развития встраиваемых вычислительных систем не меняется уже много лет: мощность таких устройств постоянно увеличивается, а размеры, наоборот, уменьшаются. Несмотря на большое количество разработок в этой области, более вариативный и универсальный стандарт, чем COM Express, найти будет затруднительно. Чтобы перенести все преимущества плат этого типа в сферу электроники для ответственных применений, был разработан стандарт Rugged COM Express, открывший новые перспективы для разработчиков.

Встраиваемые системы продолжают придерживаться давно взятого курса: увеличение производительности при снижении габаритов печатной платы и, как следствие, всего устройства. Это влечёт за собой возрастание интенсивности вычислений в каждом активном элементе системы.

Такой параметр, как надёжность, больше не может быть вещью, о которой задумываются лишь на финальных этапах разработки. С самого начала требуется завершённая концепция, учитывающая при подборе компонентов как защищённость, так и мощность предполагаемой системы.

### ГИБКИЙ ФОРМАТ

Основанный на стандарте PICMG COM.0 (COM Express) формат VITA 59 RCE (Rugged COM Express) является первым результатом сотрудничества консорциумов PICMG и VITA. Этот отраслевой стандарт призван стать основой для встраиваемых систем повышенной надёжности с оптимальным соотношением цена-качество. Стандарт VITA 59 RCE использует три из четырёх форм-факторов COM Express, включая все требования к механике и распиновке (табл. 1). Вместе с тем этот стандарт предусматривает дополнительные вы-

ступы шириной 5 мм по краям платы для организации кондуктивного охлаждения и монтажа в алюминиевый конструктив (рис. 1).

VITA 59 RCE предлагает печатные платы 3 размеров: Mini, Compact и Basic, соответствующие габаритам, определяемым стандартом COM.0. В случае плат Compact и Basic интерконнек-

ты соответствуют стандарту COM Express тип б и имеют аналогичную распиновку.

Таким образом повышается уровень универсальности отдельно взятой системы: при необходимости разработанная печатная плата формата COM Express может быть легко адаптирована к стандарту VITA 59 и наоборот.

Сравнение размеров печатных плат стандарта VITA 59

Таблица 1

Форм-фактор	Габариты модулей VITA 59	Габариты модулей VITA 59 с оребрением
COM Express Mini	55×84 мм	65×94 мм
COM Express Compact	95×95 мм	105×105 мм
COM Express Basic	95×125 мм	105×135 мм

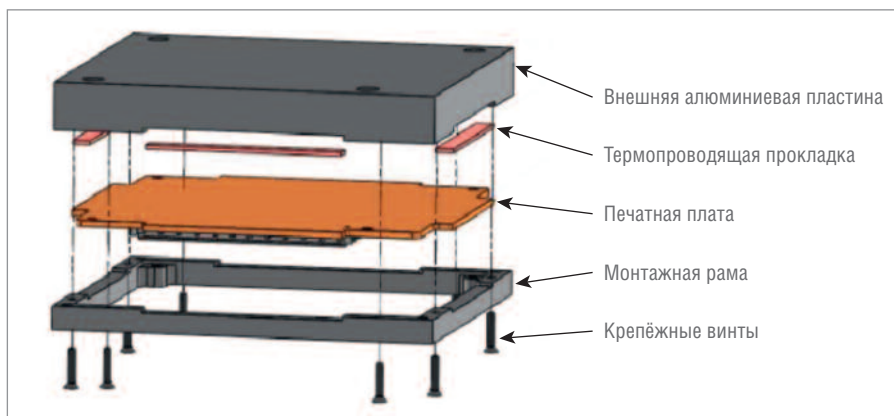


Рис. 1. Конструкция модуля Rugged COM Express

## Надёжность и защищённость

Основываясь на принципе многократного использования технологии, Computer-on-Module (COM) задаёт стандартную конфигурацию ввода-вывода, который должен быть использован на отдельной плате, поэтому разработчик системы может адаптировать функциональность в зависимости от приложения и сэкономить время, необходимое для разработки и для выхода на рынок.

Два основных недостатка, препятствовавших широкому использованию COM, — это фактическое отсутствие защищённости и неоднородность структуры модулей. Rugged COM Express не только использует компактные размеры и концепцию взаимозаменяемости, унаследованные от изначального стандарта, но и привносит повышенную степень защищённости и поддержку современных последовательных интерфейсов, а также определяет схему коммутации между различными модулями независимо от производителя. К несущей плате могут быть добавлены специальные интерфейсы ввода-вывода, устройства памяти или разъёмы, а функции FPGA (Field-Programmable Gate Array — программируемая пользователем вентильная матрица, ППВМ) могут быть интегрированы в саму плату или модуль процессора, если это необходимо.

Всё это позволяет полностью адаптировать электронику к нуждам конкретного приложения и повысить надёжность. Подобный подход к реализации системы гораздо менее сложный и дорогостоящий, чем разработка системы с нуля, особенно в случае приложений, требующих специальной платформы ввода-вывода.

Процессорный модуль, обеспечивающий наличие стандартных интерфейсов на плате, остаётся настраиваемым и может быть адаптирован к нуждам приложения, скорее, как элемент интегральной схемы.

## Адаптация к суровым условиям эксплуатации

Стандарт VITA 59 RCE позволяет использовать преимущества COM-модулей в более широком диапазоне приложений, связанных с применением в суровых условиях или с обеспечением безопасности. Важным преимуществом, с точки зрения модернизации системы, является возможность простой замены печатной платы, что также ведёт к минимизации затрат на проектирование.

Механика стандарта VITA 59 позволяет эффективно отводить тепло, выделяемое самыми горячими компонентами на плате, к её ребрам и крепёжным винтам, а далее к внешнему корпусу устройства, благодаря этому диапазон рабочих температур простирается от  $-40$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ .

Если модуль нуждается в дополнительном охлаждении, алюминиевый корпус может быть соединён с внешним теплопроводящим контуром, рассеивающим или отводящим тепло. Герметичный закрытый металлический корпус обеспечивает высокую степень защиты от воздействия пыли, химически активных частиц и т.п., а также от электромагнитных помех (в соответствии со стандартом EN 55022).

Все компоненты на печатной плате соединены методом пайки, что позволяет выдерживать удары с ускорением до  $50 \text{ м/с}^2$  длительностью 30 мс и вибрации частотой 5–150 Гц с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ . В зависимости от форм-фактора плату с несущим элементом соединяют 4 или 5 винтов.

## Соответствие современным вычислительным требованиям

Благодаря Rugged COM Express появилась целая серия новых устройств. Одной из компаний, активно использующих этот стандарт в своих разработках, является немецкий производитель электроники для транспортных и про-

мышленных приложений MEN Mikro Elektronik. В настоящий момент компанией разработаны несколько плат весьма интересной конфигурации, отметим некоторые из них.

Основанный на процессоре NXP QorIQ P1022/P1013 с частотой до 1,2 ГГц одноплатный компьютер СВ30С (рис. 2), предназначенный для критически важных приложений (в первую очередь под управлением Linux), стал первым устройством в этой серии. Плата представлена в двух конфигурациях: VITA 59 и COM.0. Модуль удовлетворяет требованиям класса безопасности SIL2 и соответствует стандарту EN 50129 (устройства для применения на железной дороге). Разумеется, он может быть использован также в промышленных и мобильных приложениях. Архитектура платы предполагает постоянный мониторинг всех основных параметров функционирования платы (температура, напряжение и т.д.). Плата поддерживает ОЗУ объёмом до 2 Гбайт, работает с множеством современных интерфейсов и может быть оснащена накопителем eMMC.

Модуль CM50С (рис. 3) формата COM Express Mini тип 10 создан для работы с процессорами семейства Intel Apollo Lake (Atom E3900, 2 или 4 ядра, частота до 2 ГГц) и отличается очень низким энергопотреблением. Объём оперативной памяти может достигать 8 Гбайт, в качестве накопителя используется модуль eMMC объёмом до 64 Гбайт. Плата поддерживает операционные системы как на основе Linux, так и Windows. Возможен запуск нескольких приложений в пределах одной платформы, поддерживается виртуализация. Представлен большой спектр интерфейсов, в том числе DisplayPort, USB 3.0, PCI Express, Gigabit Ethernet, UART. Заявленный жизненный цикл процессора составляет 15 лет, поэтому можно назвать эту плату по-настоящему долговременным решением. Модуль имеет сертификацию SIL2.

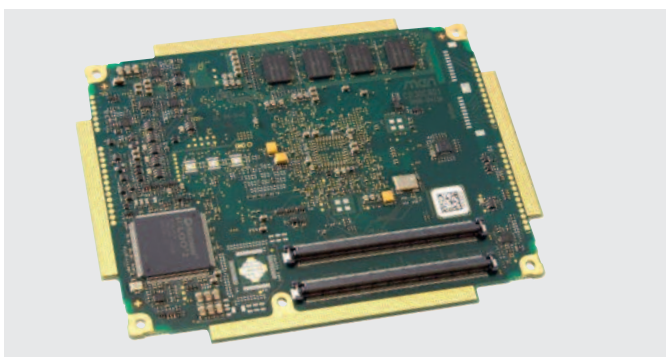


Рис. 2. Модуль СВ30С

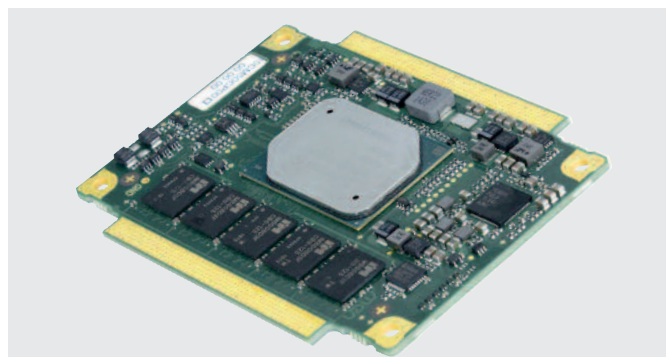


Рис. 3. Модуль CM50С

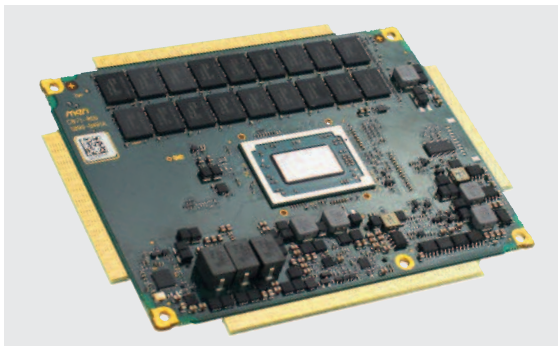


Рис. 4. Модуль СВ71С

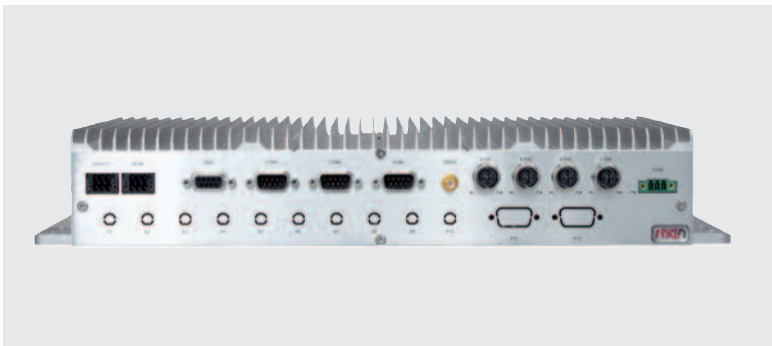


Рис. 5. Встраиваемый компьютер BL72E

Модуль СВ71С (рис. 4) предназначен, в первую очередь, для применения на железных дорогах, общественном транспорте, в системах сбора данных или информационно-развлекательных системах. СВ71С создан на базе процессоров семейства APU (Accelerated Processing Unit) AMD V1000. Благодаря графическому процессору новейшего поколения Radeon Vega с поддержкой до 11 вычислительных кластеров модуль способен работать с четырьмя дисплеями с разрешением до 4К без применения дополнительных графических аппаратных средств. До четырёх высокопроизводительных процессорных

ядер позволяют решать задачи с применением виртуализации. В соответствии со стандартом модуль встроен в закрытый алюминиевый конструктив. Диапазон рабочих температур СВ71С составляет  $-40...+85^{\circ}\text{C}$ .

Модуль СВ71С может быть оснащён широким спектром процессоров с большим сроком жизни и масштабируемой производительностью, поддерживающих ECC (память с коррекцией ошибок). Для маломощных версий возможно применение пассивного охлаждения. Поддерживаемый объём оперативной памяти может достигать до 32 Гбайт DDR4, ёмкость eMMC-накопителя со-

ставляет 16 Гбайт. Доступные высокоскоростные интерфейсы включают в себя PCI Express 3.0, DDI (DP, eDP, HDMI), SATA 3.0, Gigabit Ethernet и USB 3.0. Модуль оснащён системой управления платой с расширенной функциональностью, предусматривающей мониторинг приложений, значимых для обеспечения безопасности. Кроме того, СВ71С оборудован надёжным криптопроцессорным модулем (TPM) и поддерживает аппаратное шифрование данных, обеспечивая защиту от физических и виртуальных атак. Это важно для приложений с повышенными требованиями к безопасности, например, платёжных

## ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Яркость 600 кд/м<sup>2</sup>
- Угол обзора 150°  
(конусный)
- Встроенные контроллеры управления
- Символы высотой 5 и 9 мм
- Вибрации от 10 до 500 Гц
- Удары до 20g (по каждой оси)
- Ресурс от 40 000 до 100 000 часов
- Диапазон рабочих температур  $-40...+85^{\circ}\text{C}$



**INDUSTRIAL ELECTRONIC ENGINEERS**





Рис. 6. Модульный компьютер в сборе (09MS50M51)

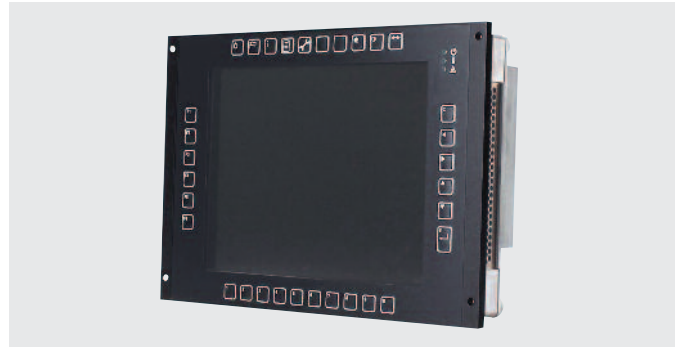


Рис. 7. Панельный компьютер DC15

терминалов, терминалов для продажи билетов, управления парком транспортных средств или систем оперативного контроля. СВ71С полностью совместим с устройствами COM Express тип 6.

**Фундамент для строительства завершенного устройства**

Разумеется, плата сама по себе не может быть готовым решением. Ей требуются соответствующая корпусировка, питание, вспомогательные периферийные устройства. Стандарт COM Express и Rugged COM Express нашёл широкое применение во встраиваемых

и панельных компьютерах MEN Mikro Elektronik, став основой для множества стандартных изделий компании.

Например, именно модуль COM Express Basic является «сердцем» компьютера BL72E (рис. 5). Он безвентиляторный, оснащён процессором AMD Ryzen V1000, обширным набором интерфейсов (от Ethernet и USB до RS-232, RS-422/485, CAN и MVB), работает с беспроводными сетями GNSS и LTE. Диапазон входных напряжений устройства составляет 24–110 В постоянного тока, а диапазон рабочих температур –40...+85°С. Устройство сертифицировано для применения на железных

дорогах в соответствии со стандартом EN 50155 и работает с операционными системами Windows и Linux.

Крайне интересной новинкой является модульный компьютер MC(MS)50, предназначенный для монтажа на DIN-рейку, стену или в 19" стойку. Готовое устройство собирается из отдельных модулей: процессорного, питания и модуля беспроводной коммуникации. На рис. 6 можно видеть пример такой сборки. Как раз в основе процессорного модуля лежит плата COM Express Mini – уже упомянутая ранее CM50. Модуль отлично подходит для использования в качестве элемента

*Системы преобразования энергии*

**Источники питания AC/DC**

- Вход: однофазная и трёхфазная сеть переменного тока
- Мощность от 100 Вт до 500 кВт
- Выход: от 5 до 400 В
- Диапазон рабочих температур от –40 до +75°С

**Источники питания DC/DC**

- Вход: от 10 до 380 В постоянного тока
- Разнообразные конструктивные исполнения

**DC/AC-инверторы**

- Вход: от 20 до 800 В
- Выходы: однофазное и трёхфазное напряжение
- Частота выходного напряжения от 40 до 400 Гц с подстройкой

**AC/AC-преобразователи**

- Преобразование переменного напряжения в однофазное и трёхфазное с частотой от 40 до 400 Гц

**Области применения**

- Промышленная автоматизация
- Железнодорожный транспорт
- Испытательное оборудование

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

CCTV и IoT-систем и может работать как самостоятельный встраиваемый компьютер. Благодаря такому нетипичному подходу к построению системы она может легко масштабироваться и конфигурироваться с учётом требований конкретного приложения. Все модули являются безвентиляторными и могут работать при температуре -40...+85°C. Диапазон входных напряжений модуля питания составляет 24–110 В постоянного тока. Модуль беспроводной связи оснащён двумя слотами M.2, 4 слотами для microSIM и приёмником GNSS.

Также модули Rugged COM Express применяются в безвентиляторном панельном компьютере DC15 с диагональю дисплея 10,4", разрешением 1024×768 пикселей, процессором AMD серии G, поддержкой 4G, WLAN и GNSS (рис. 7). Компьютер может работать под управлением Windows и Linux и оснащён интерфейсами Ethernet, USB, UART, CAN, GPIO и MVB (опционально) с использованием разъёмов M12.

Степень защиты устройства по передней панели составляет IP65, а диапазон рабочих температур -40...+85°C.

Компьютер сертифицирован для эксплуатации на железных дорогах.

### ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

В портфолио проектов, исполненных на основе Rugged COM Express, входят система управления машинерией горнодобывающих предприятий (защищённая от возгорания, со степенью защиты IP76, устойчивостью к вибрациям с ускорением 5g и ударам 50g и диапазоном рабочих температур -10...+70°C).

Стандарт Rugged COM Express был использован компанией MEN Mikro Elektronik при разработке модулей для сельскохозяйственной техники и управляющего модуля для панельного компьютера в кабине управления самолётом (с сертификацией DAL-A).

Новой областью для применения защищённой электроники малого форм-фактора является строительная индустрия. Строительное оборудование должно выдерживать жёсткие воздействия окружающей среды и постоянно подвергается ударам и вибрациям — устройства на основе стандарта VITA 59 способны помимо этого ещё и функционировать в суровых условиях с вы-

сокой степенью надёжности, что было невозможно для предыдущих поколений электроники.

Модули Rugged COM Express нашли применение и в медицине — от мониторинга систем вентиляции в мобильном медицинском оборудовании и до осуществления контроля за состоянием пациента. Десять лет назад перемещение интубированного пациента было намного более опасным, и фактором риска становились пороги, коридоры и лифты. Теперь это уже не помеха.

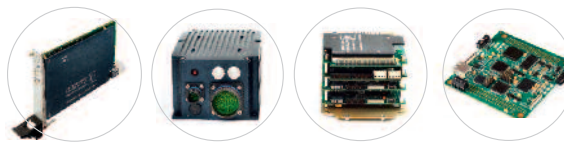
Всё больше приложений используют стандарт Rugged COM Express. Он не только позволяет применять самые современные компоненты, но и продолжает поддерживать хорошо зарекомендовавшие себя форм-факторы COM, облегчая модернизацию старых приложений и позволяя разрабатывать новые, требующие комбинации высокой вычислительной мощности и бескомпромиссного уровня защиты и надёжности. ●

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



## ADVANCED MICRO PERIPHERALS 20 ЛЕТ ОПЫТА В СФЕРЕ ВСТРАИВАЕМЫХ ВИДЕОРЕШЕНИЙ

- Кодирование в MPEG-4 / H.264 (AVC)
- Захват, запись, вывод на экран и передача многоканальных NTSC/PAL видеопотоков и видеоданных
- Системные решения (COTS) для серверов цифрового видео и цифровых видеомagneтофонов (DVR)
- Специализированные программные комплекты разработчика



PC/104 • PC/104-Plus • PCI/104-Express • CompactPCI • CompactPCI Serial • miniPCI

**PROSOFT®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

[WWW.PROSOFT.RU](http://WWW.PROSOFT.RU)

Реклама

# NOVASTAR

Дизайн • Функциональность • Практичность



## ИнNOVационный шкаф для 19" электронного оборудования

- Аудио- и видеотехника
- Лабораторные измерения
- Испытания и контроль

### Технические характеристики

- 19-дюймовый разборный каркас из алюминиевого профиля
- Два класса нагрузки: Slim-line и Heavy-Duty
- Ширина всего 553 мм
- Высота от 360 (6U) до 2200 мм (47U)
- Глубина от 550 до 880 мм
- Боковой Т-образный паз для крепления консолей и пультов
- Легкое перемещение на роликовых опорах

