

# Микроконтроллер Renesas RA4W1 с Bluetooth Low Energy для улучшения качества медицинского обслуживания

**Медицинские устройства, оснащенные маломощным Bluetooth (Bluetooth Low Energy — BLE), являются высокотехнологичным решением для автоматизации работы больниц. Микроконтроллер RA4W1 от компании Renesas — однокристальное BLE-устройство, оптимальное для медицинских применений, требующих малого энергопотребления и высокой производительности, надежной безопасности, большой встроенной оперативной памяти и точности аналого-цифровых преобразователей для сигналов датчика. Автоматизация медицинского оборудования и оптимизация работы персонала в сфере здравоохранения позволит медицинским учреждениям перераспределять ресурсы для улучшения обслуживания населения.**

Перевод: Андрей ЛЕБЕДЕВ  
renesas@scanti.ru

## Как технология BLE обеспечивает медицинскую помощь XXI века

Требования к качественному и быстрому обслуживанию пациентов в сфере медицинских услуг постоянно возрастают, а потому здесь все шире применяются технические решения на основе беспроводной связи и «Интернета вещей» (Internet of Things — IoT). Это позволяет наладить обмен данными в режиме реального времени, оперативно интегрироваться с другими системами, контролирующими их выходные сигналы и действующими на основе любого числа заранее установленных параметров — от простого оповещения о возникшей проблеме до полностью автоматизированного функционала, как, например, выключение света, регулировка температуры и т. д.

В настоящее время рынок данного медицинского оборудования быстро растет, и технология BLE обретает все большую популярность, помогая существенно облегчить ряд повседневных обязанностей персонала клиник.

Применение технологии BLE в сфере медицинских услуг включает:

- медицинское обслуживание (мониторинг состояния пациента) на дому;
- беспроводные медицинские приборы;
- учет материальных запасов;
- подключенный мониторинг.

### Медицинское обслуживание (мониторинг состояния пациента) на дому

Одна из новых тенденций в здравоохранении заключается в том, чтобы пациенты могли получать лечение не только в больнице, но и дистанционно, в домашних условиях. Основанные на технологии BLE, медицинские устройства могут удаленно контролировать состояние пациентов с помощью носимых беспроводных электронных датчиков, а также данных, которые оперативно передаются для анализа и дальнейших рекомендаций со стороны врача.

К портативным медицинским устройствам, используемым для наблюдения за состоянием здоровья пациентов, относятся датчики контроля сердечного ритма и кровяного давления, датчики для ново-

рожденных (контроль пульса, дыхания и движения), а также глюкометры и инсулиновые помпы.

BLE-технология весьма удобна для подключения нескольких устройств мониторинга к локальному центру (например, смартфону), что делает обмен данными и их анализ не только безопасным и быстрым, но и удобным для пользователей.

### Беспроводные медицинские приборы

Bluetooth Low Energy позволяет заменить традиционные для больниц проводные устройства, предусматривающие физический контакт пациента с оборудованием и мониторами. Новая технология устраняет необходимость в проводах и кабелях, благодаря чему связь между пациентом и медицинскими приборами становится более удобной и комфортной как для пациента, так и для врачей. В то же время уменьшается риск совершения механических или человеческих ошибок при настройке и присоединении оборудования. Например, прикрепленные к пациенту носимые мониторы могут управлять оборудованием, в том числе инфузионными насосами, чтобы обеспечить нужный уровень жидкости и объем вводимого в назначенные сроки лекарственного препарата. Эта взаимосвязь может распространяться на любые медицинские устройства, необходимые пациенту: электрокардиографические мониторы или датчики артериального давления, фиксирующие жизненно важные показатели, и отправлять их по беспроводной сети в центральную систему мониторинга больницы.

### Учет материальных запасов

Еще одна сфера применения технологии BLE в области здравоохранения — возможность отслеживания складских запасов, оборудования и передвижения персонала. С помощью тегов и контролирующих устройств, которые связываются с Bluetooth-маяками, подключенные приложения инвентаризации могут отслеживать мешки для забора крови и состояние банка крови в режиме реального времени (температуру и другие параметры). А также определять местонахождение медицинских принадлежностей, портативного оборудования и других инструментов, чтобы сократить количество отходов и оптимизировать каналы поставок.

**RA4W1**

**48 МГц 32-бит Arm Cortex-M4 Core**

FPU | ARM MPU | NVIC | JTAG |  
SWD | ETB | Boundary Scan

<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Память</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>Флэш-код (512 кбайт)</li> <li>Флэш-карта памяти (8 кбайт)</li> <li>Статическое ОЗУ (96 кбайт)</li> <li>Кэш-память</li> <li>Функция зеркала памяти</li> </ul>	<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Аналоговый</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>14-бит АЦП (8 кан.)</li> <li>12-бит ЦАП ×1</li> <li>Аналоговый компаратор с малым энергопотреблением</li> <li>Операционный усилитель ×1</li> <li>Датчик температуры</li> </ul>	<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Таймеры</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>Общий ШИМ-таймер 32-бит ×4</li> <li>Общий ШИМ-таймер 16-бит ×3</li> <li>Асинхронный универсальный таймер ×2</li> <li>Сторожевой программируемый таймер</li> <li>Управление в реальном масштабе времени</li> </ul>	<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Интерфейс «человек-машина»</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>Емкостной сенсорный датчик (11 кан.)</li> <li>Сегментный жидкокристаллический контроллер 4 com × 9 seg</li> </ul>
<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Связь</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>USBFS ×1</li> <li>CAN ×1</li> <li>Последовательный интерфейс связи ×4</li> <li>Последовательный внешний интерфейс ×2</li> <li>I<sup>2</sup>C ×2   SPI ×4</li> <li>2,4 ГГц высокочастотный (Bluetooth 5, Главный/подчиненный расширенный стандарт шифрования)</li> </ul>	<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Система</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>DMA (4 кан.)</li> <li>DTC</li> <li>Генерация тактовых импульсов</li> <li>Однокристалльный генератор НОСО (24, 32, 48, 64 МГц)</li> <li>МОСО (8 МГц)</li> <li>ЛОСО (32 МГц)</li> <li>ИЛОСО (15 МГц)</li> <li>Режимы с низким энергопотреблением</li> <li>ELC</li> <li>Контроллер прерывания</li> </ul>	<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Безопасность</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>Блок защиты памяти</li> <li>Контроль четности статического ОЗУ</li> <li>ECC в SRAM</li> <li>POE</li> <li>Точное измерение тактовой частоты</li> <li>Калькулятор CRC</li> <li>IWDT</li> <li>Операционная схема данных</li> <li>Защита флэш-зоны</li> <li>АЦП самотестирования</li> </ul>	<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Безопасность</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>128-битный уникальный идентификатор</li> <li>Генератор случайных чисел</li> <li>Управление ключами</li> <li>Расширенный стандарт шифрования GHASH</li> </ul>
			<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid #ccc; margin-bottom: 5px;"> <b>Корпус</b></div> <p style="text-align: center;">QFN 56</p>

Рисунок. Основные функции и преимущества микроконтроллера RA4W1 MCU Group Features & Benefits

### Подключенный мониторинг

Сегодня машины «скорой помощи» все чаще оснащают технологией BLE, что гарантирует доступ медперсонала к информации о состоянии пациента в режиме реального времени. Шлюз, установленный в «скорой», может оперативно передавать данные в больницу или отделение неотложной медицинской помощи, чтобы к прибытию пациента врачи были полностью готовы. С помощью такой системы устраняются ошибки, а значит, можно не только быстрее поставить правильный диагноз, но и в кратчайшие сроки предоставить больному наилучший уход.

### Технические требования, предъявляемые к беспроводным устройствам в сфере медицинского оборудования

К медицинскому оборудованию предъявляются повышенные требования при сертификации, поскольку от его качества и безопасности напрямую зависят жизнь и здоровье людей, и любая беспроводная система, которая используется для подключения устройств друг к другу, должна полностью соответствовать имеющимся регламентам.

### Аналогово-цифровое преобразование (АЦП) в зависимости от разрешающей способности

В медицинских учреждениях приборы формируют большое количество аналоговых данных (измерения температуры, сердечного ритма, уровня сахара в крови и т.д.) и передают оцифрованные сведения

по беспроводной сети. Устройство, использующее беспроводные технологии для медицинских применений, не только должно иметь надежные функциональные возможности аналого-цифрового преобразования, но и регистрировать и измерять малые изменения сигналов.

Аналого-цифровые преобразования достигаются с помощью дискретизатора с высокой разрешающей способностью, который имеет большой динамический диапазон и способен одновременно измерять как малые, так и большие сигналы. Недостаточно использовать прибор с низким разрешением и с меньшим полномасштабным диапазоном, поскольку многие сигналы содержат как малые, так и большие составляющие напряжения. Возможности разрешения аналогового цифрового преобразователя регулируются его битовым значением.

### Аппаратная безопасность с шифрованием и безопасным управлением ключами

Поддержание максимального уровня безопасности жизненно важно при работе с медицинскими данными и личной информацией пациента. Для достижения этого уровня безопасности его следует предусмотреть в системе с самого начала, а не когда система уже разработана и функционирует. Кроме того, необходимо обеспечивать аппаратное ускорение для минимизации времени выполнения и снижения уровня энергопотребления для симметричного шифрования данных. Встроенная система безопасности также позволяет осуществлять раздельное функционирование и обеспечивает управление ключами шифрования.

### Другие требования к построению беспроводной связи в здравоохранении

Все больше медицинских устройств становятся портативными и работают от компактных элементов питания в течение длительного времени. Беспроводные решения для этих устройств должны иметь малое энергопотребление, чтобы свести к минимуму разряд батареи. Интеграция изделий, поставляемых различными компаниями, или систем, переставших удовлетворять современным требованиям, имеет важное значение для того, чтобы радиоприборы работали согласованно и без каких-либо проблем, вызванных электромагнитными помехами в близкорасположенных электронных устройствах. Это именно те преимущества, которые технология BLE предоставляет для подключенных медицинских устройств. Наличие управления с малым энергопотреблением означает минимизацию эксплуатационных и накладных расходов на техническое обслуживание. Другие требования предусматривают возможность работать с различными скоростями передачи данных и равномерно и надежно взаимодействовать как с датчиками, так и с «Интернетом вещей» и облачным сервисом через интеллектуальный концентратор или шлюз.

### Микроконтроллер RA4W1 компании Renesas

Разработанный для удовлетворения строгих требований беспроводной связи для медицинских устройств, микроконтроллер RA4W1 представляет собой 32-разрядный однокристалльный прибор с низким энергопотреблением Bluetooth 5.0 и является оптимальным решением для медицинского применения, которое позволяет датчикам и устройствам связываться между собой в режиме реального времени через беспроводные сети. RA4W1 обладает высокой пропускной способностью (2 Мбит) и большой дальностью действия. RA4W1 осна-

щен 48-МГц ядром ARM Cortex-M4, имеет режим работы с низким энергопотреблением.

Благодаря применению криптографического алгоритма Secure Crypto Engine 5 (SCE5) в RA4W1 обеспечивается повышенный уровень безопасности. SCE5 использует расширенный стандарт шифрования (Advanced Encryption Standard — AES) с размером блока 128 или 256 бит, а также эффективный параллельный конвейерный компонент GHASH, предназначенный для аутентификации, и генератор случайных чисел (TRNG) для защиты конфиденциальных данных пациентов с помощью аппаратно-ускоренного симметричного шифрования.

Дополнительную коммуникацию обеспечивают полностью печатный интерфейс USB 2.0, сетевая шина CAN 2.0B контроллеров и интерфейсы с такими протоколами связи, как последовательный периферийный интерфейс SCI (Simple I<sup>2</sup>C, Simple SPI и SPI/I<sup>2</sup>C). Универсальный асинхронный приемник/передатчик (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter — UART) последовательно передает и получает данные. RA4W1 имеет емкостный сенсорный датчик и сегментный жидкокристаллический контроллер для эффективной и надежной интеграции, HMI. К другим особенностям относятся внутренний генератор 0,5%-ной точности, высокоточные порты ввода/вывода, 96 кбайт ОЗУ типа SRAM и 8 кбайт флэш-памяти для хранения данных (рисунок).

### Заключение

Микроконтроллер RA4W1 от компании Renesas Electronics оптимален для использования в здравоохранении, в медицинских устройствах, применяющих технологию BLE и сети IoT для мониторинга здоровья пациентов. RA4W1 обладает низким энергопотреблением, характеризуется простотой эксплуатации, высокоточным преобразованием данных датчиков и высоким уровнем безопасности устройств. ■

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ RA2L1 CORTEX®-M23 СО СВЕРХНИЗКИМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ и улучшенной поддержкой сенсорного ввода

Семейство микроконтроллеров RA2L1 построено на базе ядра ARM® Cortex®-M23, наиболее энергоэффективного на данный момент среди ядер Cortex-M. Превосходное энергопотребление не более 64 мкА/МГц в активном режиме и 250 нА в программном режиме ожидания. RA2L1 способен работать при напряжении питания от 1,6 до 5,5 В.

- Ядро Arm® Cortex®-M23, 48 МГц.
- 128 кВ/256 кВ Flash и 32 кВ SRAM с коррекцией ошибок (ECC).
- 8 кВ Data Flash для хранения данных (EEPROM)
- Корпуса от 48 до 100 выводов.
- Узел емкостной клавиатуры (CTSU).
- 12-разрядный АЦП/ЦАП.
- 16- и 32-разрядный PWM-таймер, асинхронный низкочастотный таймер.
- Часы реального времени (RTC).
- Интерфейсы UART, Simple SPI, Simple I<sup>2</sup>C.
- Интерфейс SPI/I<sup>2</sup>C multi-master.
- Набор средств для обеспечения безопасной работы (AES, TRNG, Unique ID).
- Соответствует стандарту безопасности IEC60730.

- Отладочный комплект EK-RA2L1, P/N: RTK7EKA2L1S00001BE
- Встроенный отладчик
- Дизайн-пакет EK-RA2L1



RENEASAS

Сканти

Официальный дистрибьютор/[www.scanti.ru](http://www.scanti.ru)  
Заказ тестовых образцов/отладочных плат по адресу: [renesas@scanti.ru](mailto:renesas@scanti.ru)