

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДУЛИ ФОРМАТА SMARC ОТ НПК «АТРОНИК»

АЛЕКСЕЙ МЕДВЕДЕВ

mav@atronik.ru

В статье дано описание стандарта встраиваемых компьютерных модулей SMARC, а также приведен краткий обзор отечественных модулей, выполненных в данном стандарте.

Компьютерные модули, называемые также компьютерами-на-модуле (Computer-on-Module) или системами-на-модуле (System-on-Module), представляют собой компактный вычислитель, содержащий центральный процессор, память, контроллеры периферии и вторичные источники питания. Все периферийные интерфейсы выведены на разъемы в соответствии с общепринятой спецификацией.

Компьютерные модули широко применяются как для решения тех задач, которые невозможно эффективно выполнить с помощью стандартных встраиваемых плат, так и для реализации задач обновления технического решения наследственных или устаревших систем.

Описание преимуществ и наиболее популярных среди разработчиков и пользователей встраиваемых систем стандартов компьютерных модулей ETX, QSeven, SMARC, COM Express

и COM-HPC представлено в статье «Компьютерные модули. Описание преимуществ применения и обзор популярных стандартов» [1].

В статье будет приведено описание одного из самых молодых стандартов (SMARC) и модулей отечественного разработчика — компании АО «НПК «АТРОНИК».

SMARC

Стандарт SMARC (Smart Mobility ARChitecture) разработан консорциумом SGET в 2013 г. Модули стандарта быстро стали очень популярными масштабируемыми строительными блоками, позволяющими разработчикам создавать приложения нового поколения.

Модули SMARC предназначены для создания компактных вычислительных устройств с низким энергопотреблением. Область применения модулей SMARC постоянно расширяется по мере развития технологий

«Интернета вещей» и искусственного интеллекта: от решений по автоматизации производства до обработки изображений, мультимедиа и т. п. Они также могут быть использованы в различных приложениях, от промышленной автоматизации до медицинского оборудования и транспортных средств.

Кроме того, модули SMARC (рис. 1) зарекомендовали себя при создании компактных портативных устройств, где энергопотребление не должно превышать нескольких ватт, а вычислительная мощность должна быть особенно высокой.

Модули могут быть построены на процессорах с архитектурами ARM, X86 или RISC и поддерживать различные операционные системы, такие как Linux, Windows Embedded и даже QNX.

Среди разработчиков встраиваемых систем модули SMARC популярны благодаря своей гибкости, модульности и производительности. Они позволяют сократить время разработки и упростить сопровождение системы, что делает их оптимальным выбором для широкого спектра приложений.

Модули SMARC имеют стандартизированный форм-фактор и интерфейсы (назначение контактов жестко прописано в спецификации), соответственно, их легко заменять без необходимости перепроектирования всей системы.

Компьютерные модули SMARC имеют несколько преимуществ по сравнению с другими компьютерными модулями:

- Компактный размер: SMARC-модули имеют габариты с кредитную карту, что делает их опти-

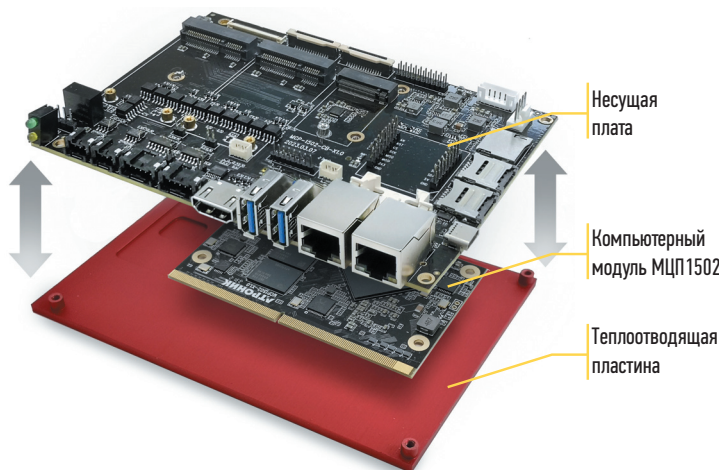


РИС. 1. ►

Компьютерный модуль МЦП1502 стандарта SMARC с несущей платой и теплоотводящей пластиной

мальными для использования в ограниченном пространстве. Они часто применяются в промышленных компьютерах, медицинских приборах и автоматизированных системах.

- Масштабируемость: SMARC-модули предоставляют гибкую платформу для разработчиков, позволяя им выбирать модули от разных производителей с различными характеристиками и возможностями, такими как процессор, оперативная память, графика и т. д. Это обеспечивает масштабируемость в разработке продуктов и обновление их при необходимости.
- Низкое энергопотребление: SMARC-модули обычно имеют низкое энергопотребление, что делает их эффективными для использования в портативных и мобильных устройствах. Это оптимальный вариант для разработчиков, которые стремятся создать энергоэффективные продукты.
- Стандартизация: SMARC-модули разработаны на основе открытого стандарта, что обеспечивает совместимость и переносимость. Это позволяет разработчикам использовать SMARC-модули от разных

производителей и без проблем комбинировать их с другими компонентами системы.

- Легкость разработки: SMARC-модули предоставляют готовую платформу, которую разработчики могут использовать для ускорения процесса разработки. Они содержат основные компоненты и интерфейсы, такие как Ethernet, USB, HDMI, CAN, PCIe, и другие, чтобы обеспечить подключение к периферийным устройствам и сосредоточиться на разработке приложения, не занимаясь проектированием базовой аппаратной платформы.
 - Надежность: SMARC-модули обычно производятся в соответствии с высокими стандартами качества и имеют долгий срок службы. Это делает их надежным выбором для эксплуатации в критически важных приложениях, где требуется стабильная работа и минимальные сбои.
- Спецификация определяет два размера модуля: 82×50 мм и 82×80 мм (рис. 2). Основное питание модулей составляет 5 В.
- Список обязательных и дополнительных интерфейсов модуля приведен в таблице 1:

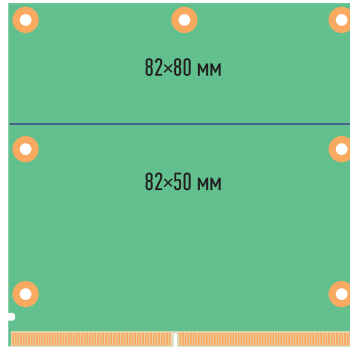


Рис. 2. Габаритные размеры модулей SMARC

- «Обязателен» указывает на обязательное требование.
- «Рекомендован» указывает на рекомендуемое, но не обязательное требование.
- «Может быть» указывает на редко используемый дополнительный интерфейс.

Печатные платы модуля имеют 314-контактный краевой разъем, который соединяется с низкопрофильным 314-контактным прямоугольным разъемом типа MXM3 на несущей плате.

Разъем MXM3 обычно используется для видеокарт. Но назначение контактов на модулях SMARC и графических картах — различное. Контакты модуля SMARC намеренно пронумерованы

ТАБЛИЦА 1. СПИСОК ИНТЕРФЕЙСОВ МОДУЛЕЙ SMARC

Интерфейс	Описание	Требование	Примечание
LVDS LCD	18-битный одноканальный	Рекомендован	Дисплей по умолчанию (последовательный LVDS)
	24-битный одноканальный — 18-битный совместимый	Рекомендован	—
	24-битный одноканальный — стандартная карта цветов	Может быть	—
	24-битный двухканальный — 18-битный совместимый	Может быть	—
	24-битный двухканальный — стандартная карта цветов	Может быть	—
HDMI	Интерфейс дисплея HDMI	Рекомендован	—
DP на HDMI-выводах		Может быть	—
DP++	DisplayPort++	Может быть	—
Camera	CSI0 — 2 линии	Может быть	—
	CSI1 — 2 линии	Рекомендован	—
	CSI1 — 4 линии	Рекомендован	—
SDIO	SDIO (4 бит, для SD-карт)	Рекомендован	Может использоваться на несущей плате в качестве загрузочного устройства
SPI	SPI0	Рекомендован	Может использоваться на несущей плате в качестве загрузочного устройства
	eSPI	Рекомендован	Может использоваться на несущей плате в качестве загрузочного устройства

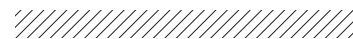


ТАБЛИЦА 1. СПИСОК ИНТЕРФЕЙСОВ МОДУЛЕЙ SMARC (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Интерфейс	Описание	Требование	Примечание
Audio	I ² S0	Рекомендован	–
	HDA	Рекомендован	–
I ² C	Управление энергопотреблением	Обязателен	–
	Общее назначение	Обязателен	–
	Камера	Рекомендован	–
	LCD-дисплей I/D	Рекомендован	–
Serial Ports	SER0 (4-проводной)	Обязателен	–
	SER1 (2-проводной)	Обязателен	–
	SER2 (4-проводной)	Рекомендован	–
	SER3 (2-проводной)	Рекомендован	–
CAN Bus	CAN0	Может быть	–
	CAN1	Может быть	–
USB	USB0 — как USB 2.0 клиент	Рекомендован	USB0 должен быть реализован
	USB0 — как OTG	Может быть	
	USB0 — как USB 2.0 хост	Может быть	
	USB1 — как USB 2.0 хост	Обязателен	–
	USB[2:5] — как USB 2.0 хост	Может быть	–
	USBss[2:3]	Может быть	Порядок реализации: первый #2 следующий #3
	USB3 — как USB 3.2 Клиент/OTG	Может быть	–
PCIe	PCIe_A (×1 Gen 1 Root)	Рекомендован	–
	PCIe_B (×1 Gen 1 Root)	Может быть	–
	PCIe_C (×1 Gen 1 Root)	Может быть	–
	PCIe_D (×1 Gen 1 Root)	Может быть	–
	PCIe_Target operation	Может быть	–
	PCIe Gen 2 and Gen 3 operation	Может быть	–
SERDES	Альтернативное использование PCIe_C и/или PCIe_D	Может быть	–
SATA	SATA Gen 1	Рекомендован	Может использоваться на несущей плате в качестве загрузочного устройства
	SATA Gen 2	Может быть	–
	SATA Gen 3	Может быть	–
GBE	GBE0	Рекомендован	–
	GBE1	Может быть	–
	IEEE 1588 Триггерные сигналы (GBE[0:1]_SDP)	Может быть	–
Watchdog	WDT-выход	Рекомендован	–
GPIO	GPIO[0:11]	Обязателен	–
	GPIO[12:13]	Рекомендован	–
	GPIO[0:11] возможность прерывания	Обязателен	–
	GPIO[12:13] возможность прерывания	Рекомендован	–
	GPIO-камеры (только если камера поддерживается)	Обязателен	В зависимости от реализации модуля камеры
	GPIO5 ШИМ	Рекомендован	–
	GPIO6 вход тахометра	Рекомендован	–
Management	Функции управления системой и питанием CARRIER_PWR_ON VIN_PWR_BAD#	Обязателен	–
	Все остальные сигналы	Рекомендован	–
Boot Select	–	Обязателен	–
Force Recov	–	Рекомендован	–
JTAG	JTAG-разъем на модуле	Может быть	Некоторые производители предпочитают доступ к контрольной точке
RTC	–	Рекомендован	–

ТАБЛИЦА 2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННЫХ РАЗЪЕМОВ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ МОДУЛЕЙ SMARC

Производитель	Заказной номер	Расстояние до несущей платы, мм	Высота разъема, мм	Цвет	Примечание
Foxconn	ASOB821-S43B-*H	1,5	4,3	Черный	–
Foxconn	ASOB821-S43N-*H	1,5	4,3	Слоновая кость	–
Foxconn	ASOB826-S43B-*H	1,5	4,3	Черный	–
Foxconn	ASOB826-S43N-*H	1,5	4,3	Слоновая кость	–
JAE	MM70-314B2-1-R500	1,5	4,3	Черный	–
Aces	91781-314 2 8-001	2,7	5,2	Черный	–
Foxconn	ASOB821-S55B-*H	2,7	5,5	Черный	–
Foxconn	ASOB821-S55N-*H	2,7	5,5	Слоновая кость	–
Foxconn	ASOB826-S55B-*H	2,7	5,5	Черный	–
Foxconn	ASOB826-S55N-*H	2,7	5,5	Слоновая кость	–
Foxconn	ASOB821-S78B-*H	5	7,8	Черный	–
Foxconn	ASOB821-S78N-*H	5	7,8	Слоновая кость	–
Foxconn	ASOB826-S78B-*H	5	7,8	Черный	–
Foxconn	ASOB826-S78N-*H	5	7,8	Слоновая кость	–
Yamaichi	CN113-314-2001	5	7,8	Черный	Автомобильное применение

ваны как P1–P156 и S1–S158, чтобы отличить модуль SMARC от графического модуля MXM3.

В таблице 2 приведен перечень рекомендованных к использованию разъемов.

ОБЗОР SMARC-МОДУЛЕЙ НПК «АТРОНИК»

Основными направлениями деятельности НПК «АТРОНИК» являются:

- Разработка и серийное производство специализированных вычислителей для тяжелых условий эксплуатации.
- Контрактное производство электроники для ответственных применений.
- Разработка сложной электроники по ТЗ заказчика.
- Разработка и производство устройств биометрической идентификации.

В состав компании входит специализированное конструкторское бюро (СКБ) и современное автоматизированное производство электронных изделий. Коллектив НПК «АТРОНИК» имеет опыт в разработке спецвычислителей для экстремальных условий эксплуатации от уровня схемотехники и исходных кодов. Используемые производственные технологии позволяют выпускать вычислители любого уровня слож-

ности, а гибкость технологических процессов дает возможность выпускать изделия любой серийности, от опытных образцов до партий в сотни тысяч штук. Вовлеченность технологов на ранних стадиях в процесс разработки позволяет существенно сократить время от технического задания до получения литеры О1.

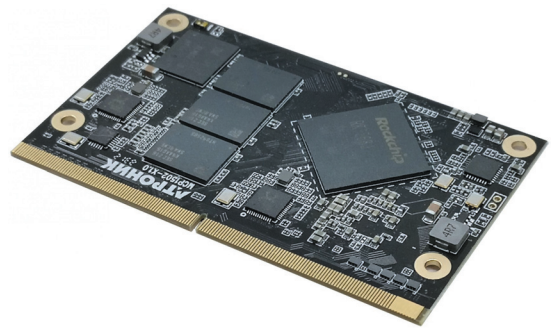
МЦП1502 — высоконадежный промышленный компьютерный модуль, соответствующий спецификации SMARC 2.1 (рис. 3). Дублированные коммуникационные интерфейсы CAN, UART, Ethernet, PCIe позволяют эффективно использовать его в системах управления транспортными средствами.

Возможность подключения двух видеокамер высокого разрешения, встроенный ISP, оперативная память с коррекцией ошибок позволяют использовать его для самых ответственных задач на воде, земле и воздухе.

На рис. 4 представлен модуль МЦП1503, выполненный в соответствии со спецификацией SMARC 2.1.

Встроенный нейросетевой ускоритель и возможность подключения видеокамер высокого разрешения позволяют использовать его в системах управления беспилотными транспортными средствами.

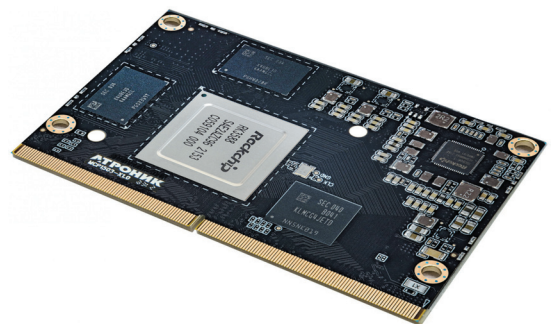
В таблице 3 приведен сравнительный анализ модулей SMARC производства АО «НПК «АТРОНИК».

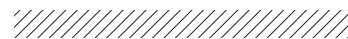


Для тестирования и отладки компьютерных модулей НПК «АТРОНИК» предлагает модуль МЦП905 (рис. 5), выполненный в формате 3,5". Модуль может быть построен на базе МЦП1502 или МЦП1503 (рис. 1) и обеспечивает

РИС. 3. ▲ Модуль МЦП1502 производства АО «НПК «АТРОНИК»

РИС. 4. ▼ Модуль МЦП1503 производства АО «НПК «АТРОНИК»





**ТАБЛИЦА 3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЕЙ SMARC
ПРОИЗВОДСТВА АО «НПК «АТРОНИК»**

Модуль	МЦП1502	МЦП1503
Процессор	RockChip RK3568J	RockChip RK3588J
ОЗУ	DDR4 4 Гбайт с ECC	LPDDR4 8/16 Гбайт
ПЗУ	eMMC 32 Гбайт	eMMC 64/128 Гбайт
Рабочий температурный диапазон	-40...+85 °С	-40...+85 °С

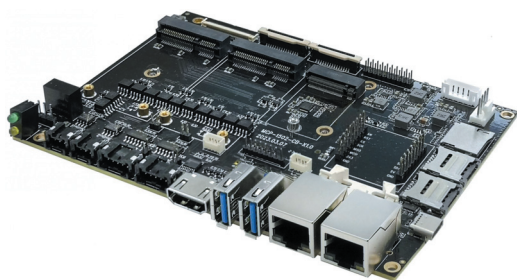


РИС. 5. ▲
Модуль МЦП905
производства АО «НПК
«АТРОНИК»

доступ к интерфейсам, расположенным на SMARC-модулях.

Гибкие возможности расширения с помощью стандартизованных модулей miniPCIe, M.2, ClickBoard позволяют использовать его в АСУ ТП, системах видеоаналитики, мониторинга и управления транспортными

средствами и объектами транспортной инфраструктуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преимущества использования SMARC-модулей:

- Гибкость: SMARC-модули обеспечивают возможность выбора подходящего процессора и характеристик для конкретного приложения. Это позволяет оптимизировать систему под требуемые задачи.
- Компактность: модули SMARC объединяют множество интерфейсов в одном компактном модуле, что упрощает проектирование и снижает размер системы.
- Легкость модернизации: стандартизированный формат и распиновка SMARC-модулей облегчают

их замену или модификацию, что позволяет быстро адаптировать конечное изделие к новым требованиям или технологиям.

- Возможность масштабирования: SMARC-модули поддерживают различные процессоры и периферийные устройства, что позволяет расширять возможности конечной системы и улучшать ее производительность.

В целом SMARC-модули представляют собой современное и гибкое решение для создания вычислительных систем и устройств, обладающее преимуществами компактности, масштабируемости, энергоэффективности, стандартизации, легкости разработки и надежности. Использование SMARC-модулей может быть полезно во множестве областей, таких как автоматизация, медицина, телекоммуникации, промышленность и другие, где требуется компактный масштабируемый встраиваемый вычислительный модуль. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев А. В. Компьютерные модули: преимущества и популярные стандарты // CONTROL ENGINEERING РОССИЯ. 2022. № 3.