

# Готовые решения на базе модулей

от компании DIGI «system on modules»

**Александр Калачев**  
forther@yandex.ru

**Наталья Никулина**  
n.nikulina@compel.ru

## Введение

Разработка и выпуск нового продукта на рынок несет в себе не только потенциальную выгоду от его реализации, но и существенные риски. При проектировании электронных изделий одной из существенных проблем является создание печатной платы устройства. Но даже после успешного решения этих задач остается вопрос об изготовлении самой печатной платы и монтаже электронных

компонентов. Далеко не каждая компания, занимающаяся разработкой электроники, имеет свое производство. В большинстве случаев для мелкой серии устройств или единичного разового заказа расходы на печатные платы и монтаж составляют значительную часть бюджета.

Альтернативой становится применение готовых модулей и микросборок, интегрирующих на платах для поверхностного или мезонин-

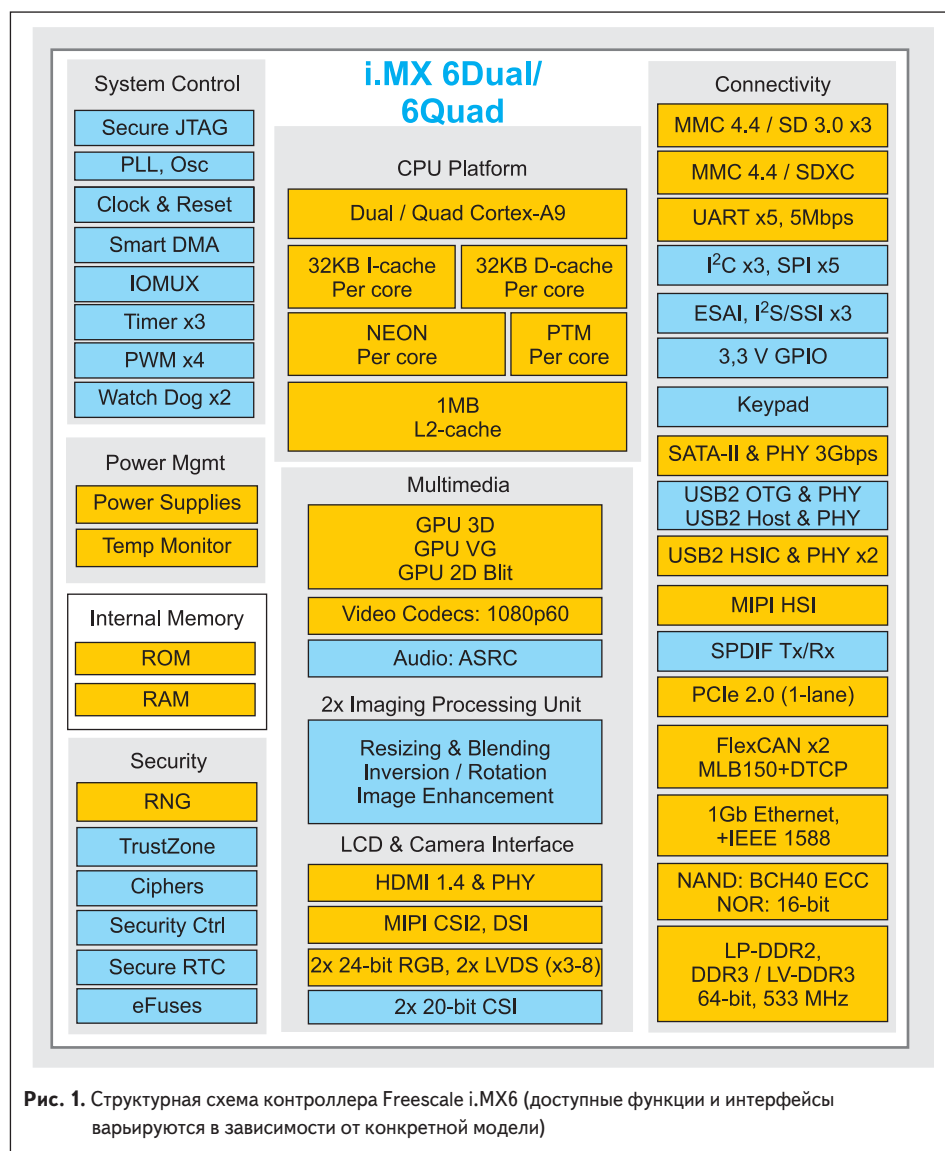


Рис. 1. Структурная схема контроллера Freescale i.MX6 (доступные функции и интерфейсы варьируются в зависимости от конкретной модели)

ного монтажа все элементы, необходимые для работы устройства.

Компания DIGI International — один из лидеров по производству и предложению модулей «system on modules» (SoM). Дополнительным плюсом является хорошее информационное обеспечение и облачный сервис.

При использовании SoM-модулей проектировщик получает возможность сократить время выхода конечного продукта на рынок, избавлен от разработки топологии печатной платы для высокочастотной части, все компоненты радиотракта согласованы между собой, а сам модуль имеет согласованные параметры по температурному диапазону, питанию, длине и сопротивлению линий.

При небольших партиях изделий применение готовых модулей позволяет сократить затраты на единицу продукции, а также снизить эксплуатационные расходы. Кроме того, разработчик может уделить больше внимания

программному обеспечению системы, оптимизации алгоритмов.

### «Системы-на-модуле» от DIGI International

Модули, предлагаемые DIGI International, объединяются в несколько групп [1]:

- ConnectCore/ConnectCard — высокопроизводительные модули с беспроводными сетевыми интерфейсами и поддержкой облачного сервиса Device Cloud;
- Digi Connect — модули с сетевыми интерфейсами и 32-битными ARM-процессорами;
- RabbitCore — 16-битные модули для встраиваемых приложений, контроля линий ввода/вывода, интерфейсных задач;
- Rabbit MiniCore — компактные 16-битные модули со встроенным Wi-Fi;
- Specialty Modules — специализированные криптографические модули со встроенным Wi-Fi-интерфейсом.

### Модули ConnectCore

Одним из интересных и мощных модулей с архитектурой «система-на-модуле» является серия ConnectCore 6 [2, 3], представляющая собой практически одноплатный компьютер. На модулях ConnectCore 6 установлены семейства Freescale i.MX6 (рис. 1) с ядрами Cortex-A9 (в зависимости от модели, на плате модуля может быть установлен одно-, двух- или четырехъядерный процессор), беспроводные интерфейсы 802.11a/b/g/n и Bluetooth 4.0, что позволяет работать в Wi-Fi-сетях, а также подключать беспроводные узлы, поддерживающие стандарт Bluetooth Low Energy.

Поддерживаются традиционные для контроллеров семейства i.MX6 интерфейсы:

- 16/32 шина данных/адреса;
- SATA II, 3.0Gbps (24-битная параллельная шина, LVDS, HDMI, MIPI/DSIO);
- интерфейс к камерам (20-битная параллельная шина, MIPI/CSI);
- карты памяти MMC/SD/SDIO;
- 1×USB OTG со встроенным PHY-уровнем;
- 3×USB Host;
- PCI Express Gen 2.0;
- Gigabit Ethernet MAC;
- 10/100M Ethernet MAC;
- последовательные интерфейсы UART, SPI, I<sup>2</sup>C, PWM, CAN, I<sup>2</sup>S;
- линии ввода/вывода (GPIO).

Модули Connect Core предназначены для встраиваемых систем, требовательных к объемам памяти и производительности, — это центры промежуточного сбора данных, их обработки и, возможно, визуализации. В состав группы входят модули на базе 32-разрядных процессоров, каждый из которых имеет один или несколько высокопроизводительных сетевых интерфейсов, программируемые линии ввода/вывода.

По возможностям данные модули приближаются к процессорам общего назначения: большая вычислительная мощность за счет контроллеров с высокопроизводительными ядрами ARM, существенный объем собственной памяти, наличие нескольких сетевых интерфейсов — и все это при значительно меньшем потреблении. Отличительной чертой является акцент на беспроводные интерфейсы, в частности варианты Wi-Fi-интерфейсов — для работы в составе локальной сети (или сегмента сети) здания или предприятия. Поддержка различных вариантов Wi-Fi-интерфейсов делает возможными различные способы организации сети модулей или интеграции их в существующую сеть — есть варианты от простой ad-hoc-сети до работы в инфраструктурном режиме с доступом в проводную сеть или работы в качестве точки доступа.

Появление в модулях ConnectCore 6, ConnectCard, ConnectCore i.MX53 интерфейса Bluetooth 4.0 позволяет взаимодействовать с датчиками стандарта BLE (Bluetooth Low Energy), а это уже системы мониторинга состояния объектов, простейшая автоматика, приборы учета ресурсов, персональные носимые датчики и многое другое. Благодаря Wi-Fi- и Ethernet-интерфейсам обеспечивается прозрачная интеграция в общую сеть предприятия.

Состав модулей группы ConnectCore [2] представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав модулей группы ConnectCore

Внешний вид	Описание
	ConnectCore 6 — «система-на-модуле», в основе которой Freescale i.MX6 Cortex A9: <ul style="list-style-type: none"> <li>• мультijядерный высокопроизводительный процессор (в зависимости от модели 1, 2 или 4 ядра);</li> <li>• дополнительный контроллер с ядром Cortex-M0+/M4 (опция Microcontroller Assist);</li> <li>• встроенный высокоэффективный контроллер управления питанием;</li> <li>• 802.11a/b/g/n Wi-Fi;</li> <li>• Bluetooth 4.0;</li> <li>• поддержка операционных систем Linux, Android и Windows Embedded;</li> <li>• интеграция в облачный сервис Device Cloud.</li> </ul>
	ConnectCard для i.MX28 — компактный модуль с беспроводными интерфейсами стандартов 802.11x, Bluetooth: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 32-bit ARM-процессор с частотой до 454 МГц;</li> <li>• 802.11a/b/g/n Wi-Fi;</li> <li>• Bluetooth 4.0.</li> </ul>
	ConnectCore 9P 9215 — высокоинтегрированный сетевой интерфейсный модуль: <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроллер на базе ядра ARM9 (тактовая частота до 150 МГц);</li> <li>• высокопроизводительный Ethernet-интерфейс;</li> <li>• программируемые интерфейсные модули.</li> </ul>
	«Система-на-модуле» ConnectCore i.MX51/Wi-i.MX51 Freescale i.MX51 Cortex-A8: <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроллер на базе ядра Cortex-A8;</li> <li>• 802.11a/b/g/n Wi-Fi;</li> <li>• поддержка 2D/3D-графики, видео (720p).</li> </ul>
	«Система-на-модуле» ConnectCore i.MX53/Wi-i.MX53 Freescale i.MX53 Cortex-A8: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ядро Cortex-A8 с рабочей частотой до 1 ГГц;</li> <li>• беспроводные интерфейсы: 802.11a/b/g/n, Bluetooth 4.0;</li> <li>• Ethernet;</li> <li>• CAN Bus;</li> <li>• встроенная поддержка 2D/3D-графики, видео (1080p).</li> </ul>
	ConnectCore Wi-9P 9215 — беспроводной интерфейсный модуль: <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроллер на базе ядра ARM9 (тактовая частота до 150 МГц);</li> <li>• 802.11a/b/g Wi-Fi;</li> <li>• программируемые интерфейсные модули;</li> <li>• динамическое управление питанием.</li> </ul>
	ConnectCore 3G — встраиваемый шлюз для приложений сектора M2M: <ul style="list-style-type: none"> <li>• установленный модем сотовой связи 2G/3G;</li> <li>• GPS;</li> <li>• Ethernet;</li> <li>• возможность перехода на 4G.</li> </ul>

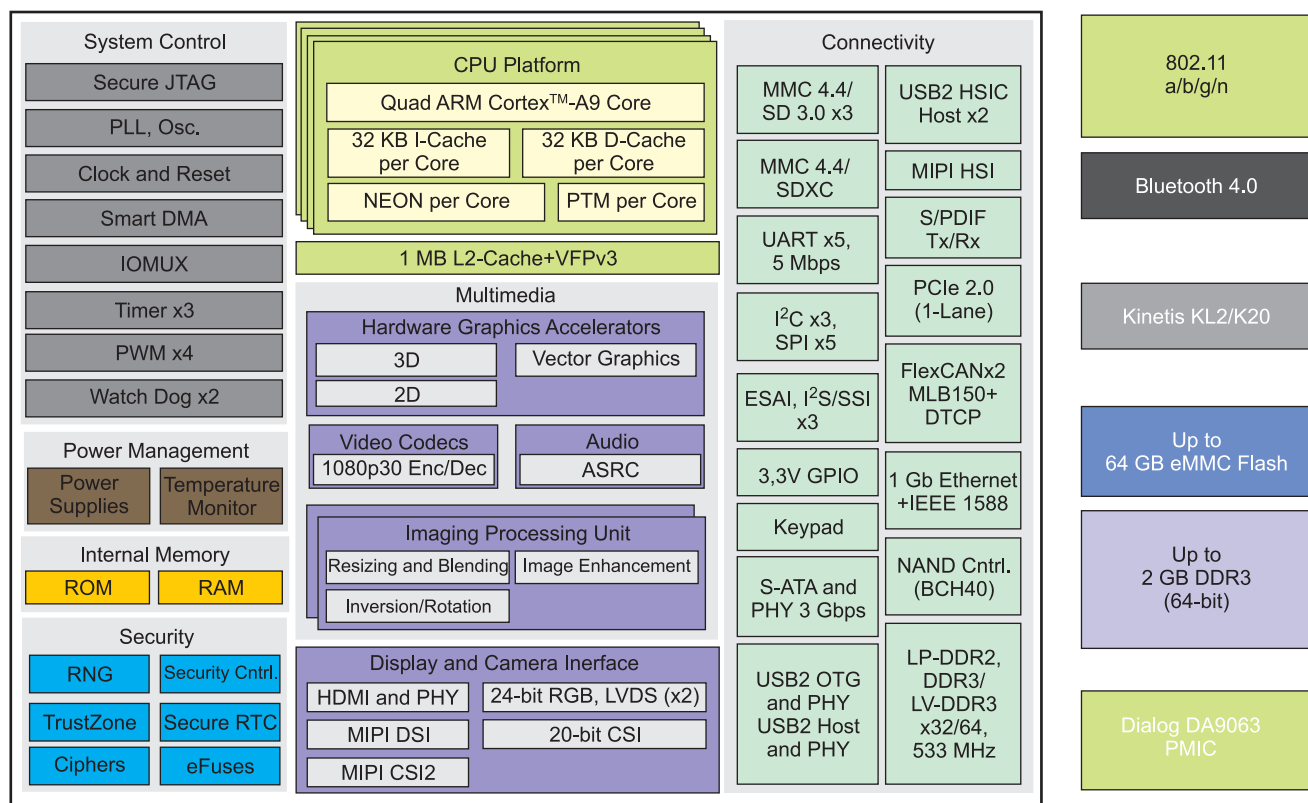


Рис. 2. Структурная схема Connect Core 6

SoM выполнен в виде платы поверхностного монтажа размерами 50×50 мм на текстолите 2 мм — LGA с 400 контактными площадками (полная высота всего 5 мм). При работе под ОС Digi Linux и Android возможна интеграция в облачный сервис Device Cloud от компании-партнера DIGI — Etherios.

Структурная схема Connect Core 6 представлена на рис. 2.

Основные возможности SoM Connect Core 6:

- контроллер i.MX6 — процессорное ядро (1, 2 или 4 ядра) ARM Cortex-A9, с частотой до 1,2 ГГц;
- 32 кбайт кэша инструкций L1;
- 32 кбайт кэша данных L1;
- до 1 Мбайт кэша второго уровня;
- мультимедийный сопроцессор NEON;
- блок обработки изображений;
- блок обработки видео;
- графический сопроцессор;
- 64-битный интерфейс к DDR3-памяти;
- поддержка eMMC;
- контроллер управления питанием Dialog DA9063;
- 6 встроенных понижающих преобразователей и LDO-стабилизаторов питания, обеспечивающих все необходимые уровни питающих напряжений;
- часы реального времени с независимым питанием (аккумулятор);
- многоканальный 10-битный АЦП;
- набор линий ввода/вывода;
- отладочный интерфейс JTAG.

Для приложений, критичных к энергопотреблению, доступна опция Microcontroller Assist, заключающаяся в том, что на плате

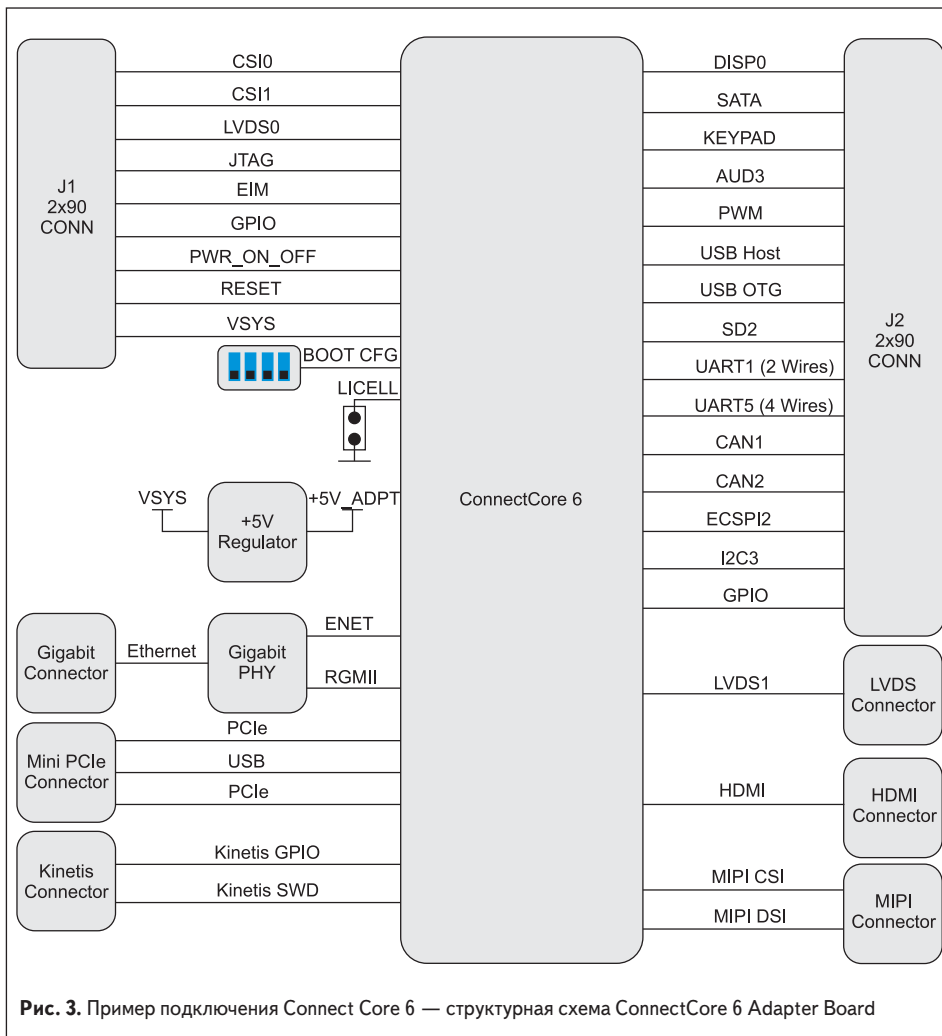
















Рис. 3. Пример подключения Connect Core 6 — структурная схема ConnectCore 6 Adapter Board

Таблица 2. Состав модулей группы RabbitCore

Внешний вид	Описание
	RabbitCore RCM3000: • контроллер серии Rabbit 3000 (30 МГц); • до 512 кбайт оперативной и флэш-памяти; • 52 линии ввода/вывода; • 6 последовательных портов (IrDA, HDLC, UART, SPI); • <2 мА потребление в спящем режиме; • Ethernet; • исходный код TCP/IP-стека.
	RabbitCore RCM3100: • контроллер серии Rabbit 3000 (30 МГц); • до 512 кбайт оперативной и флэш-памяти; • 54 линии ввода/вывода; • 6 последовательных портов (IrDA, HDLC, UART, SPI); • <2 мА потребление в спящем режиме.
	RabbitCore RCM3209: • контроллер серии Rabbit 3000 (44 МГц); • до 256 кбайт оперативной и 512 кбайт флэш-памяти; • 52 линии ввода/вывода; • 6 последовательных портов (IrDA, HDLC, UART, SPI); • <2 мА потребление в спящем режиме; • 10/100Base-T Ethernet.
	RabbitCore RCM3309: • контроллер серии Rabbit 3000 (44 МГц); • 512 кбайт оперативной и флэш-памяти; • 4 или 8 Мбайт внешней флэш-памяти; • 49 линий ввода/вывода; • 5 последовательных портов (IrDA, HDLC, UART, SPI); • <2 мА потребление в спящем режиме; • 10/100Base-T Ethernet.
	RabbitCore RCM3400 — бюджетный встраиваемый микроконтроллерный модуль: • контроллер Rabbit 3000 (30 МГц); • до 512 кбайт ОЗУ и флэш-памяти; • восьмиканальный 12-битный АЦП; • 47 линий ввода/вывода; • 5 последовательных портов; • Ethernet MAC.
	RabbitCore RCM3600 — бюджетный встраиваемый микроконтроллерный модуль: • контроллер Rabbit 3000 (22 МГц); • до 512 кбайт ОЗУ и флэш-памяти; • 33 линии ввода/вывода; • 4 последовательных порта; • 5-V толерантные входы.
	RabbitCore RCM3700 — микроконтроллерный модуль: • до 4 последовательных портов; • 10Base-T или 10/100Base-T Ethernet; • до 512 кбайт ОЗУ и флэш-памяти; • 1 Мбайт последовательной флэш-памяти; • поддержка режима работы веб-сервера; • высокая производительность математических, логических операций и операций ввода/вывода.
	RabbitCore RCM3900: • микроконтроллер серии Rabbit (44 МГц); • рабочий температурный диапазон -20...+80 °С; • 10/100Base-T Ethernet; • разъем для micro SD (до 1 Гбайт); • встроенный отладчик.

Внешний вид	Описание
	RabbitCore RCM4000 — модуль удаленного управления и сбора данных: • контролер Rabbit 4000 (59 МГц); • до 1 Мбайт памяти программ и ОЗУ (16-битные); • 32 Мбайт флэш-памяти; • 10Base-T Ethernet (RJ-45 connector); • до 28 линий ввода/вывода; • до 5 последовательных портов; • 8-канальный 12-битный АЦП; • защита программного кода и обнаружение попыток взлома.
	RabbitCore RCM4100 — микроконтроллерный модуль для систем управления и сбора данных: • контроллер серии Rabbit 4000 (59 МГц); • 512 кбайт флэш-памяти, 256/512 кбайт ОЗУ; • до 40 линий ввода/вывода; • 6 последовательных портов; • 8-канальный 12-битный АЦП (RCM4100).
	RabbitCore RCM4200 — встраиваемый сетевой модуль: • микроконтроллер Rabbit 4000 (59 МГц); • 10/100Base-T Ethernet (разъем RJ-45); • 512 кбайт флэш-памяти и ОЗУ; • 4/8 Мбайт последовательной флэш-памяти; • до 35 линий ввода/вывода; • до 5 последовательных портов; • 8-канальный 12-битный АЦП; • удаленное обновление прошивки.
	RabbitCore RCM4300 — встраиваемый сетевой микроконтроллерный модуль с веб-сервером (защита передаваемых данных SSL, AES): • микроконтроллер Rabbit 4000 (59 МГц); • поддерживаются карты памяти micro SD (до 2 Гбайт); • 1 Мбайт ОЗУ; • 512 кбайт ОЗУ с питанием от встроенной батареи; • 10/100Base-T Ethernet; • 36 линий ввода/вывода; • 6 последовательных портов; • 8-канальный 12-битный АЦП; • удаленное обновление прошивки.
	RabbitCore RCM4510W — микроконтроллерный модуль с беспроводным ZigBee-модулем: • микроконтроллер серии Rabbit 4000 (29,49 МГц); • 512 кбайт флэш-памяти, 512 кбайт ОЗУ; • до 40 линий ввода/вывода; • оптимизирован по энергопотреблению.
	RabbitCore RCM5400W — модуль с Wi-Fi-интерфейсом: • микроконтроллер серии Rabbit 5000 (74 МГц); • до 2 Мбайт последовательной флэш-памяти; • 39 линий ввода/вывода; • до 6 последовательных портов; • IEEE 802.11b/g Wi-Fi; • поддержка безопасности Wi-Fi-сетей — WPA и WPA2; • возможность отладки приложений.

модуля установлен низкопотребляющий контроллер на базе Cortex-M0+ или Cortex-M4. Контроллер Cortex-M0+/Cortex-M4 соединен последовательным интерфейсом с контроллером i.MX6 и способен исполнять собственный программный код во время нахождения основного контроллера в режиме низкого энергопотребления.

Беспроводные интерфейсы ConnectCore 6 обеспечиваются модулем Qualcomm-Atheros, работающим в диапазонах частот 2,4–5 ГГц, поддерживая стандарты 802.11 a/b/g/n, Bluetooth 4.0 (двухрежимное устройство — с поддержкой соединения с устройствами Bluetooth Low Energy).

Хорошим примером подключения ConnectCore 6 может служить плата ConnectCore 6 Adapter Board, предназначенная для подключения к плате i.MX53 (JSCCWMX53). Адаптер имеет два 90-пиновых коннектора для подключения к основной отладочной плате JSCCWMX53, конфигурационные ключи для выбора режима загрузки, 5-V стабилизатор питания, батарею

для часов реального времени, разъемы HDMI, LVDS1, MIPI для камеры и дисплея, PCI express, а также модуль Gigabit Ethernet PHY и сетевые разъемы.

Структурная схема адаптера представлена на рис. 3 (более подробно с устройством платы можно ознакомиться в документации на отладочный комплект одноплатного компьютера от DIGI — Single Board Computer, SBC).

### Модули Rabbit и Mini Core

Модули RabbitCore и MiniCore — бюджетные решения; в основном предназначены для автономных систем управления и сбора данных, в частности — как достаточно самостоятельная подсистема АСУТП предприятия. Ресурсов модулей RabbitCore и MiniCore вполне достаточно для управления или мониторинга довольно сложных объектов или процессов. Сетевые интерфейсы легко интегрируются в сеть предприятия. Подкупает возможность реализации на данных узлах веб-серверов, что позволяет отказаться от специализированного

программного обеспечения для отображения данных или мониторинга состояния узла (тонкий клиент).

Модули RabbitCore и MiniCore основаны на собственных семействах RISC-контроллеров DIGI International семейства Rabbit, которые отличаются гибкая и эффективная система команд, низкое энергопотребление, приличный объем оперативной и флэш-памяти. Набор периферии контроллеров практически типовой. Архитектура контроллеров Rabbit является дальнейшим развитием архитектур таких популярных процессоров, как Z80, Z180, HD64180, часто применявшихся в одноплатных компьютерах.

### Модули RabbitCore

Группа модулей RabbitCore [4, 5] объединяет платы на базе производительных контроллеров семейства Rabbit (табл. 2). Платы имеют разъемы для подключения внешних устройств, набор последовательных и параллельных интерфейсов.



Модуль RabbitCore RCM5400W идеален для приложений с интенсивным сетевым трафиком и необходимостью защиты беспроводного подключения. RCM5400W не только обеспечивает более высокую пропускную способность передачи данных, но и позволяет улучшить возможности управления и контроля со встроенным веб-сервером. Прилагаемые библиотеки, такие как RabbitWeb, и возможность удаленного обновления программного обеспечения сокращают время, необходимое для написания CGI веб-приложений. Возможна также поддержка таких популярных языков веб-разработки, как AJAX, Javascript и XML.

Отладочный набор RabbitCore RCM5400W Development Kit содержит все необходимое аппаратное и программное обеспечение для оценки возможностей модулей. В составе набора предусмотрена интерфейсная плата, позволяющая подключаться к RCM5400W по USB, и плата макетирования для размещения дополнительной периферии (рис. 4).

**Семейство модулей MiniCore**

Модули MiniCore [7] являются компактными микроконтроллерными модулями, оснащенными сетевыми интерфейсами. Предназначены для организации систем удаленного мониторинга процессов, удаленного управления (табл. 3).

Модули в форм-факторе PCI Express RCM5600W и RCM6600W MiniCore предназначены для обеспечения интеграции встраиваемых систем в локальные сети посредством Ethernet (RCM6600W) или Wi-Fi-интерфейсов. Данные модули также могут функционировать как самостоятельные устройства или управляющие и коммуникационные узлы устройств управления и автоматики.

RCM5600W содержит микроконтроллер Rabbit 5000, флэш-память, генераторы тактовых импульсов и импульсов часов реального времени, оперативную память. Большинство выводов контроллера доступно на разъеме PCI Express (рис. 5).

Модуль RCM6600W имеет аналогичную структуру (рис. 6) за исключением того, что основан на контроллере серии Rabbit 6000 со встроенной оперативной памятью. Питающее

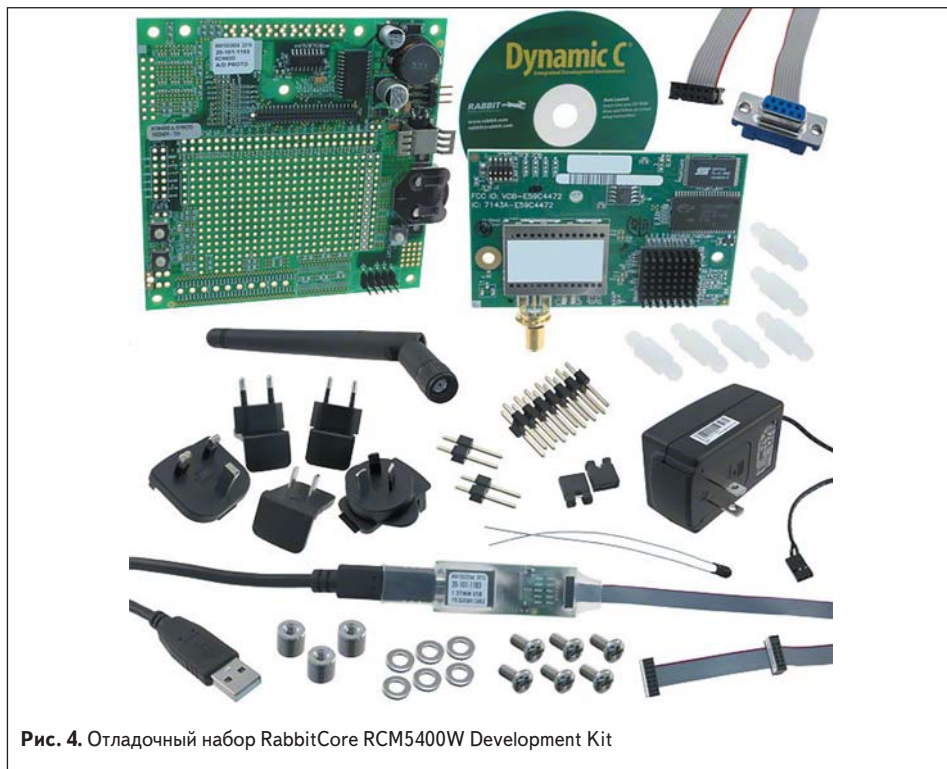


Рис. 4. Отладочный набор RabbitCore RCM5400W Development Kit

Таблица 3. Состав модулей группы MiniCore

Внешний вид	Описание
	MiniCore RCM5600W – компактный Wi-Fi-модуль: <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроллер серии Rabbit 5000 (74 МГц);</li> <li>• однокристалльный приемопередатчик стандарта 802.11b/g;</li> <li>• до 32 линий ввода/вывода;</li> <li>• 1 Мбайт ОЗУ, до 4 Мбайт последовательной флэш-памяти;</li> <li>• встроенный веб-сервер;</li> <li>• удаленное обновление программного обеспечения (прошивки).</li> </ul>
	MiniCore RCM5700 – компактный Ethernet-модуль: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10/100Base-T Ethernet;</li> <li>• до 640 кбайт ОЗУ данных, 1 Мбайт флэш-памяти программ, 2 Мбайт последовательной флэш-памяти;</li> <li>• до 32 линий ввода/вывода;</li> <li>• до 6 последовательных портов;</li> <li>• последовательный интерфейс Ethernet;</li> <li>• встроенный веб-сервер, удаленное обновление прошивки, открытый исходный код.</li> </ul>
	MiniCore RCM6700 – высокопроизводительный встраиваемый сервер: <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроллер серии Rabbit 6000 (частота до 200 МГц);</li> <li>• 10/100 Ethernet;</li> <li>• по выводу совместим с модулями MiniCore 802.11b/g;</li> <li>• 1 Мбайт ОЗУ для размещения программного кода;</li> <li>• до 4 Мбайт последовательной флэш-памяти для хранения данных или хранения веб-страниц;</li> <li>• интерфейсный модуль с поддержкой протоколов CANbus, SD/SDIO.</li> </ul>

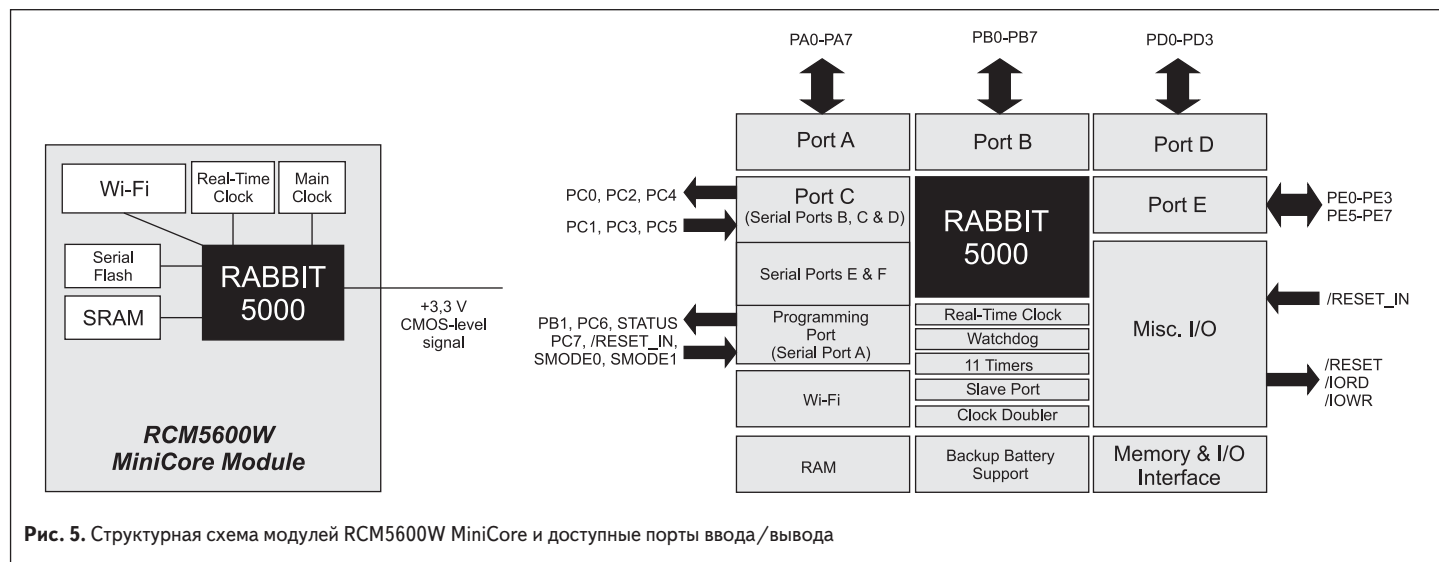


Рис. 5. Структурная схема модулей RCM5600W MiniCore и доступные порты ввода/вывода

напряжение модулей — 3,3 В, выводы совместимы по уровням с КМОП-логикой.

Основные возможности:

- компактные размеры — 30×51×10 мм;
- до 35 линий ввода/вывода (для модуля RCM6600W доступны 4 аналоговые входные линии);
- 6 последовательных портов;
- приемопередатчик стандарта 802.11b/g Airoha;
- сторожевой таймер;
- часы реального времени с независимым питанием (внешняя батарея).

**Модули группы DigiConnect**

Модули серии DigiConnect [6] представляют собой миниатюрные интерфейсные модули, позволяющие оснастить требуемым сетевым интерфейсом практически любую встраиваемую систему (табл. 4).

Компактные модули Digi Connect ME 9210 построены на базе процессора NS9210, работающего на частоте 75 МГц с аппаратной поддержкой шифрования AES. Пользователю доступны также UART, интерфейсы SPI, I<sup>2</sup>C, выводы ШИМ. Интегрированный в NS9210 высокопроизводительный интерфейсный модуль (FIM) может быть динамически сконфигурирован для поддержки практически любого интерфейса, требуемого в задаче: UART, CAN, USB device, 1-Wire, SDIO и ряда других.

**Облачный сервис Device Cloud от Etherios**





Многие модули Digi с Ethernet и Wi-Fi-интерфейсами могут быть подсоединены к облачному сервису Device Cloud, позволяющему удаленно подключаться к модулям независимо от расположения. Основные доступные функции сервиса:

- управление устройствами — объединение устройств и их данных в рамках определенных бизнес-задач;
- обеспечение конфиденциальности данных;
- обеспечение связи между любыми устройствами, подключенными к облачному сервису.

**Заключение**

SoM Digi предназначены для самого широкого круга применений — от медицинских систем

**Таблица 4.** Состав модулей группы DigiConnect

Внешний вид	Описание
	Digi Connect Wi-ME — беспроводной интерфейсный модуль стандарта 802.11b Wi-Fi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• высокоскоростной последовательный TTL-совместимый интерфейс;</li> <li>• 4 Мбайт флэш-памяти, 8 Мбайт ОЗУ;</li> <li>• по выводу совместим с модулем Digi Connect ME.</li> </ul>
	Digi Connect ME — Ethernet-модуль: <ul style="list-style-type: none"> <li>• высокоскоростной последовательный TTL-совместимый интерфейс;</li> <li>• 2/4 Мбайт флэш-памяти, 8 Мбайт ОЗУ;</li> <li>• по выводу совместим с модулем Digi Connect Wi-ME.</li> </ul>
	Digi Connect ME 9210 — ультракомпактный 10/100 Ethernet-модуль на базе ядра ARM9: <ul style="list-style-type: none"> <li>• аппаратная поддержка шифрования сетевого трафика;</li> <li>• по выводу совместим с модулями семейства Digi Connect ME.</li> </ul>
	Digi Connect Wi-ME 9210 — беспроводной интерфейсный модуль стандарта 802.11b/g/n Wi-Fi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поддерживается операционными системами Digi Embedded Linux и Digi NET+OS.</li> </ul>

и систем домашней автоматике до систем управления зданиями и промышленной автоматике. Ассортимент модулей охватывает популярные стандарты локальных сетей и сетей сбора данных и управления — Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee. При необходимости возможна интеграция в проводные Ethernet-сети.

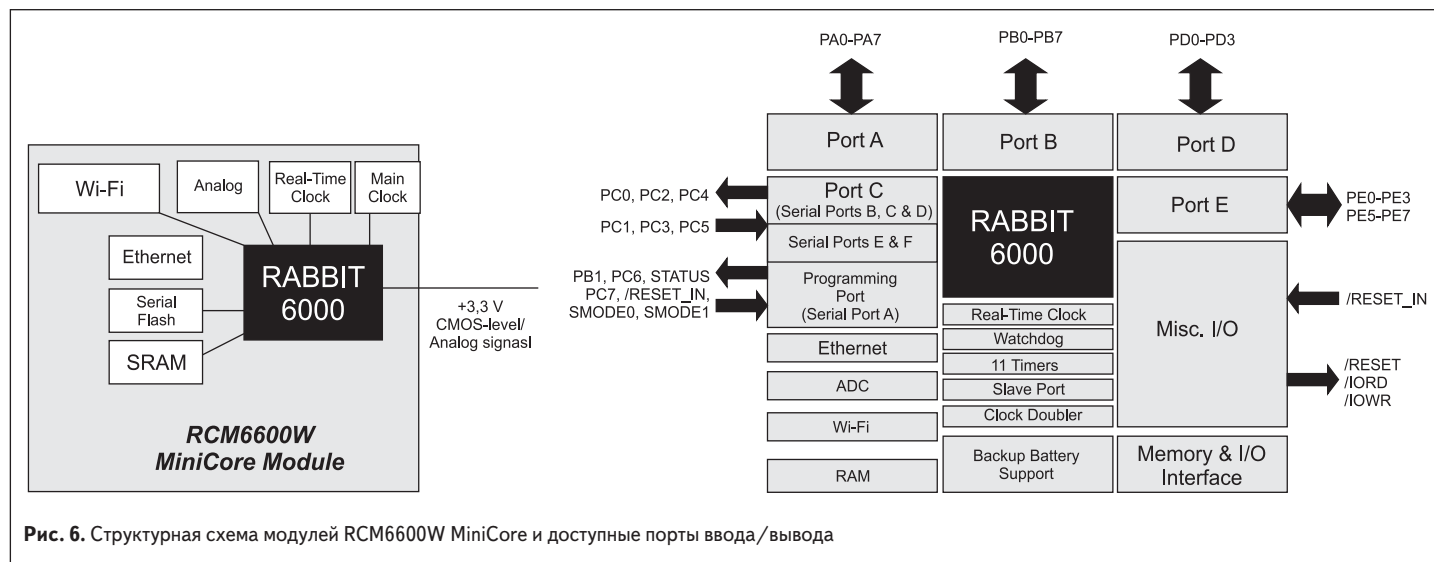
Помимо необходимых интерфейсов, SoM обладают достаточными вычислительными ресурсами и ресурсами памяти для поддержки распределенных сетевых приложений, включая обеспечение сложных алгоритмов управления и автономных режимов работы.

Последовательные интерфейсы во всех сериях и моделях SoM DIGI International позволяют подключаться к проводным сетям и системам сбора данных (ModBus, 485-й интерфейс, сети CAN), а также подсоединять самые разнообразные периферийные устройства — от беспроводных модулей типа GSM,

ZigBee до датчиков, работающих по интерфейсам I<sup>2</sup>C, SPI, UART.

**Литература**

1. [www.digi.com/products/solutions-on-module/](http://www.digi.com/products/solutions-on-module/)
2. [www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/solutions-on-module/connectcore/](http://www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/solutions-on-module/connectcore/)
3. [www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/solutions-on-module/connectcore/imx6](http://www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/solutions-on-module/connectcore/imx6)
4. [www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/solutions-on-module/rabbitcore/](http://www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/solutions-on-module/rabbitcore/)
5. [www.digi.com/products/solutions-on-module/rabbitcore/](http://www.digi.com/products/solutions-on-module/rabbitcore/)
6. [www.digi.com/products/solutions-on-module/digi-connect/](http://www.digi.com/products/solutions-on-module/digi-connect/)
7. [www.digi.com/products/solutions-on-module/rabbitminicore/](http://www.digi.com/products/solutions-on-module/rabbitminicore/)
8. [www.digi.com/products/solutions-on-module/wifi-cryptographic/](http://www.digi.com/products/solutions-on-module/wifi-cryptographic/)



**Рис. 6.** Структурная схема модулей RCM6600W MiniCore и доступные порты ввода/вывода