

# «Кругом голова...», или Выбор подходящего стандарта модуля и надежной IIoT-платформы



В статье рассматриваются наиболее востребованные сегодня типы компьютеров на модуле (COM): QSeven, SMARC, COM Express. Приводятся примеры приложений, наилучшим образом соответствующие модулям различного типа. Перечислены возможности нового стандарта COM-HPC, утвержденного в начале 2021 года. Представлено новое решение компании HEITEC – платформа HeiSys, предлагающая уникальную гибкость конфигурирования и производительность благодаря совместному размещению модулей COM Express и SMARC.

000 «Риттал», г. Москва

Компьютеры на модуле (Computer on Module – COM) уверенно завоевали рынок (рис. 1) и популярность при разработке устройств, ведь их преимущества столь наглядны и очевидны: они предлагают экономически эффективный и не требующий больших затрат способ очень точно реализовать желаемые характеристики приложения в сочетании с платой-носителем. Широкий ассортимент продукции на рынке предлагает множество вариантов, но также и муки выбора между стандартами и поставщиками. Каждый из типов модулей наилучшим образом демонстрирует свои возможности в отдельных областях (рис. 2, 3), поэтому в первую очередь необходимо четко проанализировать потребности с точки зрения конкретного применения. На что следует обратить внимание при выборе подходящего модуля? Какие факторы имеют значение и какие преимущества предлагают соответствующие стандарты при подборе наиболее подходящего решения?

Стандарт **Qseven** – хороший выбор для применения в потребительском секторе с низкими требованиями к производительности, где компактность и экономия средств являются первоочередными задачами. Однако

если требования растут, необходимо провести точный анализ и соотнести их со специфическими свойствами различных стандартов модулей.

Человеко-машинные интерфейсы (HMI), или компьютеризированные

интерфейсы пользователя между человеком и машиной, обычно состоящие из дисплея, панели ввода, компьютерного аппаратного и специализированного программного обеспечения, зачастую требуют высокого класса за-

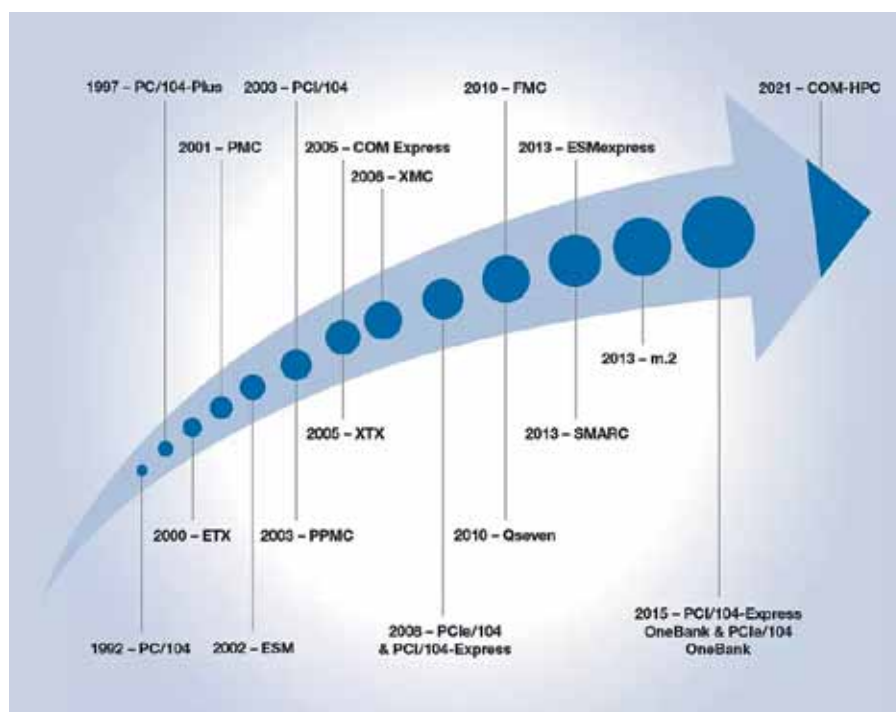


Рис. 1. В 1992 году был представлен первый модульный стандарт PC/104. На изображении представлена хронология развития стандартов электронных модулей

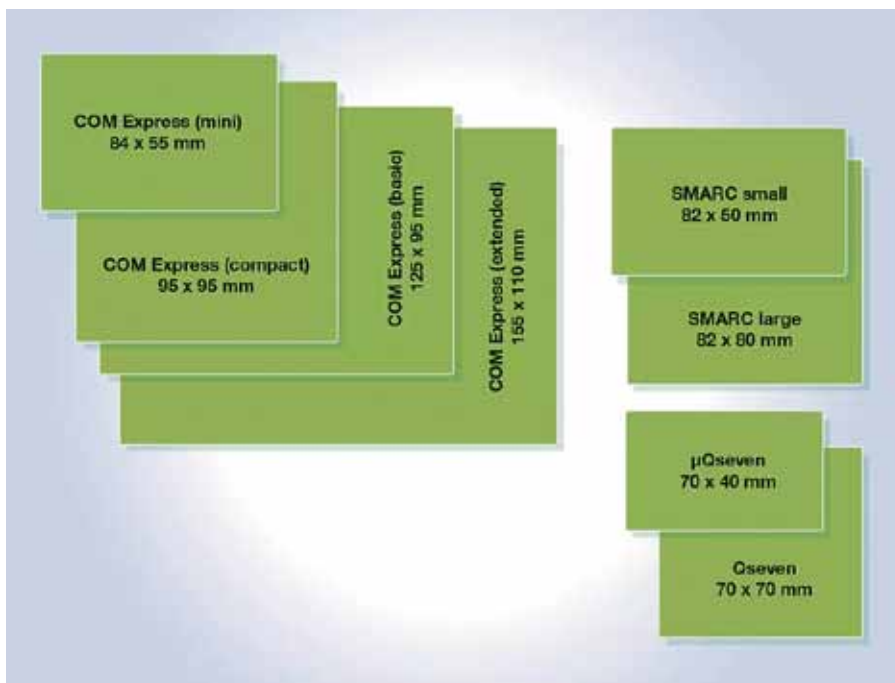


Рис. 2. Различные форматы модулей Qseven, SMARC и COM Express могут быть использованы для реализации вашего приложения, не в последнюю очередь определяя его будущие габариты

щиты IP при использовании на производстве. Если первые HMI-терминалы имели простую функциональность, то постепенно развитие шло в сторону более сложных программируемых систем, от локальных к распределенным, сетевым и часто мобильным приложениям, от кнопочных систем к бесконтактному управлению или комбинированным вариантам. С точки зрения

возможного расширения, повышения эксплуатационной надежности и простоты обслуживания целесообразно предусмотреть модульный принцип исполнения. Основные требования для используемых в данном контексте модулей известны: компактный форм-фактор и энергопотребление, малый вес, а также хорошая доступность. Но даже если требования к интерфейсам

PCIe и высокой производительности не предъявляются, современные ожидания по поводу функциональности могут быть недостижимы для Qseven.

Так, растущие потребности визуализации и управления иногда сразу несколькими операциями требуют гибкой настройки программного обеспечения для определения приоритетов процессов и принятия решений. Более высокая производительность обычно приводит к более высокому рассеиванию мощности и, следовательно, тепловыделению. Однако поскольку многие HMI поставляются с функцией Power over Ethernet (PoE) или PoE+, что позволяет экономить на кабелях и источниках питания, рассеиваемая мощность остается наглядной и контролируемой. Хорошим вариантом здесь является стандарт SMARC (Smart Mobility ARChitecture). Это компактные и универсальные компьютерные модули для приложений с известной глубиной инвестиций и низким энергопотреблением, которые тем не менее могут обеспечить значительную производительность. Наиболее часто в модулях SMARC используются эффективные процессоры ARM-архитектуры, но также применяются SoC или x86. Однако возможности расширения и производительности данного типа модулей ограничены. Потребляемая мощность обычно не превышает 6 Вт, хотя возможны исполнения мощностью до 15 Вт. В основном доступны два размера – в формате 82 × 50 мм (small) и в формате 82 × 80 мм (large). Обобщая, можно сказать, что SMARC предпочтителен для стационарных и портативных встраиваемых систем. На модуле сосредоточены: ядро процессора, включая DRAM, загрузочная флеш-память, управление питанием, Gb Ethernet и двухканальный LVDS-трансмисмиттер дисплея. На плате-носителе расположены другие функции, такие как сенсорные контроллеры, аудиокодеки и подключение беспроводных устройств. Таким образом, все требования типичных HMI могут быть выполнены: гибкость и возможность модернизации благодаря масштабируемости, быстрому выходу на рынок при низкой стоимости, энергоэффективности и малой занимаемой площади.

Но как насчет приложений с более высокими требованиями к производительности, например устройств автономного вождения? Автопилот уже

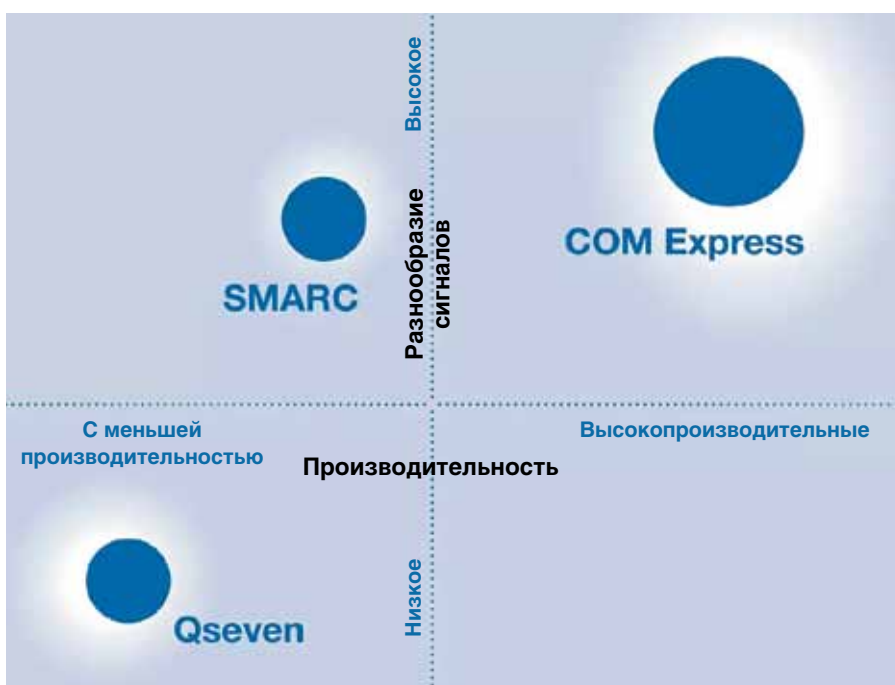


Рис. 3. В зависимости от требований к производительности и разнообразию сигналов могут быть задействованы модули Qseven, SMARC или COM Express

давно не ограничивается обычными транспортными средствами, он играет все более важную роль в сельском хозяйстве, общественном транспорте, управлении воздушным движением и т.д. В сельском хозяйстве, например, комбайны направляются по оптимизированному и экономящему топливу маршруту, а созревание зерна оценивается с помощью дронов, таким образом, маршрут прокладывается лишь по тем участкам, где это необходимо. Сенсорная технология играет здесь определяющую роль. Например, зоны перед ходовой частью и косилкой контролируются (тепловизионными) камерами высокого разрешения и инфракрасными датчиками в целях защиты живых существ (коров, оленей на зерновом поле и т.д.). Подобные высокопроизводительные приложения также имеют структуру, включающую контроллер и панель оператора, но производительности модулей SMARC обычно уже недостаточно для таких устройств, к тому же для определения ситуации используются зрение и логика искусственного интеллекта (ИИ). Задачи по точному управлению двигателями, мониторингу множества датчиков и обработке изображений, алгоритмы и функции безопасности, а также сложная обработка данных (например, расчет временных затрат на сбор урожая, оценка степени его спелости, количества или обрабатываемой площади) — всё это требует сложной электроники, программного обеспечения и связи. Алгоритмы должны рассчитываться в реальном времени, чтобы приложение могло немедленно отреагировать в целях безопасности и при необходимости остановить работу. То же самое относится и к коллаборативным роботам (роботам для совместной работы с человеком). Упомянутые примеры требуют широких возможностей подключения и при этом многофункциональности. Таким образом, при большем количестве необходимых интерфейсов и более высокой вычислительной мощности COM Express является очевидным выбором.

**COM Express** определяет семейство одноплатных компьютеров малого форм-фактора (SFF) и компьютеров на модуле, которые обеспечивают необходимое разнообразие производительности и могут быть адаптированы в точном соответствии с конкретными

требованиями. COM Express разработан для новейших чипсетов и протоколов последовательной передачи, включает интерфейсы PCI Express Gen 3, 10GbE, SATA, USB 3.0 и видеоинтерфейсы высокого разрешения, например для визуального контроля/определения объектов. Не забудем и о требованиях к компактности, которым отвечают модули COM Express. Их уникальность заключается в том, что эти модули, с одной стороны, могут работать независимо как одноплатные компьютеры (SBC), а с другой — функционировать в качестве процессорных мезонинов на несущей плате. Последнее сокращает время и затраты на разработку продукта, поскольку при интеграции не нужно разбираться в деталях высокоскоростной передачи сигналов и следить за стремительным развитием чипсетов. Для пользователя это означает гарантию будущего, поскольку новые модули COM Express можно просто подключить к имеющейся несущей плате, что повышает производительность и продлевает срок службы продукта. Из восьми доступных типов (Type) COM Express четыре новейших, описанных в спецификации PICMG 3.0, наиболее актуальны для современных приложений. Так называемый форм-фактор Mini (84 × 55 мм) может использоваться для реализации модулей Type 10, Compact (95 × 95 мм) применяется в основном для Type 6, а Basic (95 × 125 мм) служит основой для Type 6 и 7. Расширенный форм-фактор (Extended) особенно актуален для серверных приложений, которые будут рассмотрены дальше.

Приложения IoT (промышленного интернета вещей) зачастую требуют наличия широких возможностей подключения «вверх» (к интернету, или облаку / корпоративным ЦОД) и «вниз» (к разнообразным датчикам и исполнительным устройствам).

Если большой объем информации необходимо обработать на месте и затем переслать ее дальше, в этом случае нужен шлюз с расширенными функциональными возможностями. Обработка и дополнение данных от контроллера и датчиков перед пересылкой приводит к улучшению коммуникации, оптимизации и повышению качества процесса. При необходимости данные могут быть немедленно адаптированы к изменившимся требова-

ниям прямо в процессе эксплуатации. Важнейшими компонентами подобной архитектуры являются шлюзы, которые буферизируют, асинхронно обрабатывают и передают данные нижестоящим службам в цехе в режиме реального времени. Локальные данные извлекаются через соответствующие интерфейсы, промышленные модели данных и стандартные протоколы. Безопасная и корректная обработка сигналов различных протоколов передачи данных обеспечивается в шлюзе с помощью как аппаратной части интерфейса, так и программных алгоритмов. В зависимости от анализируемых точек данных и рабочей нагрузки машина/станок генерирует несколько сотен гигабайт данных. Если бы такой объем информации передавался в центр обработки данных (ЦОД) или облако, это привело бы к высоким затратам из-за обеспечения требуемой пропускной способности линий связи, длительного времени отклика и контроля уровня загрузки сети. Для того чтобы обеспечить бесперебойную работу вовлеченного оборудования, системы граничных вычислений (EDGE-computing) осуществляют сбор, мониторинг и анализ объемов данных там, где они генерируются, — в физической близости от машин. Такой подход дает несколько преимуществ: анализ данных в реальном времени выполняется гораздо быстрее локально, чем в виртуальном хранилище или на уровне ЦОД, при этом затраты на передачу данных невелики, поскольку анализ данных проводится прямо на месте. В облако или ЦОД отправляются только релевантные данные. Кроме того, повышается уровень безопасности, поскольку конфиденциальные данные не покидают участок или цех. В случае подобного уровня требований к пропускной способности, вычислительной мощности, разнообразию сигналов и энергопотреблению модули COM Express являются очень хорошим выбором. Благодаря широкому предложению данного типа модулей возможно точно реализовать приложения — с учетом производительности, рассеиваемой мощности и энергопотребления.

**Будущее уже сегодня**

Известно, что серверные приложения предъявляют еще более высокие требования с их все возрастаю-

щей плотностью данных, значительно большим объемом памяти DRAM и сложной функциональностью процессора. Неудивительно, что формат модуля COM Express Extended с габаритами 110 × 155 мм в сочетании с серверно-ориентированной спецификацией Type 7 (согласно COM Express Rev. 3.0) приобретает все большее значение на рынке. Но, начиная с определенного уровня и профиля производительности, необходимо искать другие решения. Стандарт COM-НРС, утвержденный в начале 2021 года, следует рассматривать как дополнение к высокопроизводительным COM (компьютерам на модулях). Расположение выводов, типоразмеры и большинство функциональных возможностей уже утверждены.

Новый стандарт будет охватывать области, в которых COM Express достиг своих пределов с точки зрения производительности передачи данных, высокоскоростных интерфейсов и сетевых подключений. В то время как разъем COM Express имеет только 440 выводов, чего уже недостаточно для высокопроизводительных периферийных компьютеров, разъем COM-НРС предлагает 800 выводов. Помимо прочего, COM-НРС позволяет удвоить количество линий PCIe (64 вместо 32) и в четыре раза увеличивает скорость передачи данных благодаря переходу от PCIe Gen 3 с 8 Гбит/с к PCIe Gen 5 с 32 Гбит/с на линию. В настоящее время стандарт COM-НРС предусматривает пять типов форматов: COM-НРС/Server с Size E (160 × 200 мм) или D (160 × 160 мм) и COM-НРС/Client с Size A (95 × 120 мм<sup>2</sup>), Size B (120 × 120 мм) и Size C (120 × 160 мм), которые отличаются друг от друга в основном габаритами, количеством и типом интерфейсов.

Версия Client имеет интерфейсы видео/дисплея, которые отсутствуют в версии Server. При этом обе версии предлагают интерфейсы 25Gb Ethernet, которые необходимы для серверных приложений. Модуль COM-НРС/Server больших габаритов имеет до 8 гнезд DIMM для оперативной памяти и 64 линии PCIe для дополнительных GPU и памяти NVMe. COM-НРС также обеспечивает значительное увеличение производительности и высокую масштабируемость сетевых подключений. От этого выиграют такие приложения, как периферийные

серверные решения (EDGE-серверы) в телекоммуникациях с их постоянно растущей скоростью передачи данных, новый класс Headless (безголовых) EDGE-серверов, которые все чаще используются в качестве распределенных систем в жестких промышленных условиях и расширенных диапазонах температур, или медицинские диагностические устройства с мощными процессорами, искусственным интеллектом и возможностями параллельной обработки огромных массивов данных. По сравнению с COM Express COM-НРС достигает скорости до 200 Гбит/с против 10 Гбит/с и открывает соответственно больше возможностей для применения.

#### Подведение итогов

На рынке COM до сих пор доминируют три основных стандарта, которые покрывают большинство потребностей и требований приложений, описанных в примерах. Модули невысокого уровня мощности (до 15 Вт), такие как SMARC или Qseven (до 12 Вт), позволяют реализовать более простые приложения, в то время как более высокопроизводительные приложения мощностью до 116 Вт (Type 6/7) или 58 Вт (Type 10) могут быть хорошо реализованы с помощью модуля COM Express. Необходимо проводить тщательную оценку всех требований еще

на стадии концепции, чтобы иметь возможность обеспечить соответствующие интерфейсы в долгосрочной перспективе и при необходимости использовать более мощные процессоры с определенной технологией. Спецификация COM Express имеет смысл, если уже достигнут верхний предел интерфейсов и производительности с помощью SMARC или Qseven, поскольку это обеспечивает «пространство для роста». Еще одним фактором при выборе модуля является вопрос об архитектурах CISC или RISC, каждая из которых имеет свои достоинства. Если целью является более высокая производительность, на первый план выходят такие аспекты, как подходящая концепция охлаждения. Это также должно быть принято во внимание с самого начала. Если пассивное охлаждение является единственным возможным вариантом, необходимо учитывать более низкую производительность процессора. И наоборот, активная вентиляция расширяет возможности в плане компоновки, механики и производительности процессора.

В 2021 году компания HEITEC представила решение «всё в одном» — платформу HeiSys, которая является одновременно шлюзом и вычислительным центром (рис. 4, 5). В дополнение к масштабируемости в плане вычислительной производительности

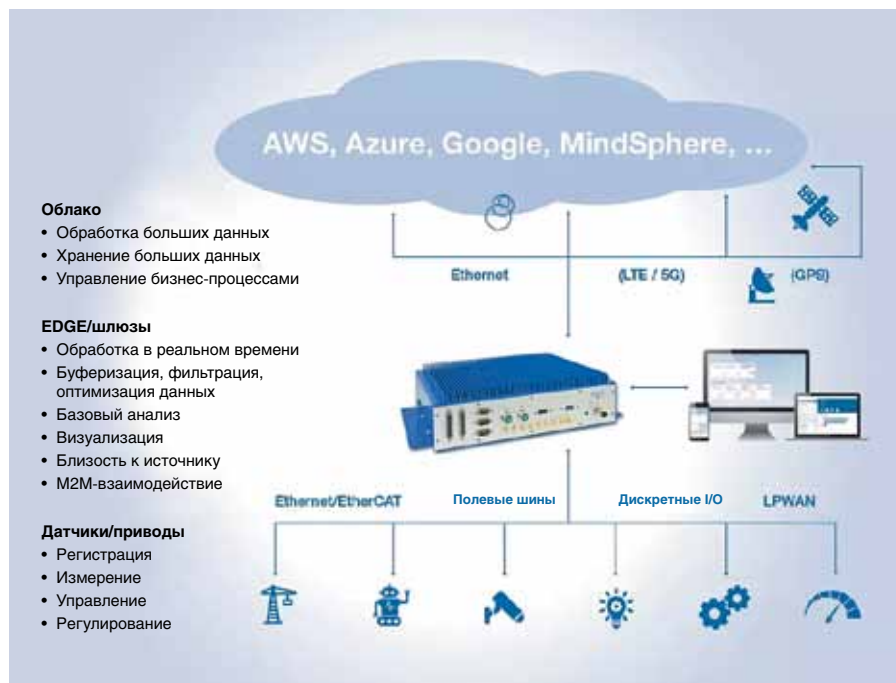


Рис. 4. Платформа HeiSys предлагает совмещенное решение для шлюза IIoT и EDGE-сервера: обеспечивая сбор данных с датчиков и обрабатывая информацию, может передавать ее в облако/корпоративный ЦОД и воздействовать на приводы

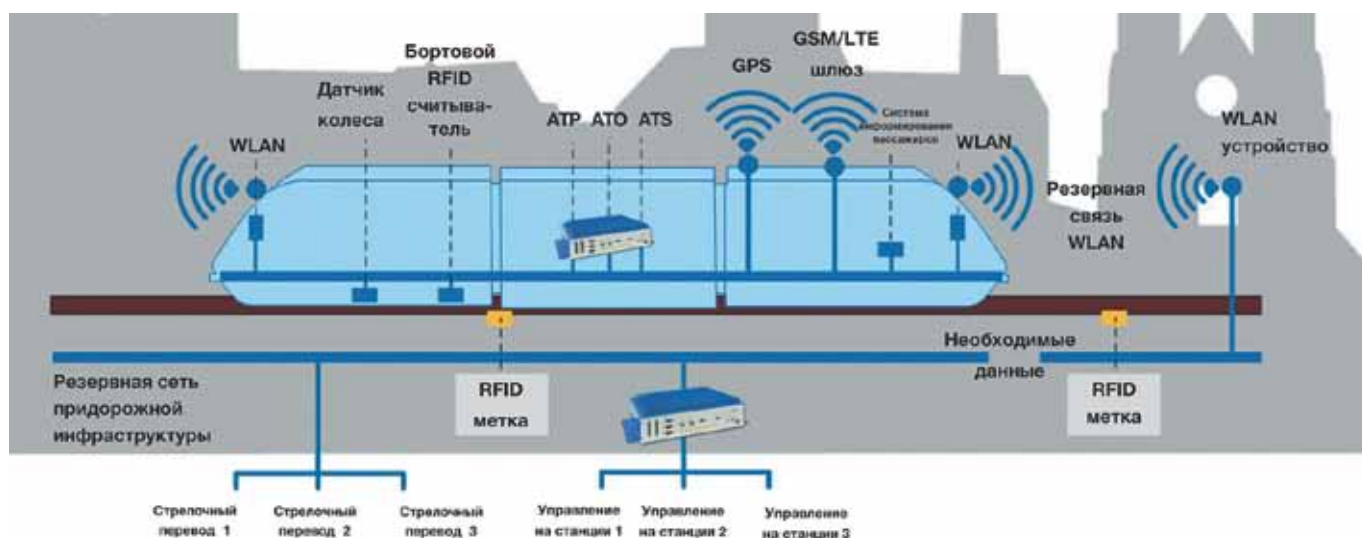


Рис. 5. HeiSys отвечает требованиям, предъявляемым к современным системам СВТС (управление движением поезда по радиоканалу); кроме того, он может быть частью пассажирской информационной системы, бортового кинотеатра, служить для обеспечения сети Wi-Fi в салоне и т. д.

и модульности проводных интерфейсов ввода/вывода HeiSys также предлагает гибкость в технологиях беспроводной передачи данных, которая гарантируется благодаря модулям M.2. Платформа рассчитана на использование многодиапазонных радиомодулей WLAN, LTE, 5G, UMTS, GSM, LPWAN, LoRa, NB-IoT, Wi-Fi, Bluetooth и GPS/ГЛОНАСС для промышленной передачи данных. Обеспечивается функционирование в расширенном диапазоне температур  $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а сертификация согласно EN 50155 (приложения для железнодорожного транспорта) подтверждает надежность в условиях ударов/вibra-

ции и мобильного применения. Безвентиляторное исполнение повышает наработку на отказ.

Конфигурация HeiSys подбирается согласно задачам проекта на базе модулей SMARC (менее требовательных приложений), модулей COM Express (средняя производительность) или уникальной патентованной технологии COM Express + SMARC (высокая производительность и гибкость интерфейсов). В дальнейшем также будет доступно решение на базе передового стандарта COM-HPC Server/Client.

Таким образом, HeiSys предлагает перспективную, адаптируемую основу для индивидуального внедре-

ния модульной технологии в рамках проектов и приложений.

Компания RITTAL, ведущий поставщик распределительных шкафов, систем электrorаспределения, контроля микроклимата, а также решений в области ИТ-инфраструктуры, является авторизованным партнером HEITEC и осуществляет поставку оборудования на территории России.

А.С. Катютин, менеджер по продукции HEITEC (крейты и корпуса), ООО «Риттал», г. Москва, тел.: +7 (495) 775-0230, e-mail: info@rittal.ru, сайт: www.rittal.ru