

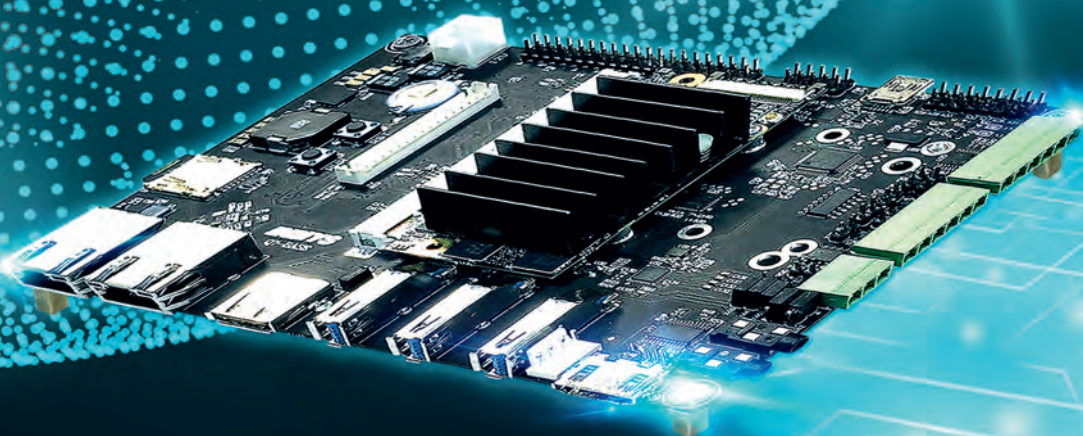


# Сканти НАВИГАТОР

в мире электронных компонентов



## Процессорный модуль SOM-IMX8M\_UQ7



Полупроводники



Беспроводные модули



Встраиваемые  
компьютеры и модули



Химические источники  
тока



Электромеханические  
компоненты и разъемы

- Микроконтроллеры с очень малым энергопотреблением группы RE 01 от Renesas  
стр. 11
- Одноплатный компьютер на основе SOM\_IMX8V\_UQ7  
и несущей платы Q7\_Base от INMYS  
стр. 32
- Группа компаний Trotec: профессиональные знания,  
гарантирующие наилучшие условия для успешных измерений  
стр. 53

2/2020



Полупроводники



Беспроводные модули



Встраиваемые компьютеры и модули



Химические источники тока








Электромеханические компоненты и разъемы

## ● Мониторинг рынка электроники

Новости мирового и отечественного рынков 1

## ● Полупроводники

	Микроконтроллеры семейства RZ/N компании Renesas	4
	Микроконтроллеры с очень малым энергопотреблением группы RE 01 от Renesas	11
	Уменьшение габаритов инверторов с помощью оптронов Renesas	17
	Созданные по технологии SOTB микроконтроллеры Renesas работают на энергии, получаемой из окружающей среды	21
	Отладочная плата RL78/G14 для тестирования устройств с LoRa, Bluetooth	25

## ● Химические источники тока

Неперезаряжаемые батареи 26







## ● Электромеханические компоненты и разъемы

 Серия цифровых и аналоговых высокопроизводительных магнитных датчиков REDROCK™ TMR 27

## ● Беспроводные модули

 NEOWAY N58 – LTE CAT1 Модуль 29


## ● Встраиваемые компьютеры и модули

	Процессорные модули (SOM)	30
	Новый процессорный модуль SOM-IMX8M_UQ7 и одноплатный компьютер на основе SOM-IMX8M_UQ7 и несущей платы Q7_Base	31
	Процессорный модуль SOM AM335x v.3 от производителя INMYS	33
	Задачи промышленной технологии flash-памяти 3D NAND	34
	Безопасность «Интернета вещей», встроенная в карты памяти. Универсальное решение от Swissbit	39
	Контроль качества и упаковки в фармацевтике	42

## ● Защищенные мобильные компьютеры

 Новый сверхпрочный ноутбук Z14I от компании Durabook 44

## ● Контрольно-измерительные приборы

 Группа компаний Trotec: профессиональные знания, гарантирующие наилучшие условия для успешных измерений 53

**Главный редактор:**  
Соловьёв Д.О.

**Редакционная коллегия:**  
Брызгалин А.О., Белозор Л.В., Леонтьева В.Н.

Ответственность за содержание рекламы  
несёт рекламодатель

Февраль-август 2020

## Мировые новости



1. По подсчетам аналитической компании IC INSIGHTS, производители ИС, штаб-квартиры которых находятся в США, имели в 2019 году долю в 55% на глобальном рынке микросхем. Причем это средняя цифра, а при детализации 65% приходится на *fabless*-компании и 51% — на IDM-компании. Далее следует Ю. Корея — 21%, Европа — 7%, Тайвань — 6%, Япония — 6% и замыкает список Китай — 5%. Однако Китай — единственный, кто в прошлом году продемонстрировал рост своих локальных компаний — +10%. В целом, по оценке аналитика, мировые продажи микросхем упали в 2019 году на 15%. В основном это результат корректировки цен на память.
2. Мировая индустрия разработки полупроводников «сжалась» в 2019 году на 10,1% до уровня \$300,4 млрд, то есть практически до уровня 2017 года. Эти данные приводит аналитическая компания OMDIA, возникшая два месяца назад, после покупки английской медиа-компанией INFORMA осенью прошлого года известного аналитика IHS MARKIT и интеграции с ним нескольких собственных бизнесов. Не совсем понятно, что «новый» аналитик подразумевает под термином *Global semiconductor design spending*, ведь весь рынок полупроводников оценивается в \$400 млрд.
3. Эксперты аналитической компании IC INSIGHTS проанализировали текущее состояние полупроводниковой отрасли с точки зрения исполнения закона Мура и уверяют, что темпы роста числа транзисторов в ИС продолжают примерно следовать этому эмпирическому правилу, сформулированному 55 лет назад. В то же время происходит регулярная смена лидирующих групп. Так, до 2010-го число транзисторов в процессорах INTEL росло на 40% в год, но в последующие годы этот показатель уменьшился вдвое. А с 2017 года компания перестала сообщать о числе транзисторов в своих чипах. В процессорах APPLE темп роста числа транзисторов составлял 43% вплоть до 2013 года. Лучше всего закону Мура следует *flash*-память — 55–60% до 2012 года и 30–35% в наши дни. В начале 2000-х число транзисторов в DRAM-памяти имело рост на 45% в год, но в 2016 году их темп упал до 20%.
4. Девять участников традиционного Top-10 рейтинга производителей аналоговых ИС, подготовленного аналитической компанией IC INSIGHTS, продемонстрировали в 2019 году отрицательную динамику продаж. При этом доля компаний из Top-10 в нише аналоговых ИС повысилась с 60% в 2018 до 62% в 2019 г. Единственной компанией из Top-10, показавшей рост продаж, стала MICROCHIP (+10%), но случилось это исключительно из-за приобретения компании MICROSEMI. Тройка европейских производителей аналоговых ИС из Top-10: INFINEON, STM и NXP — снизила продажи довольно синхронно и всего на 1–3%.
5. По данным аналитической компании IC INSIGHTS, китайский рынок микросхем, вот уже 15 лет, является крупнейшей частью мирового рынка и в 2019 году составил \$125 млрд. В том же году локально в Китае было произведено ИС на \$19,5 млрд. Стоит отметить, что китайские компании произвели ИС лишь на \$7,6 млрд, что составляет 38,7% от локального производства ИС или 2,1% от мирового.



Еще одним поводом для пессимизма аналитика является «упор» Китая на сегмент микросхем памяти и пренебрежение сегментом аналоговых ИС и микроконтроллеров. В целом, по мнению аналитика, собственное производство ИС в Китае, несмотря на CAGR в 17%, не превысит 10% доли от мирового объема к 2024 году.

6. Рост первого квартала в европейской дистрибуции ЭК сменился резким спадом, продолжающим тренд последних двух лет. Об этом говорится в отчете квартальной статистики семи европейских стран, подготовленном IDEA (International Distribution of Electronics Association). Если в первом квартале *book-to-bill*-показатель поднялся до 1,05, то во втором он вновь снизился до привычных 0,89. Снижение продаж наблюдается по всем номенклатурным группам.
7. По оценке аналитической компании IC INSIGHTS, рынок микроконтроллеров 2020 году сократится

на 8% (до \$14,9 млрд). Можно напомнить, что и в 2019 году снижение составило 7% с рекордно-го показателя 2018 года — \$17,6 млрд. При этом аналитик убежден в устойчивом росте в следующие 3 года и достижениях планки в \$18,8 млрд в 2023 г. По данным аналитика, в 2020 году 40% МК нашли применение в *automotive*-секторе и 29% в *industrial*.

8. Только 8 категорий микросхем (из 33 «узаконенных» WSTS — World Semiconductor Trade Statistics) покажут рост продаж в 2020 году. Таков прогноз IC INSIGHTS. И только у NAND Flash этот рост будет двузначным (+27%). Притом, что в 2019 году по этой группе был зафиксирован спад на 25%. По остальным семи группам (логика, DRAM, часть MPU/MCU) рост будет в диапазоне 1–6%. Но в целом ситуация может оказаться не хуже прошлогодней и аналитик прогнозирует даже рост всего рынка ИС в 2020 году на 3%.



1. В этом году ООО «СКАНТИ» отметила 20-летний юбилей!

На протяжении многих лет мы являемся надежным поставщиком ЭК. Мы стремимся развивать профес-

сиональные компетенции и личные качества членов команды, сотрудничать с лидерами индустрии ЭК, предоставлять эксклюзивный сервис нашим клиентам и поддерживать гармоничные взаимоотношения с конкурентами. Наши успехи были достигнуты благодаря синергии уникального коллектива сотрудников, производителей и партнеров, выбравших нас как поставщика с безупречной репутацией.

2. В начале ноября ООО «Сканти Инструментс» стала членом ассоциации [АВОК!](#)

АВОК – это некоммерческое партнёрство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике.

НП АВОК начало свою деятельность в январе 1990 года. Президентом НП АВОК является советский и российский учёный, педагог, доктор технических наук, член-корреспондент РААСН, профессор, заведующий кафедрой МАрхИ — Юрий Андреевич Табунщиков. Членами НП АВОК являются более 500 организаций, среди них такие «мастодонты», как: Ariston, Wilo, Grundfos, Daichi, Danfoss, D+H Mechatronic, LG Electronics, Mitsubishi Electric, PURMO, Saint-Gobain, Testo и т.д.

АВОК занимается разработкой нормативно-методических документов и с момента основания ас-

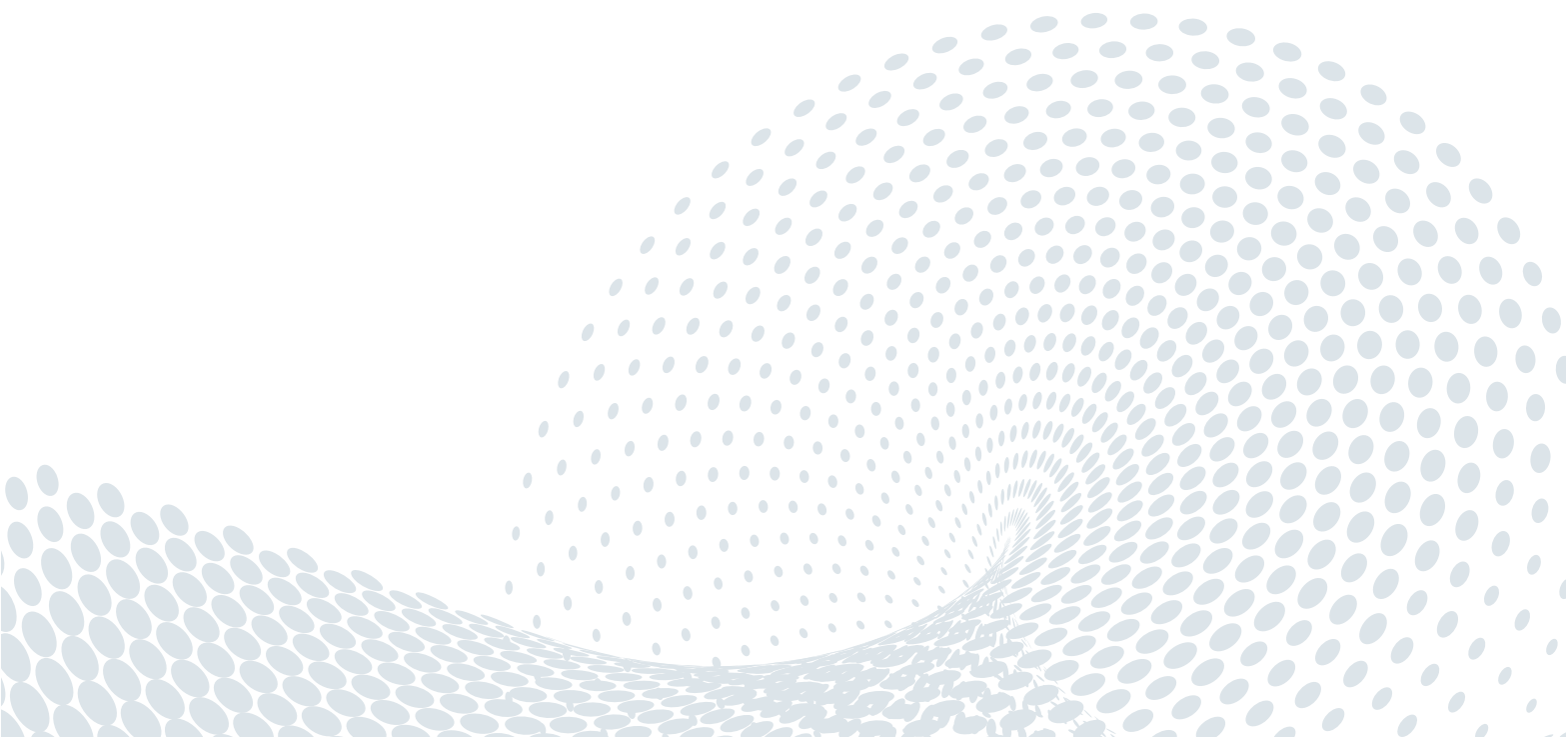


социации разработано и опубликовано более 70 стандартов.

Так же НП «АВОК» создает творческие коллективы для выполнения научно-исследовательских работ по заданию правительственных организаций. Среди выполненных НИР: выполнение Государственного контракта по заказу министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации по теме «Оценка и анализ эффективности нормативного правового регулирования природоохранных мероприятий, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду при подготовке и проведении крупных международных спортивных проектов»; выполнение государственного задания на оказание государственных услуг Федеральному автономному учреждению «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» по разработке Методических ре-

комендаций по проектированию систем вентиляции жилых и общественных зданий, Методических рекомендаций по организации воздухообмена в жилых и общественных зданиях, НИР по мониторингу и анализу российских и международных нормативных технических документов в области устойчивого строительства, долговечности строительных конструкций зданий, а также систем и сетей инженерно-технического обеспечения зданий и сооружений, пересмотр ГОСТ 21.603-93; выполнение работ по заказу «ЦНИИЭП жилища» по теме «Проведение научных исследований и разработка свода правил «Многофункциональные высотные здания и здания-комплексы. Правила проектирования».

*Информация предоставлена проектом  
«Мониторинг рынка электроники».  
Г. Келл, февраль-август 2020  
[www.ecword.ru](http://www.ecword.ru)*



# Микроконтроллеры семейства RZ/N компании Renesas

## Словарь

- АНВ** — высокоскоростная шина
- АРВ** — шина периферийных модулей
- АХИ** — расширенный интерфейс ARM
- А5PSW** — 5-портовый коммутатор Ethernet
- BGPIO** — базовый модуль порта ввода/вывода
- ЕСС** — код коррекции ошибок
- FMMU** — модуль управления памяти интерфейса Fieldbus
- FPU** — модуль работы с числами с плавающей запятой
- GMAC** — гигабитный контроллер доступа к медиасреде
- GIC** — контроллер прерываний
- HSR** — бесшовное резервирование среды высокой готовности
- HWF** — аппаратно реализованные функции Ethernet
- IPCM** — межпроцессорные коммуникации
- MDIO** — интерфейс ввода/вывода данных
- MMU** — модуль управления памятью
- MSEBI** — интерфейс внешней шины
- NoC — сеть на кристалле
- PRP** — протокол параллельного резервирования
- RTOS** — операционная система реального времени (ОСРВ)
- Sercos III** — последовательный коммуникационный интерфейс реального времени

В статье рассматриваются микроконтроллеры семейства RZ/N компании Renesas. Описание их основных модулей позволяет составить представление о возможностях микроконтроллеров этого семейства, предназначенного для решения широкого ряда задач промышленной автоматизации.

### Введение

Прежде чем приступить к рассмотрению микроконтроллеров (МК) семейства RZ/N компании Renesas, буквально в двух словах опишем МК этой группы, чтобы указать в ней место МК RZ/N. В состав группы входят четыре семейства:

- RZ/A;
- RZ/G;
- RZ/N;
- RZ/T.

Наше описание семейств построено по принципу «от простого — к сложному». МК RZ/T базируется на процессорных ядрах Arm Cortex-R7. Они предназначены для высокопроизводительных МК, работающих в режиме реального времени. Их тактовую частоту можно увеличить до 600 МГц. Максимальная

частота МК RZ/T — 600 МГц, что является предельным значением для Cortex-R7.

В МК RZ/T, как и в других микроконтроллерах семейства RZ, используется технология R-IN, основу которой составляет аппаратный ускоритель Ethernet, позволяющий ускорить процесс обработки в четыре раза. МК этой группы рекомендуется использовать в промышленных приложениях для управления электроприводами и исполнительными механизмами.

В состав семейства RZ/A входят многоядерные МК с процессорными ядрами Cortex-A9, тактируемые частотой 400 и 528 МГц в последней модификации RZ/A2M [1]. Ядра Cortex-A9 предназначены для работы с достаточно сложными операци-

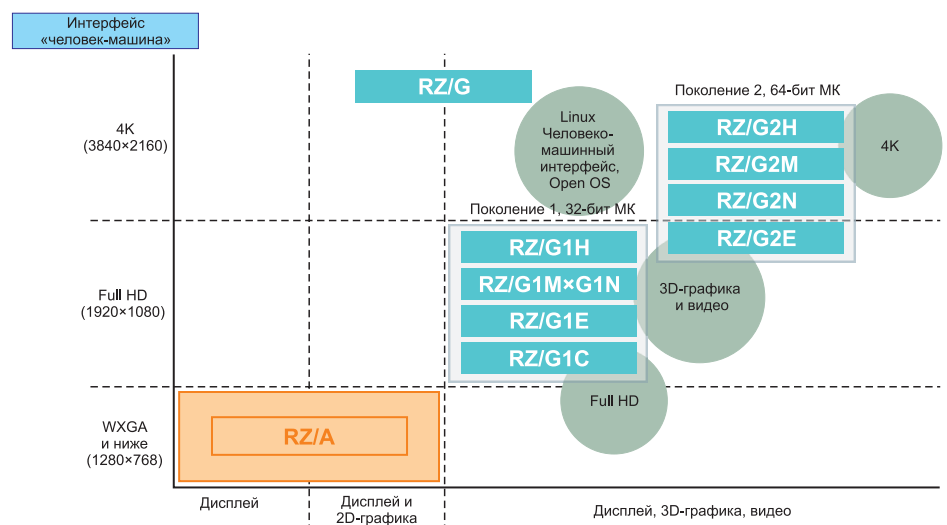


Рисунок 1. Сравнительные возможности семейств RZ/G и RZ/A для создания интерфейса «человек-машина»

онными системами, например Linux или Android. Микроконтроллеры RZ/A удобно использовать в коммуникационных и мультимедийных приложениях, а также для построения человеко-машинного интерфейса.

Семейство RZ/G делится на два подсемейства многоядерных МК — RZ/G1 и RZ/G2. Первое из них базируется на ядрах Cortex-A15 и Cortex-A7 с тактовой частотой до 1,5 ГГц, а второе — на 64-бит Cortex-A57 и Cortex-A53 с той же тактовой частотой. Причем в самом мощном МК — по четыре ядра Cortex-A57 и Cortex-A53. Мы с удовольствием рассказали бы об этих МК, но, увы, документацию от компании можно получить только при условии подписания соглашения о неразглашении.

МК RZ/G предназначены для приложений с высокой вычислительной мощностью. Сопоставить семейства RZ/G и RZ/A поможет рисунок 1, на котором показаны возможности этих устройств для создания человеко-машинного интерфейса.

Многоядерные МК семейства RZ/N, наверное, можно позиционировать как переходный мостик от семейства RZ/T к семейству RZ/G — их можно использовать для управления в промышленных системах, но они обладают и очень неплохими сетевыми возможно-

Таблица. Некоторые основные параметры МК семейства RZ/N1D и их различия

	Параметр	RZ/N1D	RZ/N1S	RZ/N1L
Процессор	Arm Cortex-A7	2 ядра	1 ядро	–
	Arm Cortex-M3	+	+	+
Память	2 Мбайт с ECC			
	4 Мбайт с ECC	+	+	+
	контроллер DDR	–	+	+
	Quad SPI	1	2/1*	1
	SDIO/SD/eMMC	2	2	2
Сеть	NAND	+	+	+
	R-IN	+	+	+
	порты Ethernet	5/3**	5/3*	3
	независимые GMAC	2	–/2*	1
Периферия	АЦП	2/1	1	1
	UART	8	8	8
	I2C	2	2	2
	параллельная шина	+	+	только ведомая
	USB	+	+	+
Контроллер ЖКД		+	+	–
Число линий ввода/вывода		170/132**	160/95*	95
Корпус		400 LFBGA (17×17 мм) или 324 LFBGA (15×15 мм)	324 LFBGA (15×15 мм) или 196 LFBGA (12×12 мм)	196 LFBGA (12×12 мм)

\* В знаменателе — для МК в 324-выводном корпусе, в числителе — для МК в 196-выводном корпусе.

\*\* В знаменателе — для МК в 400-выводном корпусе, в числителе — для МК в 324-выводном корпусе.

стями. МК базируются на ядрах Cortex-A7 и Cortex-M3. Ядро Cortex-M3 было анонсировано в далеком 2004 г. Поскольку оно хорошо описано, мы не будем его описывать еще раз.

Ядро Cortex-A7 появилось в 2011 г. Оно разработано для экономичных приложений и заменило ядро Cortex-A8, превзойдя его в производительности и энергоэффективности. К тому же у ядра Cortex-A8 — меньше размеры.

Распределение задач между ядрами в МК RZ/N иллюстрирует рисунок 2.

Далее мы опишем МК RZ/N1D на основе двоядерного кластера Cortex-A7 и ядра Cortex-M3. Этот микроконтроллер имеет наибольшие функциональные возможности среди других МК семейства. Некоторые основные параметры данных МК и их различия приведены в таблице. Структурная схема МК RZ/N1D показана на рисунке 3.

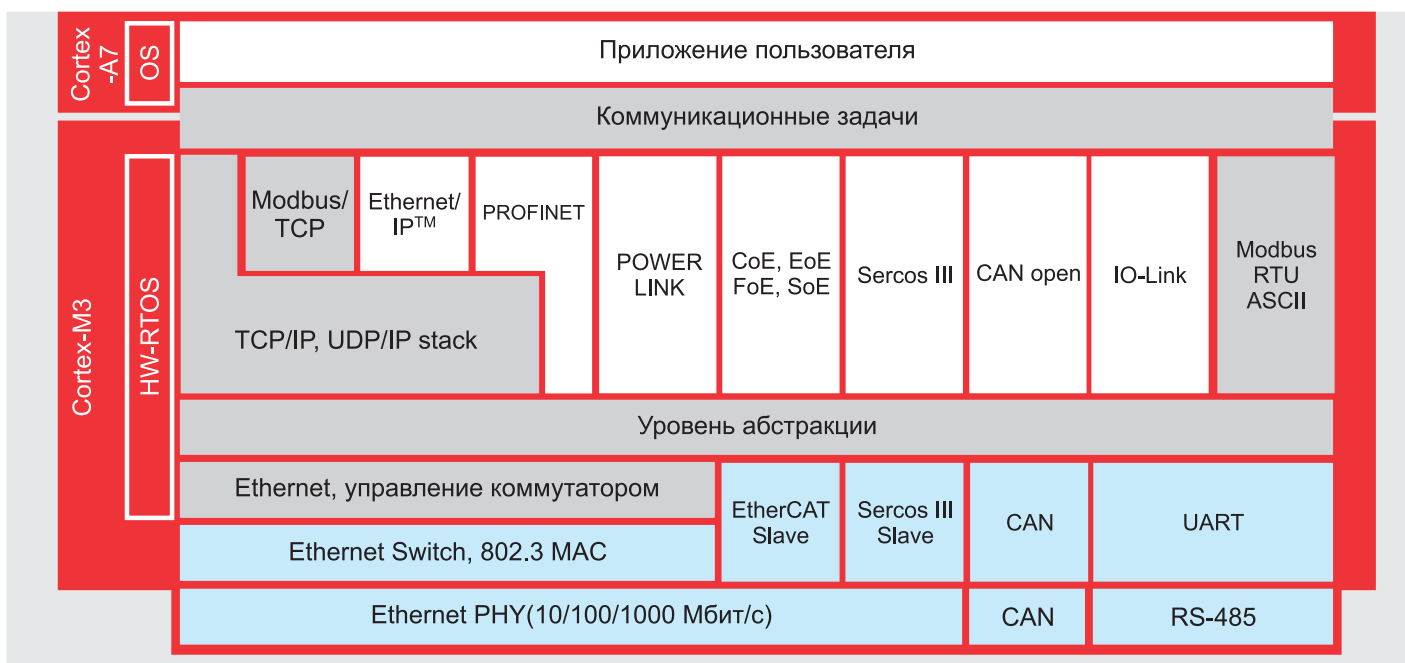


Рисунок 2. Распределение задач между ядрами МК семейства RZ/N

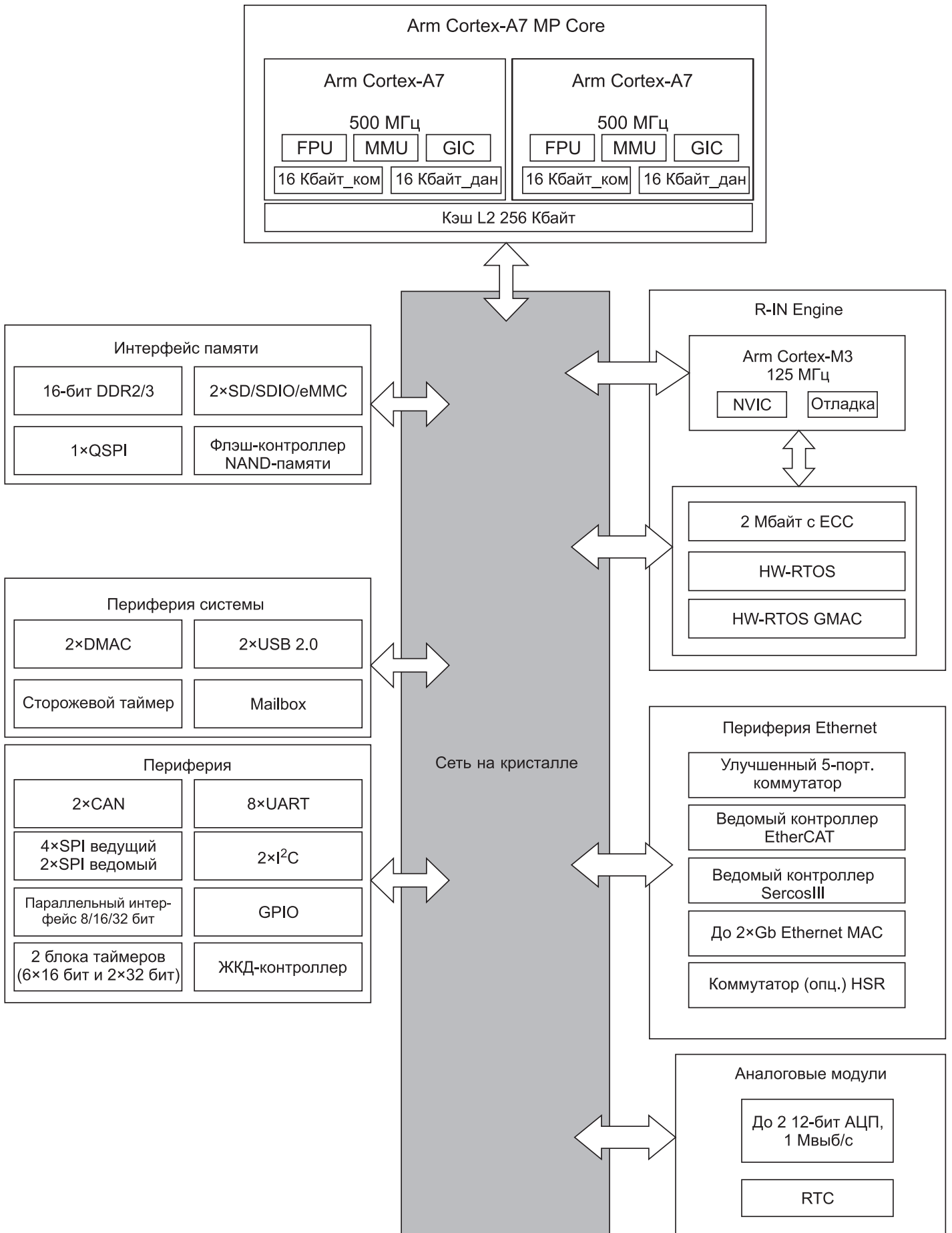


Рисунок 3. Структурная схема МК RZ/N1D



## Функциональные модули МК RZ/N1D

### Процессорные ядра и память

Поскольку процессорные ядра Cortex-A7 и Cortex-M3 хорошо известны, мы лишь кратко напомним читателям их основные параметры. В состав МК RZ/N1D входит двоядерный кластер Cortex-A7. Каждое ядро кластера содержит кэш команд уровня L1 емкостью 16 кбайт и точно такой же по объему кэш данных. Общий для двух ядер кэш уровня L2 имеет емкость 256 кбайт.

В состав каждого из ядер входит модуль работы с плавающими числами (FPU) и модуль управления памятью (MMU), а также контроллер прерываний (GIC). Максимальная частота тактирования ядер достигает 500 МГц. Заметим, что частота тактирования ядер должна быть кратна частоте тактирования сети NoC с коэффициентом кратности 1, 2 или 4. О процессорном ядре Cortex-M3 мы ничего нового не скажем. Заметим только, что его частота тактирования может меняться в пределах 15,625–125 МГц.

Межпроцессорные коммуникации между ядрами Cortex-A7 и Cortex-M3 осуществляются посредством трех почтовых ящиков. Модуль IPCM имеет три выхода прерываний, подключенных к каждому из трех ядер. В состав каждого почтового ящика входят семь 32-бит регистров для записи и хранения сообщений. Модуль формирует прерывания, которые могут адресоваться любому из трех процессоров или одновременно всем.

В МК встроена память SRAM с кодом коррекции ошибок ECC емкостью 2 Мбайт. У других модификаций семейства объем SRAM может достигать 6 Мбайт. Для работы с внешней памятью DDR2/3 в МК используется специальный контроллер. Благодаря многопортовой архитектуре удается эффективно распределить доступ к памяти разных типов. Перечислим некоторые особенности контроллера DDR2/3:

- контроллер работает асинхронно с сетью NoC;
- величина адресного пространства (макс.): 2 Гбайт;

- ширина шины данных: 8 или 16 бит и 8-бит ECC;
- схема приоритетов задается программно;
- входящий адрес и тип команды для каждого порта проверяется, как указано в установочном регистре;
- можно сформировать до 16 областей адресного пространства, каждая из которых проверяется по своему правилу.

Контроллер DDR2/3 преобразует адреса пользователя в адреса памяти. Размер используемой памяти DDR2/3 необходимо записать в установочный регистр. Структура адреса памяти состоит из пяти полей, к каждому из которых можно адресоваться отдельно. Вся цепочка выглядит следующим образом: «Выбор кристалла — строка — банк — столбец — тракт передачи данных».

Контроллер flash-памяти NAND, как нетрудно догадаться, реализует обмен данными с памятью NAND. Формат данных соответствуют требованиям спецификации ONFI 2.2 и более ранней ONFI 1.x. Контроллер может работать в асинхронном режиме и поддерживает до четырех микросхем NAND. Контроллер реализует защиту памяти, поддерживает страницы объемом 356 байт... 16 кбайт.

Для коммутации с памятью используется встроенный контроллер Quad SPI, который также адресуется к четырем микросхемам, поддерживает 1/2/3/4-байт адресацию и осуществляет защиту записи. Заметим, что контроллер не осуществляет декодирование адресов, а входящие адреса и есть адреса flash-памяти.

В состав МК входят два контроллера SDIO/SD/eMMC, каждый из которых реализует многоблочные циклы записи/стирания. Скорость передачи данных при тактировании частотой 25 МГц составляет 12,5 Мбит/с, а в высокоскоростном режиме при тактировании частотой 50 МГц скорость передачи данных увеличивается до 25 Мбит/с. Передача данных производится в формате 1, 4 или 8 бит. Интерфейс USB соответствует стандарту USB 2.0, тактируется частотой 48 МГц и поддерживает ско-

рости передачи данных 480 Мбит/с, 12 Мбит/с (USB 1.1), 1,5 Мбит/с (USB 1.1).

### Периферия

В состав периферийных модулей входят коммуникационные интерфейсы, порты ввода/вывода, интерфейс внешней шины MSEBI, АЦП, модули таймеров и контроллер ЖКД. К коммуникационным интерфейсам отнесем следующие:

- 8× UART. Максимальная скорость передачи данных каждого порта достигает 5,2 Мбит/с, каждый порт имеет отдельные буферы FIFO 16×8 на прием и передачу данных;
- SPI. Четыре ведущих порта и два ведомых, длина кадра 4–1 бит, буферы FIFO 16×16;
- 2× I<sup>2</sup>C. В стандартном режиме скорость передачи данных до 100 кбит/с, в высокоскоростном режиме — до 400 кбит/с; 7- или 10-бит адресация, буферы FIFO 8×8;
- 2× CAN. Скорость передачи данных 125 кбит/с...1 Мбит/с, 11- и 29-бит идентификаторы.

Интерфейс внешней шины MSEBI полностью программируется и может работать и как ведущее, и как ведомое устройство. Возможно обращение к четырем внешним синхронным или асинхронным устройствам одновременно (четыре линии chip select). 32-бит шину данных можно сконфигурировать в 8- или 16-бит шину.

В состав МК входят три базовых модуля порта ввода/вывода GPIO, на основании которых конфигурируются шесть отдельных портов ввода/вывода. Прерывания от них можно формировать не только по уровню входного сигнала, но и по его фронту.

Немного подробнее остановимся на блоке таймера. Его структурная схема показана на рисунке 4. Поскольку рисунок исчерпывающе иллюстрирует функциональные возможности блока, мы добавим лишь несколько уточнений фраз. В состав МК входят два идентичных блока, каждый из которых содержит два программируемых 32-бит таймера и шесть программируемых 16-бит таймеров.

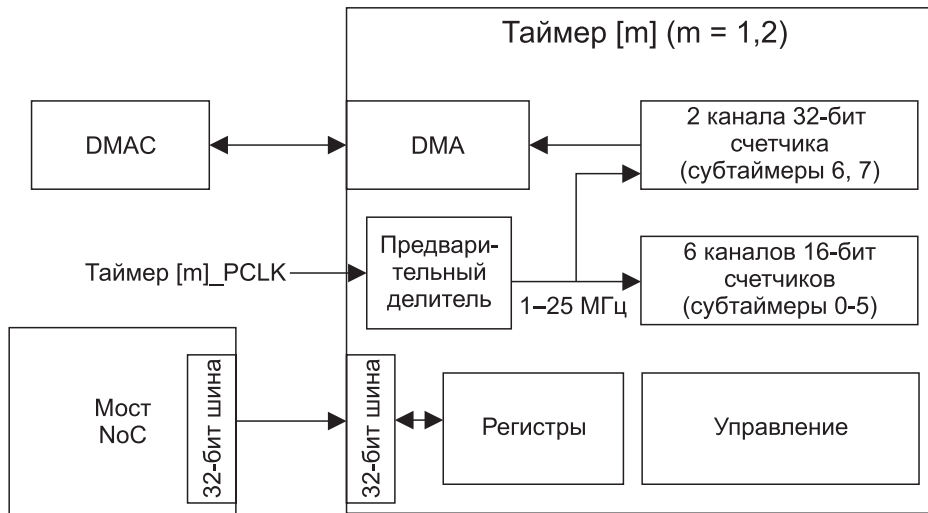


Рисунок 4. Структурная схема блока таймеров

Таймеры могут работать в режиме автоматической перезагрузки; при этом при переполнении содержимое таймера сбрасывается, и отсчет начинается заново. В режиме автоматической перезагрузки могут формироваться прерывания при достижении установленного значения счета. В режиме однократного счета при достижении заданного значения счетчик таймера останавливается, и генерируется прерывание.

Стоит уделить несколько большее внимание контроллеру ЖКД со структурной схемой на рисунке 5. Под интерфейс ЖКД выделен один порт; можно использовать 18-бит формат (6 бит на цвет) или 24-бит формат (8 бит на цвет). При использовании цветовой палитры возможен формат 1, 2, 4, 8 бит/пикс. Цветовая палитра содержит

256 16-бит слов. Яркость подсветки регулируется ШИМ-генератором. Входной буфер FIFO имеет емкость 1000 64-бит слов, а выходной — 16 24-бит слов.

Контроллер инициализируется непосредственно процессорным ядром. Первоначально необходимо запрограммировать как минимум регистры вертикальной и горизонтальной синхронизации и регистр тактирования пикселей, а также вписать базовые адреса в регистры DMA. При использовании цветовой палитры ее необходимо сначала загрузить.

Старт передачи кадра осуществляется по внутреннему импульсу синхронизации, совпадающему с импульсом вертикальной синхронизации. При этом начинается загрузка данных из буферной памяти через каналы DMA и распаковка

пикселей. Через ведущий интерфейс осуществляется чтение шины АНВ. В течение одного обращения может быть считан пакет из 4, 6 или 16 64-бит слов. Они записываются во входной буфер FIFO. В дальнейшем слова распаковываются и передаются через палитру в выходной буфер FIFO.

Контроллер может управлять дисплеями размерностью от QVGA (320×240 пикс.) до XGA (1024×768 пикс.). При этом при частоте 60 кадров/с скорость передачи данных находится в пределах 0,6 Мбайт/с (QVGA, 1 бит/пикс.) — 188,7 Мбайт/с (XGA, 18/24 бит/пикс.).

Обзор модулей периферии закончим кратким описанием АЦП. В состав МК входят два модуля 12-бит АЦП последовательного приближения. Их производительность находится в пределах 0,0625–1 Мвыб/с. Время преобразования не превышает 21 тактового импульса АЦП, частота тактирования находится в диапазоне 2–20 МГц. Оба модуля АЦП имеют по восемь входных каналов, каждый из которых может запускаться отдельно. Максимальная дифференциальная нелинейность преобразования составляет ±1 МЗР, а максимальная интегральная нелинейность не превышает ±4 МЗР.

### R-IN Engine и Ethernet

R-IN Engine — фирменная аппаратная технология компании Renesas, ускоряющая работу операционной системы. Она поддерживает разные сетевые технологии и ускоряет обмен данными по TCP/IP, а за счет

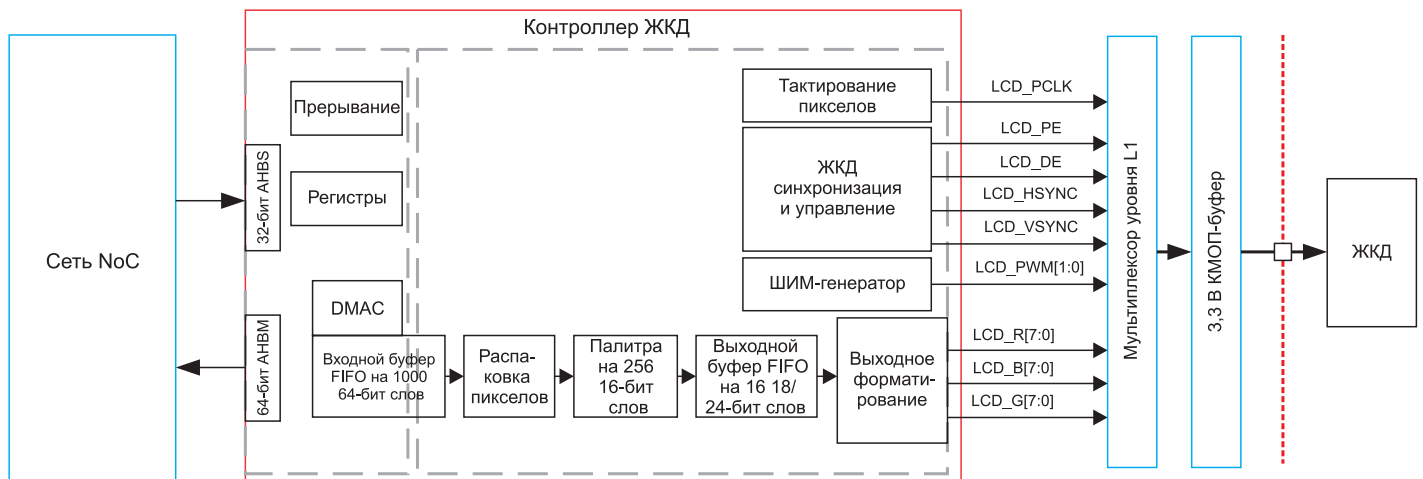


Рисунок 5. Структурная схема контроллера ЖКД

снижения нагрузки на процессорные ядра еще и уменьшает энергопотребление. В традиционных решениях все процессы, связанные с контроллером Ethernet, выполняются процессором в операционной системе реального времени.

Технология R-IN значительно разгружает процессор и ускоряет обработку с помощью аппаратных средств. В отличие от использования процессора обеспечивается стабильная, без задержек, обработка данных и управление контроллерами Ethernet. Фактически технология R-IN Engine аппаратными средствами частично реализует RTOS (HW RTOS). В МК RZ/N1D в состав R-IN входят следующие компоненты:

- Cortex-M3 с контроллером векторных прерываний, обрабатывающий до 126 прерываний;
- SRAM емкостью 2 Мбайт, из которых 1 Мбайт отведен под память данных и 1 Мбайт предназначен для хранения команд;
- HW RTOS, реализующая управление ресурсами встроенным DMA и контроллером GMAC;
- одноканальный контроллер GMAC с интерфейсом GMII.

Перечислим некоторые основные особенности HW RTOS:

- 30 системных вызовов аналогичных вызовам в RTOS ITRON;
- обработка 32 прерываний;
- 64 контекстных регистров, 16 уровней приоритета;
- 64 события и 64 почтовых ящика.

К R-IN Engine также относится контроллер Gigabit Ethernet MAC (HW-RTOS GMAC) с одним портом, обеспечивающий скорость передачи данных 1 Гбит/с и полнодуплексную связь; кроме того, контроллер управляет 5-портовым коммутатором A5PSW. В МК встроен модуль аппаратной реализации функций (HWF) Ethernet, структурная схема которого показана на рисунке 6. В его задачу входит распределение ресурсов, управление MAC DMA, буферизация данных RAM DMA.

Буфер распределения данных управляет буферизованной памятью RAM, которая, в свою очередь, используется для увеличения пропускной способности Ethernet.

Несмотря на то, что емкость буфера RAM составляет 128 кбайт, в адресном пространстве ему отведено 128 Мбайт, что позволяет использовать динамическое перераспределение памяти. Контроллер MAC DMA осуществляет передачу данных между буферной памятью RAM и Ethernet MAC, позволяя увеличить пропускную способность канала передачи данных.

Коммутатор A5PSW, управляющий пятью портами, применяется только при работе в полнодуплексном режиме со скоростью передачи данных 1000 Мбит/с. При этом передача данных соответствует требованиям стандарта IEEE 1588-2008. При тактировании коммутатора частотой 200 МГц скорость передачи через каждый из четырех портов достигает 1000 Мбит/с, а пятый порт используется для управления.

Ведомый контроллер EtherCAT соответствует спецификации ETG.1000 EtherCAT. Некоторые параметры контроллера EtherCAT:

- поддержка до трех портов;
- восемь модулей управления памятью интерфейса Fieldbus FMMU;
- восемь SyncManagers для защиты областей памяти от одновременного доступа;
- объем RAM данных: 8 кбайт;

• защита записи.

Заметим, что на физическом уровне не рекомендуется использовать RMII. Поскольку в состав этого интерфейса входят буферы FIFO в передающем канале, которые увеличивают задержку переадресации и джиттер, предпочтительнее использовать MII.

Два контроллера Gigabit Ethernet GMAC отвечают требованиям стандартов IEEE 802.3-2008, IEEE 1588-2008 v2, IEEE-C37.238, IEEE 802.3-az.vD2.0. Поскольку этот интерфейс хорошо известен, мы не будем останавливаться на его описании, но перечислим некоторые из его основных параметров:

- скорость передачи данных: 10/100/1000 Мбит/с;
- режим передачи данных: дуплексный и полудуплексный;
- программируемая длина кадра: до 16 кбайт;
- поддержка большого числа режимов фильтрации адресов, передача кадров без фильтрации;
- пробуждение по сети LAN или особым пакетом (magic packet).

Контроллеры GMAC 1 и GMAC подключаются к внешним портам 1 и 2, соответственно, через RGMII/RMII. Инициализация GMAC должна осуществляться после инициализации DMA. При несоблюдении

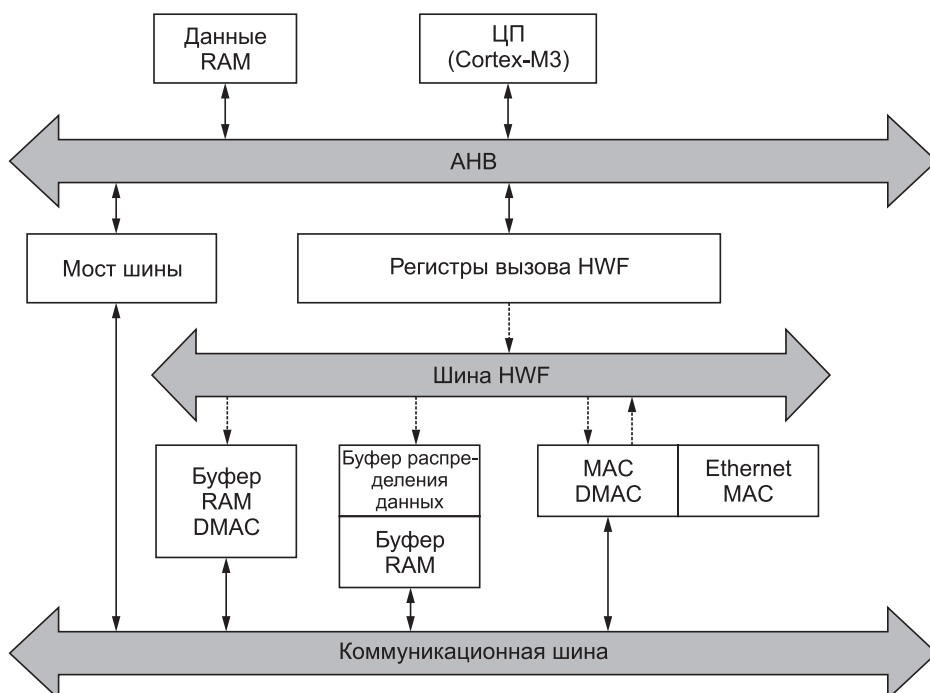


Рисунок 6. Модуль аппаратной реализации функций (HWF) Ethernet

этого условия происходит пере-  
полнение буфера FIFO в канале  
приема данных.

Коммутатор бесшовного резер-  
вирования среды высокой готов-  
ности (HSR) соответствует тре-  
бованиям стандарта IEC 62439-  
3:2016. Скорость передачи данных  
в дуплексном режиме составля-  
ет 100 Мбит/с. Другие варианты  
не поддерживаются. Задержка пе-  
редачи данных не превышает 960 нс.  
Возможна коммутация со 128 внеш-  
ними узлами; при этом размер ка-  
дра достигает 2 кбайт. Временная  
синхронизация отвечает требо-  
ваниям стандарта IEEE 1588-2008.  
Физический уровень — MII.

Последовательный коммуни-  
кационный интерфейс реально-  
го времени Sercos III известен  
более 30 лет. В МК применяется  
ведомый контроллер Sercos III IP  
версии 4.12.0. Он имеет два пор-

та и реализует передачу данных  
со скоростью 100 Мбит/с. Для  
управления и хранения данных  
используется двухпортовое ОЗУ.  
Обрабатываются только данные,  
предназначенные для конкретно-  
го пользователя. Передача данных  
из RAM осуществляется в течение  
нескольких циклов тактирования.  
Через мультиплексор допускается  
переключение между протоколами  
Sercos и Ethernet. Физический уро-  
вень — MII.

Приложения отправляют и по-  
лучают данные через интерфейс  
ввода/вывода данных MDIO. Этот  
двухпроводной интерфейс позво-  
ляет приложению получить доступ  
к любым регистрам RHY, а также  
выбрать любой из 32 RHY и любой  
из 32 регистров этого RHY. Однако  
в каждый момент времени мож-  
но осуществить обращение только  
к одному регистру.

## Выводы

В статье относительно детально  
рассмотрены микроконтроллеры  
RZ/N1D семейства RZ/N. Привлека-  
тельной особенностью этих МК явля-  
ется технология R-IN Engine, позволя-  
ющая ускорить коммуникационные  
процессы с промышленными устрой-  
ствами через сеть Ethernet. Дополняют  
связные возможности МК 18 стандарт-  
ных коммуникационных интерфейсов.  
Учитывая, что эти МК могут управлять  
ЖКД размерностью от QVGA до XGA,  
эти устройства предназначены для  
широкого ряда систем промышленной  
автоматизации.

## Литература

1. Сергей Волков. Микроконтрол-  
леры семейства RZ/A2M  
от Renesas // Электронные компо-  
ненты. №12, 2018 г.

## КОМПЛЕКТ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ WI-SUN (IEEE 802.15.4G)



Компания Renesas предлагает «коробочный» комплект разработки — «Y-CONNECT-IT-WI-SUN-FAN», упрощающий и ускоряющий оценку работы сети Wi-SUN в реальных условиях. Комплект включает пять плат MB-RX604S-02 (контроллер RX651 + радио-трансивер RAA604S00) и полный набор ПО (драйверы ВЧ-трансивера и микроконтроллера, стек IP с утилитой SimpleMAC, визуализация работы сети на ПК).

Микроконтроллеры серии Rx651 обеспечивают превосходную производительность с показателем 520 CoreMark® на частоте 120 МГц и высокую энергоэффективность — 35 CoreMark/мА.

### Основные характеристики:

- Ядро: 32-бит 120 МГц с поддержкой MPU, FPU и набором инструкций DSP
- Производительность: 240 DMIPS
- Flash-память: до 2 МБ
- ОЗУ: 256/640 Кбайт
- Блок шифрования: AES, 3DES, RSA, SHA и TRNG-опция
- Напряжение питания: 2,7...3,6 В
- Диапазон рабочих температур: -40...+85°C
- 64-выводные корпуса BGA (4,5 мм × 4,5 мм), LQFP (10 мм × 10 мм)

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

Сергей Волков, инженер  
SergVolkov1971@yandex.ru

# Микроконтроллеры с очень малым энергопотреблением группы RE01 от Renesas

*В статье рассматриваются микроконтроллеры группы RE01 компании Renesas. Их основной особенностью является очень низкое энергопотребление и возможность работы с внешним элементом, аккумулирующим энергию окружающей среды. Микроконтроллеры позволяют создавать человеко-машинные интерфейсы, системы сбора и обработки данных.*

## Словарь

**ACMP** — аналоговый компаратор

**ALLPWON** — режим питания, при котором активны все домены

**CRA, CRB** — счетчики числа трансферов контроллера DTC

**DAR** — регистр с адресом назначения трансфера данных контроллером DTC

**DIV** — модуль делителя 32-бит чисел

**DOC** — схема обработки данных

**DSTBY** — полный программный режим ожидания

**DTC** — контроллер трансфера данных

**DTCCR** — регистр управления контроллера DTC

**DTCVBR** — векторный регистр контроллера DTC

**DTCST** — стартовый регистр контроллера DTC

**DTCSTS** — регистр статуса контроллера DTC

**ENC** — контроллер управления внешним элементом, аккумулирующим энергию окружающей среды

**EXFPWON** — режим питания, при котором домен флэш-памяти выключен

**GDT** — схема преобразования графических данных

**LPG** — низкоскоростной генератор

**MINPWON** — режим минимального энергопотребления

**MLCD** — контроллер ЖКД с параллельным интерфейсом

**MRA, MRB** — регистры выбора режимов контроллера DTC

**MTDV** — драйвер электропривода

**R12DA** — модуль 12-бит ЦАП

**S14AD** — модуль 14-бит АЦП

**SAR** — регистр с адресом источника данных для трансфера контроллером DTC

**SSTBY** — программный режим ожидания

**WUPT** — таймер пробуждения

## Введение

В развитии технологии микроконтроллеров (МК) довольно отчетливо прослеживаются две тенденции. Первая из них заключается в увеличении производительности, а вторая — в уменьшении энергопотребления. Во многих случаях производители пытаются совместить эти тенденции; нередко эта цель достигается за счет ограничения функциональных возможностей МК и введения режимов пониженного энергопотребления.

В многочисленных МК компании Renesas также отчасти реализован подобный подход. Однако такое решение не панацея — оно применимо в ограниченном числе случаев. Например, подобное решение не годится для приложений, где, в первую очередь, важна не производительность и вычислительная мощность, а постоянное низкое или даже очень низкое энергопотребление.

Именно для таких приложений и разработаны МК группы RE01. Низкое энергопотребление достигается в них не только и не столько за счет уменьшения функциональных возможностей, сколько благодаря проприетарной производственной технологии SOTB (Silicon on Thin Buried Oxide — кремний на тонком углубленном оксидном слое). Эта технология позволяет расширить диапазон допустимого напряжения питания до 1,62–3,6 В, причем максимальная частота тактирования 64 МГц не снижается и при минимальном напряжении питания 1,62 В. Подобный результат недостижим в случае использования традиционных кремниевых технологий. МК RE01 показали наивысший результат 705 баллов по тесту

ЕЕМВС ULPMark, который используется для сравнения МК с очень низким энергопотреблением. Для примера приведем некоторые цифры: ток потребления 14-бит АЦП в активном режиме не превышает 4 мкА, при записи во флэш-память ток потребления составит всего лишь 0,6 мА.

Еще одной особенностью МК группы RE01 является встроенная схема управления аккумуляцией энергии из окружающей среды, что позволяет применять эти источники для питания МК. Разумеется, для достижения очень низкого энергопотребления пришлось пожертвовать вычислительной мощностью: в качестве процессорного ядра используется ARM Cortex-M0+. Однако, как правило, для приложений, где, в первую очередь, необходимо обеспечить очень низкое энергопотребление, большая вычислительная мощность и не требуется. Таким образом, МК группы RE01 найдут широкое применение в таких приложениях, как «интернет вещей», интеллектуальные счетчики энергии, трекеры, носимые устройства и многие другие. Думаем, им вполне по силам стать промышленным стандартом в своем сегменте рынка.

Микроконтроллеры выпускаются в корпусах PLQP0144KA-B размером 20×20 мм и шагом выводов 0,5 мм, корпусах PLQP0100KB-B размером 14×14 мм, шагом выводов 0,5 мм и SXBG0156MA-A размером 4,3×4,3 мм с шагом выводов 0,3 мм. Диапазон рабочей температуры МК составляет -40...85 °С.

## Архитектура и системные ресурсы МК группы RE01

В состав МК группы RE01 входят МК двух серий. В первой из них объем встроенной flash-памяти составляет 256 кбайт, а во второй — 1,5 Мбайт. Последнюю мы и рассмотрим в настоящей статье. Помимо flash-памяти большей емкости, они также обладают немного большими функциональными возможностями. Основные отличия этих серий приведены в таблице. Отличия МК этих серий вплоть до адресов регистров

Таблица. Основные отличия МК двух серий

Модуль	МК с flash-памятью 1,5 Мбайт	МК с flash-памятью 250 кбайт
Низкоскоростной генератор LPG	+	-
Таймер пробуждения (WUPT)	+	-
Хост USB 2.0	+	-
Драйвер светодиодов	+	-
12-бит ЦАП	+	-
Аналоговый компаратор (ACMP)	+	-
Драйвер электропривода (MTDV)	+	-
Схема обработки данных (DOC)	+	-

и кодов подробно описаны в [1]. Структурная схема МК представлена на рисунке 1.

Процессорное ядро ARM Cortex-M0+ хорошо известно. Напомним только, что его производительность составляет 0,93 DMIPS/МГц, а в его состав входит модуль защиты памяти (MPU), рассчитанный на работу с восемью областями памяти. Объем встроенной памяти SRAM: 256 кбайт.

Учитывая, что главным козырем МК группы RE01 является очень низкое энергопотребление, рассмотрим этот аспект подробнее. МК может питаться от внешнего сетевого источника питания, от ба-

тареи и внешнего накопительно-го элемента, аккумулирующего энергию из окружающей среды. Для контроля напряжения используются три встроенных детектора напряжения, которые отслеживают напряжение внешнего источника и батареи в заданных пределах и формируют прерывания в случае, когда оно становится больше или меньше пороговых значений. В МК предусмотрены пять способов снижения энергопотребления:

- уменьшение частоты тактирования;
- отключение отдельных модулей;
- управление режимами энергопотребления;

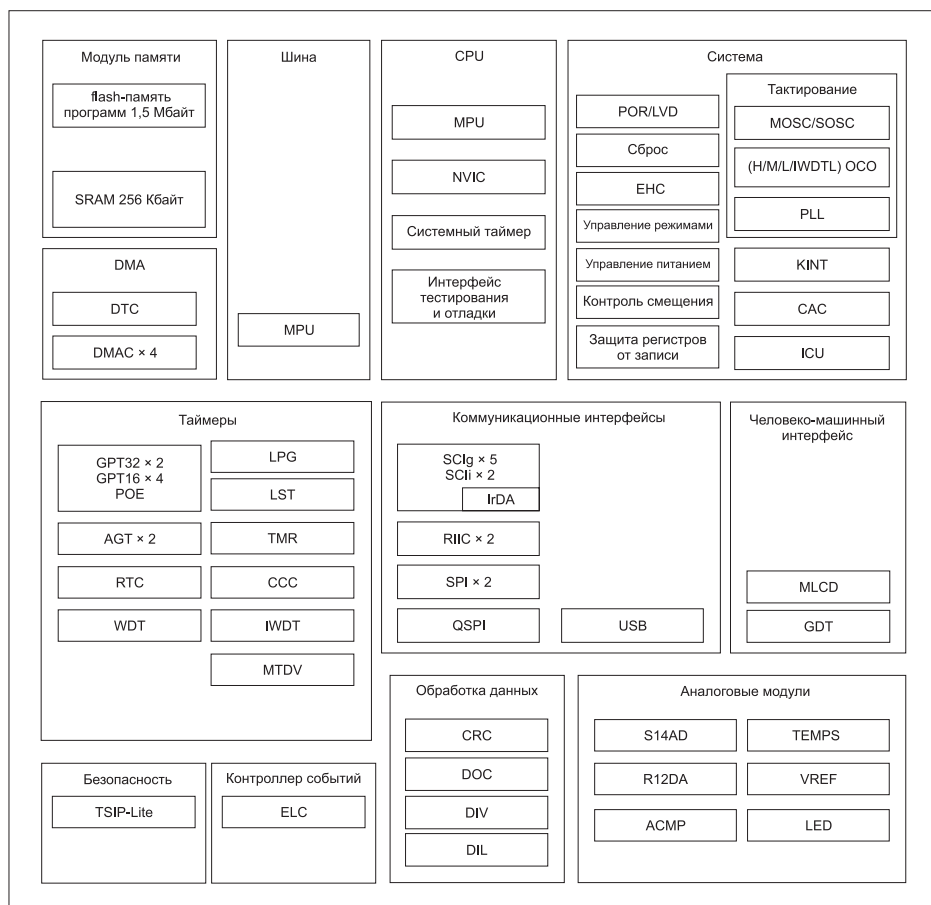


Рисунок 1. Структурная схема МК

- переход в режимы низкого энергопотребления;
- изменение режима источника питания.

При использовании первого способа сокращение энергопотребления достигается путем уменьшения частоты тактирования, которую можно независимо установить для системы и для периферии. Второй способ подразумевает отключение любого периферийного модуля за счет отключения тактирования этого модуля; при этом питание модуля не выключается, и все записи в его регистрах сохраняются.

При использовании 3-го способа МК, работая в режимах энергопотребления OPE, SLEEP и SSTBY, может переходить в режим работы с пониженной частотой тактирования. 4-й способ позволяет перевести МК в один из пяти возможных режимов энергопотребления:

- нормальный режим работы (OPE);
- режим сна (SLEEP);
- режим полусна (SNOOZE);
- программный режим ожидания (SSTBY);
- полный программный режим ожидания (DSTBY).

В 5-м режиме выбираются активные домены питания. Существуют три режима:

- все домены активны (ALLPWON);

- домен flash-памяти выключен (EXFPWON);
- режим минимального энергопотребления (MINPWON).

Поскольку в режиме сна (SLEEP) процессорное ядро не тактируется, но напряжение питания ядра не выключается, сохраняется содержание внутренних регистров. Все периферийные модули активны. Выход из режима сна происходит при сбросе или прерывании. В режиме программного останова (SSTBY) процессорное ядро и большая часть периферийных модулей остановлены, но содержание их регистров сохраняется.

Переход в режим полусна (SNOOZE) происходит из режима SSTBY. В режиме SNOOZE некоторые периферийные модули активируются и работают без пробуждения процессорного ядра. Из режима SNOOZE микроконтроллер может вернуться в режим SSTBY. В режиме полного программного останова (DSTBY) большинство внутренних генераторов остановлено, содержание внутренних регистров не определено.

Возможно, главной особенностью микроконтроллеров группы RE01 является контроллер EHC управления внешним элементом, аккумулирующим энергию окружающей среды. Его структурная схема представле-

на на рисунке 2. Насколько нам известно, на сегодня среди 32-бит микроконтроллеров только МК группы RE01 обладают такой особенностью. Накопительный элемент (НЭ), аккумулирующий энергию окружающей среды, непосредственно подключается к выводу МК, и каких-либо дополнительных внешних компонентов не требуется. Заметим, что при подключении НЭ нельзя использовать внешний сетевой источник питания.

Напряжение НЭ может использоваться для питания МК. Этот же элемент способен зарядить батарею, подключенную к выводу VBAT, или накопительный конденсатор, соединенный с выводом VCC\_SU. При этом и батарея и конденсатор защищены от перезаряда, а заряд прекращается при достижении заданного порога напряжения. Кроме того, предусмотрена защита от обратного тока от батареи или конденсатора к накопительному элементу. Контроллер EHC формирует цепь заряда конденсатора и батареи от НЭ в зависимости от напряжения их заряда. При подключении батареи или конденсатора для заряда к НЭ контроллер формирует два прерывания.

МК группы RE01, как и микроконтроллеры других групп компании Renesas, имеют довольно оригиналь-

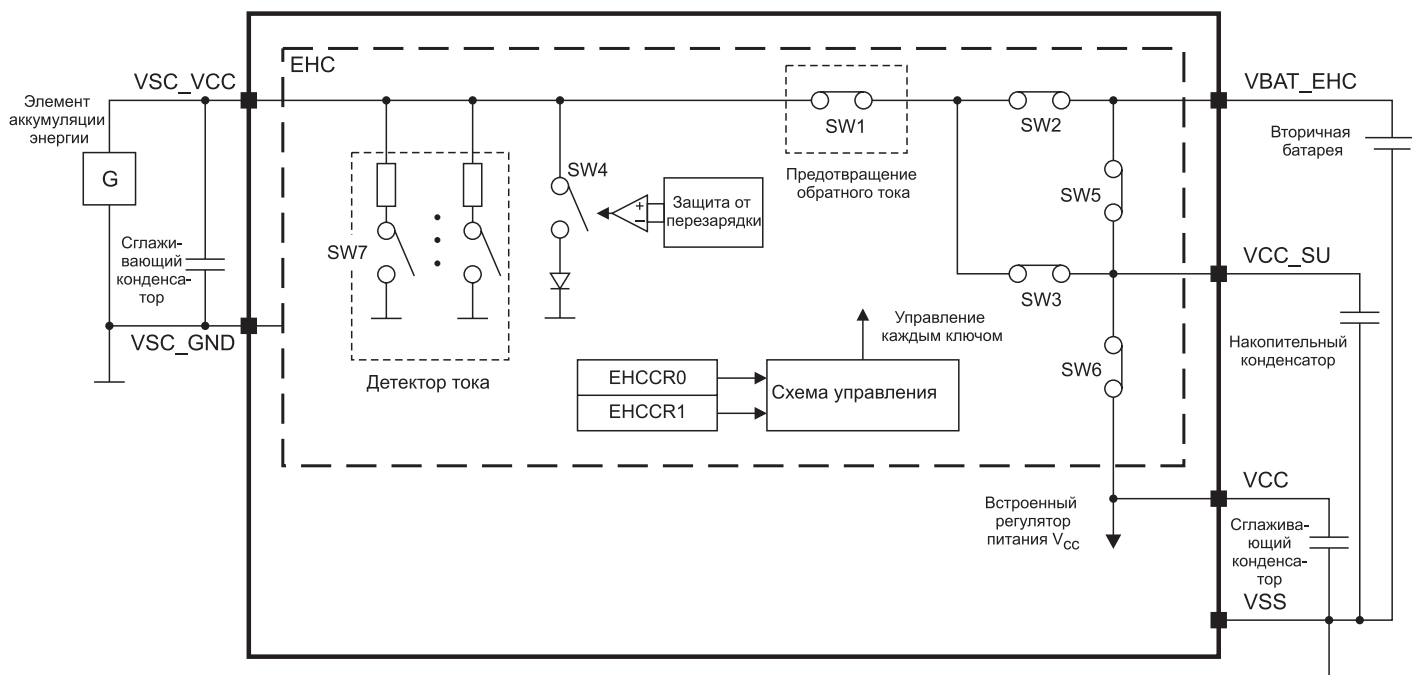


Рисунок 2. Структурная схема контроллера EHC

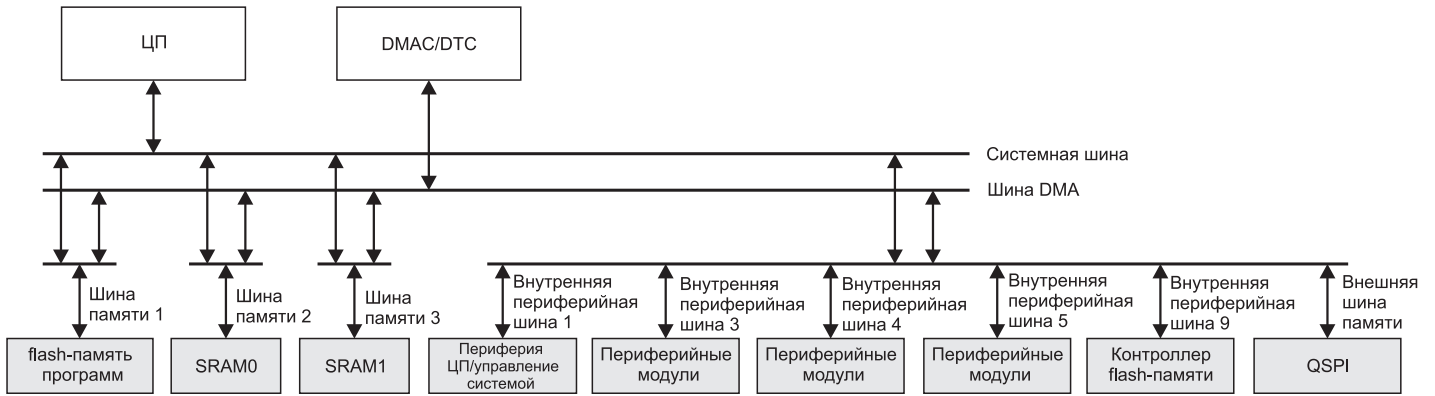


Рисунок 3. Организация шин микроконтроллера

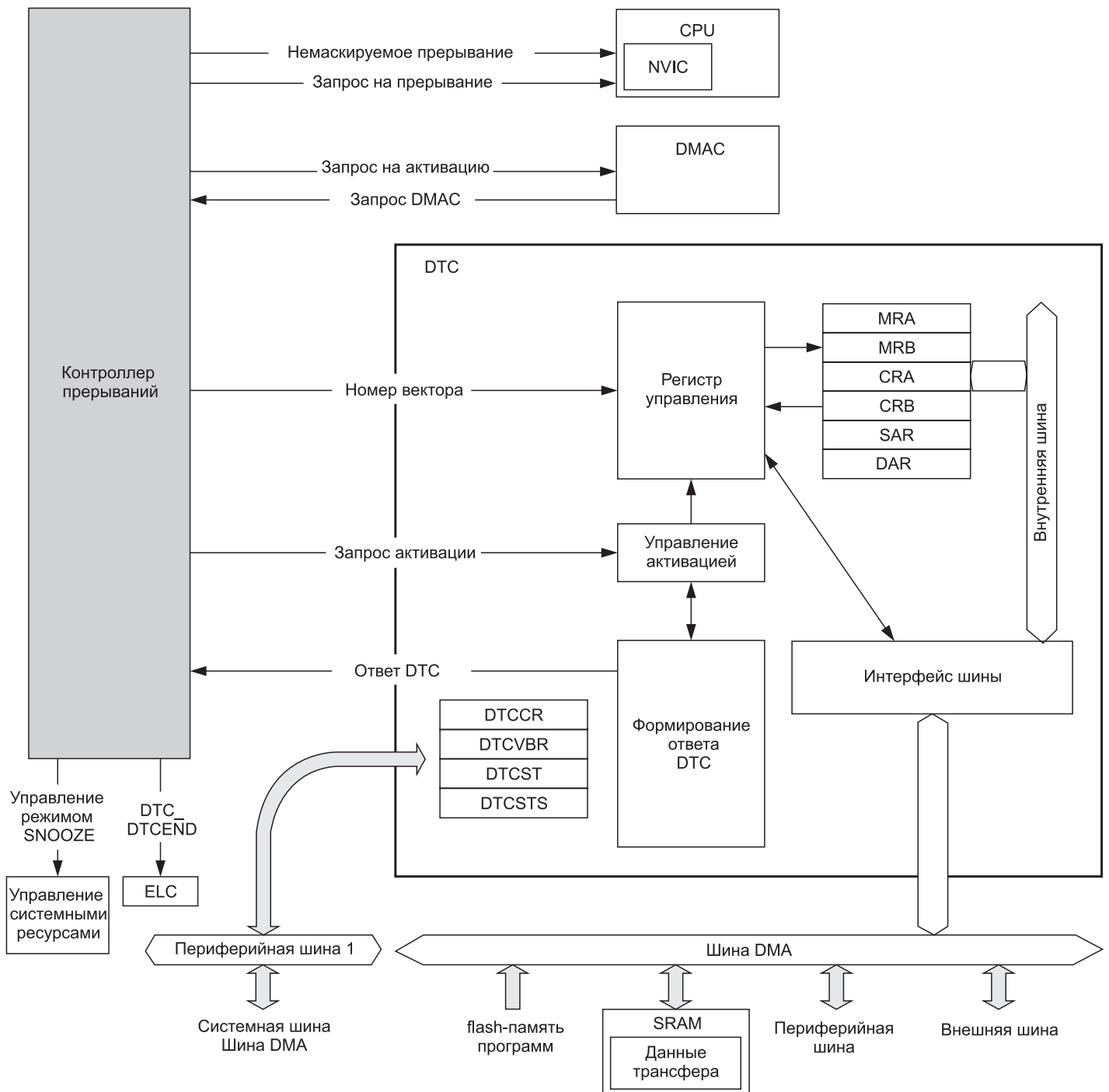


Рисунок 4. Структурная схема контроллера DTC



ную систему шин, которая позволяет увеличить производительность МК и обеспечить ряд дополнительных возможностей для обработки данных без привлечения ресурсов процессорного ядра. Организация шин МК представлена на рисунке 3. При такой шинной архитектуре можно реализовать параллельную работу, когда разные ведущие шины запрашивают доступ к разным ведомым шинам, что позволяет увеличить производительность. Однако следует учесть, что нельзя одновременно обращаться и к внешней шине, и к любой из внутренних шин.

Мониторинг шин позволяет избежать ошибочного доступа к устройству. При ошибке доступа формируется прерывание, и корректное выполнение операции доступа к шине не гарантируется. Адрес ошибочного доступа и статус доступа (чтение или запись) сохраняются в специальном регистре.

Контроллер трансфера данных (DTC) позволяет значительно ускорить перемещение данных; при этом ресурс ЦП не используется. Передача данных осуществляется между встроенными периферийными модулями МК, а также между этими модулями и внешними устройствами. Структурная схема контроллера DTC и его соединение с другими модулями показаны на рисунке 4. Инициализация передачи данных происходит по запросу прерывания. Контроллер DTC реализует три сценария передачи данных.

1. Нормальный режим. В нем происходит однократная инициализация контроллера и, следовательно, однократная передача данных.
2. Повторяющийся режим. В данном случае также происходит однократная активация, но после окончания передачи данных контроллер DTC вновь обращается к начальному адресу и повторяет трансфер. Допускается не более 256 повторных обращений, в каждом из которых можно передать не более 32 бит. Таким образом, максимальный объем передаваемых данных в этом режиме составляет  $256 \times 32 \text{ бит} = 1024 \text{ байт}$ .

### 3. Блочный режим передачи.

Однократная инициализация приводит к передаче блока данных с максимальным размером 1024 байт.

Единичный пакет передачи может состоять из одного байта, из половины слова (16 бит) и из целого 32-бит слова. Максимальный размер передаваемых данных не превышает 256 единичных пакетов. После окончания передачи контроллер формирует сигнал события. Вся информация о трансфере данных содержится в памяти SRAM и записывается в нее до трансфера.

Еще одним модулем, облегчающим обработку и перемещение данных, является контроллер событий (ELC). Активация этого контроллера, как и контроллера DTC, происходит по запросу прерывания. Контроллер использует эти запросы для коммутации периферийных модулей между собой. При этом ресурсы ЦП не используются. Всего контроллер ELC формирует 124 события, которые используются для активации контроллера трансфера данных (DTC). И DTC, и ELC могут выключаться для снижения энергопотребления.

Выше мы привели описание режимов энергопотребления и контроллера EHC для управления внешним элементом, аккумулирующим энергию окружающей среды. Мы рассмотрели также два контроллера DTC и ELC, облегчающих передачу данных без привлечения ресурсов процессорного ядра. Поскольку описанные функции являются специфичными именно для МК компании Renesas, мы остановились на них более подробно.

К модулям обработки данных относятся:

- делитель 32-бит чисел DIV;
- модуль инвертирования 32-бит данных DIL;
- модуль обработки данных (DOC), реализующий операции сравнения, сложения и вычитания 16-бит чисел.

Остальные системные модули в той или иной степени характерны для других МК и детально описаны.

## Периферийные модули МК группы RE01

Цифровые периферийные модули позволяют организовать человеко-машинный интерфейс. В их состав входят три драйвера светодиодов, контроллер ЖКД и схема преобразования 2D графических данных. Драйверы светодиодов обеспечивают выходной ток 0,5 или 1 мА. Контроллер MLCД управляет панелью ЖКД с параллельным интерфейсом и поддерживает технологию MIP (memory-in-pixel).

Схема преобразования 2D графических данных GDT осуществляет обработку изображений, в том числе композицию и масштабирование двумерных изображений. Одной операцией обрабатывается изображение размером до 32 байт. Также контроллер GDT реализует поворот изображения на 90°, преобразует глифы в изображения, осуществляет цветовую компоновку переднего плана и фоновое изображение. Заметим, что данные R, G и B хранятся в разных областях памяти.

МК содержит богатый набор аналоговой периферии, что позволяет дополнить человеко-машинный интерфейс и построить относительно простую систему сбора и обработки данных или, учитывая наличие встроенного модуля управления электроприводом (MTDV), систему управления. В состав аналоговой периферии входят:

- модуль 14-бит АЦП S14AD;
- модуль 12-бит ЦАП R12DA;
- аналоговый компаратор (ACMP);
- источник опорного напряжения (VREF);
- датчик температуры (TEMP5).

Модуль 14-бит АЦП S14AD в зависимости от модификации МК содержит до 18 входных каналов. Возможны три режима опроса каналов:

- единичное сканирование;
- продолжительное сканирование;
- групповое сканирование.

При единичном сканировании происходит однократный опрос выбранных каналов в порядке возрастания их номеров. При продолжительном сканировании осуществляется непрерывный опрос выбранных кана-

лов в порядке возрастания их номеров. При групповом сканировании каналы разбиваются на две или три группы, и происходит последовательный опрос каждой группы. Инициализация АЦП осуществляется программно, аппаратно по сигналам таймера или контроллера событий ELC, а также по сигналу внешнего устройства на выводе ADTRG0 микросхемы. АЦП может работать в режиме 12- или 14-бит преобразования.

Основные параметры АЦП:

- время преобразования: 1 мкс;
- абсолютная погрешность:  $\pm 4$  МЗР;
- дифференциальная нелинейность (DNL):  $\pm 1$  МЗР;
- интегральная нелинейность (INL):  $\pm 2,5$  МЗР;
- число эффективных бит (ENOB): 13.

Модуль 12-бит ЦАП R12DA имеет один выходной канал. Инициализация модуля осуществляется так же, как и модуля АЦП. Основные параметры ЦАП:

- время преобразования: 50 мкс;
- абсолютная погрешность:  $\pm 20$  мВ;
- дифференциальная нелинейность (DNL):  $\pm 1$  МЗР;
- интегральная нелинейность (INL):  $\pm 4$  МЗР.

## Выводы

В статье рассмотрены микроконтроллеры группы RE01 компании Renesas. Их основной особенностью является очень малое энергопотребление, достигнутое не только за счет развитой системы режимов энергопотребления, но и с помощью использования проприетарной производственной технологии SOTB, которая помогла добиться желаемого результата без ограничения функциональных возможностей МК.

Встроенные аппаратные модули перемещения и обработки данных без использования ресурсов процес-

сорного ядра позволяют увеличить производительность микроконтроллера и снизить его энергопотребление. Функциональные возможности МК делают возможным построение человеко-машинного интерфейса, систем сбора и обработки данных, а также несложных систем управления.

Встроенный контроллер ЕНС для управления внешним элементом, аккумулирующим энергию окружающей среды, заметно расширяет область применения МК.

*Статья опубликована в журнале «Электронные компоненты» №08-2020*

## Литература

1. RE01 Group Differences Between 1500KB Products and 256KB Products. [www.renesas.com/eu/en](http://www.renesas.com/eu/en).

Комментарий к статье

www.renesas.com



**Андрей Лебедев,**  
руководитель направления  
полупроводников,  
ООО «Сканти», laa@scanti.ru

Техпроцесс Renesas SOTBTM позволил в 10 раз сократить потребление энергии по сравнению с существующими микроконтроллерами. В рабочем режиме — 10 мкА/МГц, в режиме сна — до 140 нА. При этом у контроллеров RE01 довольно сложная схема переходов режимов питания и автономного использования периферии. Цены на контроллеры RE01 — выше, чем у множества «обычных кортексов» на рынке.

Тогда для чего нужны эти контроллеры Renesas, выполненные с использованием уникального техпроцесса? В каких применениях имеет смысл переплачивать?

Например, в «умном» земледелии. На полях агрокомплекса развернута сеть LoRa, оконечные узлы которой, распределенные по полям, периодически измеряют температуру и влажность почвы. Контроллер RE01 управляет устройством. Данные тут же отправляются с LoRa-трансивера на шлюз или базовую станцию. Сотрудники агрокомплекса получают сводки с полей и оперативно организуют полив и другие действия, чтобы получить урожай.

Эти устройства не требуют обслуживания (не имеют батарей) — достаточно разницы потенциалов на концах металлического кола с термистором, воткнутого в почву, миниатюрной солнечной панели и ионистора.

Еще один пример — «умная» одежда для спортсменов или пациентов. Вшитая в ткань гибкая элек-

троника — биометрические датчики, токопроводящие дорожки, измерительные электроды — требует питания. Контроллеры Renesas RE01 позволят избавиться от регулярных подзарядок или замены батареек в одежде. Вся схема питается от статического электричества, возникающего от трения при движении человека!

Найдется масса новых применений с автономными «безбатарейными» устройствами, соединенными в общий «интернет». К числу этих применений относятся, например, контроль зданий, мониторинг животных, носимые или возимые трекеры и т. д. Устройства будут дополняться функциями ввода и вывода информации (человеко-машинный интерфейс). Управляющий элемент для таких устройств уже есть — это RE01.

Компания Renesas развивает направление на техпроцессе SOTB. Планируется выпуск контроллеров со встроенным BLE-приемопередатчиком и МК на более мощных ядрах Arm Cortex-M33.

Перевод: Андрей Лебедев, руководитель направления полупроводников, ООО «Сканти», laa@scanti.ru

## Уменьшение габаритов инверторов с помощью оптрона Renesas



При разработке инверторов промышленного назначения и преобразователей солнечной энергии встречаются три требования — снижение габаритов, общей стоимости и соответствие стандартам безопасности. Разработчикам трудно реализовать малые размеры и удовлетворить требованиям стандартов, используя традиционные компоненты изоляции схем. В статье описаны основы требований безопасности и показано, как оптроны серий RV1S92xxA и RV1S22xxA производителя Renesas помогают сократить до 35% места между цифровой и силовой частью схемы инвертора.

### Введение

В современных промышленных устройствах (сервоприводах, инверторах, роботах-манипуляторах) габариты напрямую влияют на возможность установки этих устройств в помещение (в цех завода, ангар и т. д.). При этом нельзя уменьшать ниже определенного значения путь поверхностного разряда — минимальное расстояние на всех поверхностях устройства, не допускающее пробоя, чтобы не нанести вред человеку или электронике. Минимальное расстояние «ползучего» разряда (creepage) — параметр стандарта безопасности электрооборудования.

Таким образом, рыночный спрос на сокращение размеров устройств

упирается в невозможность уменьшения элементов изоляции этих устройств.

### Для чего уменьшают габариты?

На современных промышленных предприятиях (например, автозаводах) идет борьба за производительность оборудования и снижение потребления энергии. Компактные устройства выполняют большую удельную работу на квадратный метр площади, предприятие экономит на аренде. Сокращается время выполнения операций, время на перемещения внутри и между помещениями. Требуется меньше операторов (людей) в зоне со мно-

жеством механизмов (роботов, манипуляторов) из-за более компактного размещения последних. Разумеется, оставшиеся операторы должны обладать соответствующими навыками.

Компактные устройства автоматизации позволяют оперативнее реагировать на изменения рынка. Проще менять элементы конвейера, транспортировать, дополнять производство новым оборудованием.

Сокращение размеров также позитивно влияет на окружающую среду. Используется меньше материалов (корпусов, плат, проводов), уменьшаются затраты на электроэнергию, используемую на охлаждение и освещение цехов. Сокращаются выбросы от грузовиков, самолетов, кораблей — предполагается, что и в транспортной логистике будут использоваться электротранспортные средства и электромеханизмы с меньшими габаритами и достаточной безопасностью.

Еще один пример — концепция жилых домов без внешнего электрообеспечения, где при строительстве дома на крышу и стены (кроме се-

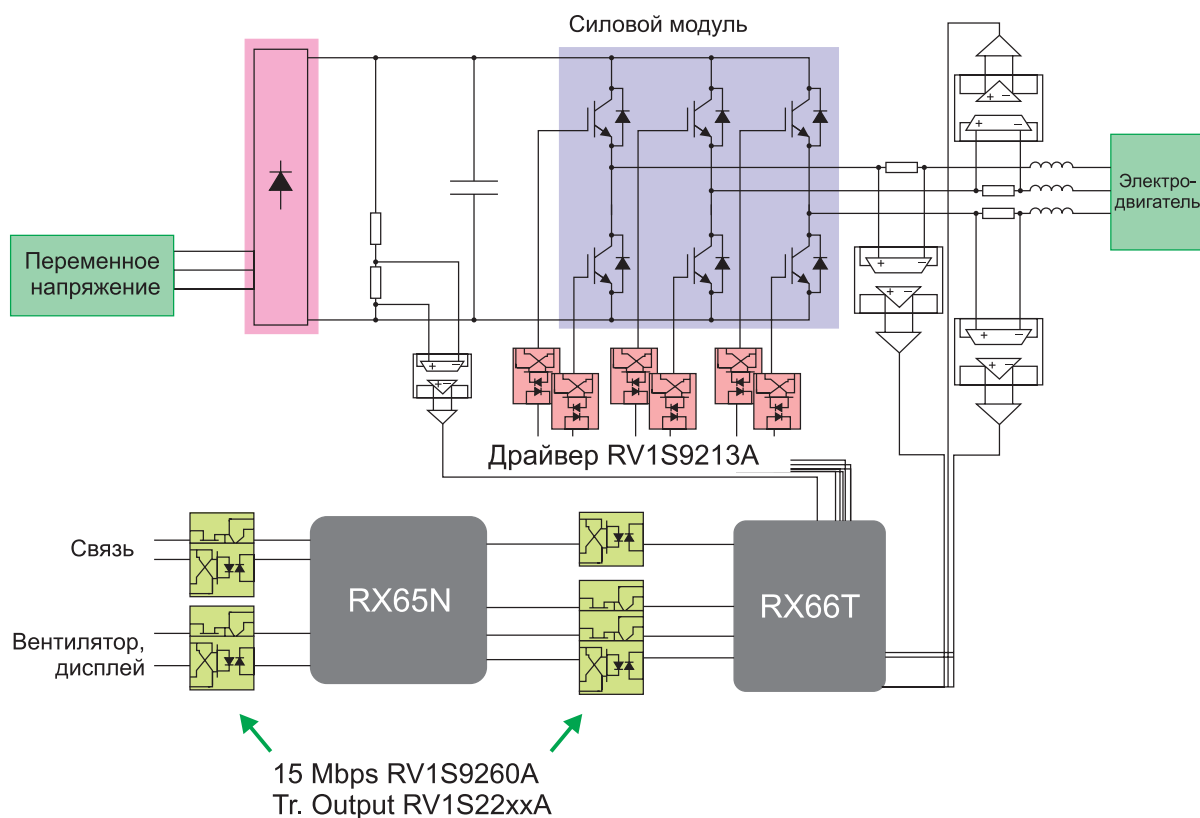


Рисунок 1. Функциональная схема 3-фазного инвертора

верной) устанавливаются солнечные панели. В доме размещаются инверторы и контрольное оборудование, все оборудование соединяется и разводится по квартирам. Уменьшение размеров инверторов в данном случае — актуальная задача.

## Стандарты безопасности

Стандарт МЭК/UL 61800-5-1 задает параметры безопасности электроприводов для управления скоростью электродвигателей. Согласно ему электрооборудование с усиленной изоляцией (типа AC200V) должно содержать компоненты изоляции с большим расстоянием ползучего разряда, чем в предшествующем стандарте. Похожие требования имеются и в стандарте МЭК/UL 61010-2-201, описывающем программируемые логические контроллеры. Кроме того, согласно МЭК 61508, в многоканальных устройствах необходимо обеспечивать изоляцию каждого канала от остальных.

Очевидно, что новые стандарты безопасности «выступают против»

уменьшения размеров устройств. Требования ужесточаются также к отведению тепла в связи с более компактным размещением компонентов.

Компания Renesas предлагает использовать оптроны новой разработки, у которых узкий корпус для плотной компоновки, расстояние между выводами входа и выхода 8,2 мм, а температурный диапазон достигает 125 °С.

## Схема инвертора

На рисунке 1 показана схема инвертора для высоковольтных промышленных устройств и солнечных панелей. Для снижения потерь на силовых ключах и оптимизации потребления управляющей схемы выбраны компоненты производителя Renesas.

В схеме применяются оптроны разных типов. Драйверы IGBT и интеллектуальных модулей передают управляющие ШИМ-сигналы от микроконтроллера (RX66T) силовым ключам. Изолирующие усилители и дельта-сигма модуляторы используются для измерения

тока фаз двигателя и напряжения на линии.

Кроме того, в схеме имеется низковольтная часть (на микроконтроллере RX65N), которая отвечает за отображение информации на дисплее, управление вентиляторами и внешними интерфейсами связи. Цифровые оптроны обеспечивают оптическую развязку микроконтроллера и линий ввода-вывода.

## Оптроны в узком длинном корпусе

В статье рассматриваются оптроны Renesas серий RV1S92xxA и RV1S22xxA в корпусе шириной 2,5×10,2 мм с изолирующим расстоянием 8,2 мм. Изоляторы рассчитаны на напряжение пробоя 5 кВ (среднеквадратическое значение, в течение 1 минуты) и рабочее напряжение изоляции 1,1 кВ.

Все рассматриваемые оптроны предлагаются в исполнении, соответствующем стандарту безопасности DIN EN 60747-5-5. Диапазон рабочей температуры компонентов: -40...115 °С.

Таблица 1. Основные параметры оптронов RV1S92xxA

Функция	Изделие	Выход	Разводка выводов	Напр. питания, В	Вх. ток, мА	Ток потребления, мА	Задержка (макс.), нс	Разброс, нс	СМН, CML (мин.), кВ/мкс	Макс. значения	
										Темп., °С	Напр. изол., кВ
Высокоскоростная связь (15 Мбит/с)	RV1S9260A	Активный низкий		2,7-5,5	2,6	2	60	20	50	-40-125	5,0
Привод IPM	RV1S9213A	Активный низкий		4,5-25	5	1,3	500/750	650	50	-40-125	5,0

Таблица 2. Основные параметры оптронов RV1S22xxA

Функция	Изделие	Разводка выводов	Коэфф. передачи тока			Макс. значения		
			%	@I <sub>F</sub> , мА	@V <sub>CE</sub> , В	V <sub>КЭ</sub> , В	Темп., °С	Напр. изол., кВ
DC-вход	RV1S2281A		50-400	5	5	80	-40-115	5,0
DC-вход (низкий вх. ток)	RV1S2211A		100-400	1	1	40	-40-115	5,0
AC-вход	RV1S2285A		50-400	5	5	80	-40-115	5,0

Шаг выводов у оптронов этих двух групп составляет всего 0,65 мм, что примерно вдвое меньше, чем у остальных, и позволило сделать корпус уже, чтобы разместить изоляторы на меньшей площади. С учетом необходимости делать разводку отдельно для каждого управляющего сигнала и линий обратной связи экономия места достигает 35% (смотрите рисунок 2).

В таблицах 1–2 приведены основные параметры оптронов RV1S92xxA и RV1S22xxA.

Внутренняя входная схема оптронов одинакова — светодиод соединен с входными выводами и покрыт силиконовым компаундом. Имеются три варианта схемы выходного каскада: фототранзистор, цифровой КМОП-выход или выход с открытым коллектором для управления затвором силового ключа. При деградации светодиода оптрон переходит в открытое состояние (т. е. не работает). При этом не возникает пробоя или короткое замыкание, как это бывает у некоторых других компонентов изоляции при истечении срока службы.

Расстояние между светодиодом и фотоприемником у оптоизоляторов этой группы составляет 150 мкм.

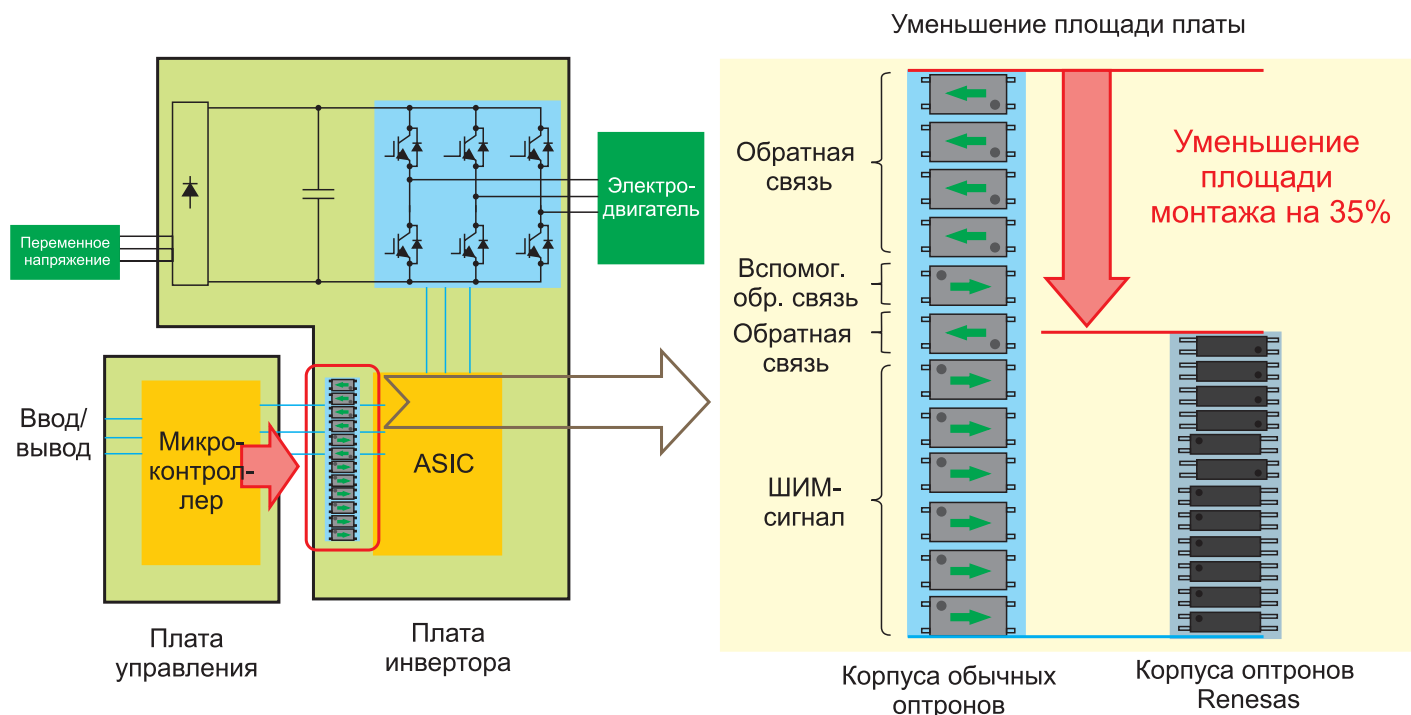


Рисунок 2. Новые корпуса микросхем позволяют сэкономить до 35% занимаемой площади

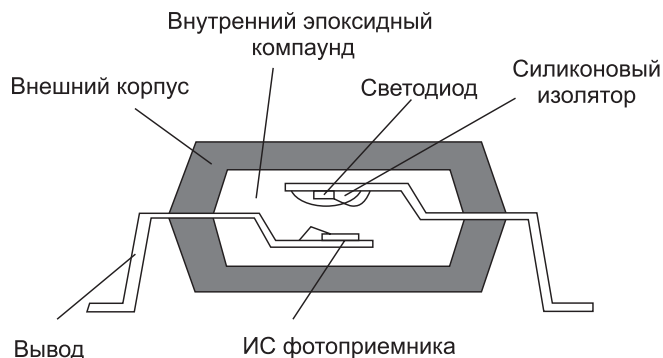


Рисунок 3. Поперечное сечение микросхемы гальванической развязки

Внутреннее пространство заполнено смолой и покрыто сверху герметизирующим составом (рисунок 3).

## Выводы

Оптопары и другие опторазвязывающие компоненты уже несколько

десятков лет обеспечивают изоляцию и защиту. Требования к безопасности электрооборудования растут, габариты вынужденно сокращаются. Отвод тепла от электронных схем усложняется.

Компания Renesas выпускает оптроны для плотной компонов-

ки на платах управления инверторами. Инверторы применяются в современных промышленных устройствах, которые должны соответствовать стандартам безопасности МЭК/UL 61800-5-1 и другим.

Статья опубликована в журнале «Электронные компоненты» №04-2020

## Литература

1. Isolation Device Solution for Downsizing of Industrial Automation and Solar Inverter. White Paper. Renesas Electronics Corp. 2019.
2. [www.renesas.com/products/optoelectronics.html](http://www.renesas.com/products/optoelectronics.html).

# Периферийный шлюз SRG-3352 — надежное решение для промышленных сетей IoT от AAEON



Шлюз SRG-3352 предназначен для поддержки коммуникационного и облачного программного обеспечения, развернутого в периферийных сетях, начиная от беспроводных сетей NB-IoT и LoRa и до решений, совместимых с AWS, Azure и Arm Pelion. SRG-3352 обеспечивает стабильную и бесперебойную работу. Низкие эксплуатационные расходы достигаются

благодаря широкому диапазону рабочих температур (от 0 до +60 °C), прочной конструкции и использованию предустановленной стабильной программной платформы Debian Linux. Новинка создана на базе RISC-процессора Arm Cortex-A8 800 МГц со встроенной памятью DDR3L емкостью 1 Гбайт и накопителем eMMC на 8 Гбайт. Для подключения к облаку устройство SRG-3352 поддерживает Wi-Fi, 3G, 4G LTE и NB-IoT. Для подключения к граничным узлам предназначена пара портов Gigabit Ethernet. Порты USB 2.0, micro-USB и два порта RS-485 позволяют подключить широкий спектр датчиков и устройств. Габариты корпуса составляют 144×100×44 мм.

Шлюз SRG-3352 отлично подходит для работы в промышленных сетях IoT. Благодаря низкому энергопотреблению и поддержке беспроводной связи, включая

NB-IoT, систему можно питать от солнечной батареи или аккумулятора.

### Основные характеристики:

- ЦП: RISC Processor ARM Cortex-A8 800 МГц.
- Встроенная память DDR3L 1 Гбайт.
- eMMC-память 8 Гбайт.
- Micro SD Card Slot×1.
- 3G/4G LTE mini PCIe×1.
- NB-IoT×1.
- SIM card socket×1.
- Gigabit Ethernet RJ-45×2 LAN port.
- USB2.0×2 канала.
- RS-485×2 канала.
- 4 светодиода, управляемых от GPIO.
- Real time clock×1.
- Питание: DC 9-30 В.
- Антенна: 2 шт.
- VGA×1 выход.

[www.aaeon.com/ru/p/iot-gateway-arm-cortex-risc-srg-3352](http://www.aaeon.com/ru/p/iot-gateway-arm-cortex-risc-srg-3352)

# Созданные по технологии SOTB микроконтроллеры Renesas работают на энергии, получаемой из окружающей среды

После аварии на атомной станции Фукусима по инициативе японского правительства была учреждена ассоциация LEAP (Lowpower Electronics Association and Project) для разработки новой технологии, предусматривающей снижение потребления энергии в целом ряде сфер применения как на потребительском, так и на промышленном рынке Японии.



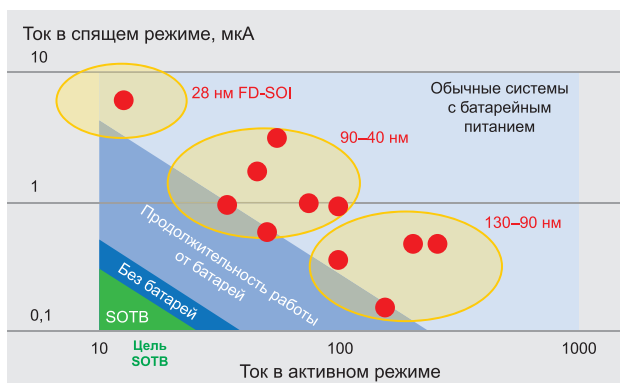
## Новая технология SOTB

Одной из первых разработок в рамках этой программы стала технология, известная как SOTB (Silicon On Thin Buried Oxide — кремний на углубленном оксидном слое).

Она была создана на основе технологического процесса FD-SOI (Fully Depleted Silicon on Isolator — полностью обедненный кремний на изоляторе), который в настоящее время повсеместно используется для выпуска высокопроизводительных систем на кристалле (SoC, System on Chip) и специализированных микросхем массового назначения (ASSP, Application Specific Standard Products). Изделия, выполненные по технологическому процессу FD-SOI, характеризуются высоким уровнем интеграции и высокими тактовыми частотами, в связи с чем имеют высокий ток потребления ( $I_{\text{потр}}$ , МГц), и, как правило, в них отсутствует встроенная память.

Технология SOTB специально разрабатывалась для создания нового поколения микроконтроллеров со сверхнизким энергопотреблением, предназначенных для проектирования высокоэффективных решений, использующих энергию окружающей среды — например, солнечную энергию, вибрацию, разность давления и температуры. Новые МК могут предложить, с одной стороны, высокую производительность и большой объем памяти, а с другой — чрезвычайно низкие уровни тока как в активном режиме, так и в режиме ожидания, что оптимально для применения в устройствах, получающих энергию из окружающей среды.

Большинство современных микроконтроллеров разрабатываются с помощью КМОП-технологии с разрешением менее 40 нм (рисунок 1). В этом случае преимуществом является возможность получить МК с бо-



		Макс. частота		Ток в активном режиме		Ток в спящем режиме	
		Наивысшая	Наименьшая	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий
Обычная технология	С низким разрешением		■	■			■
	С высоким разрешением	■			■	■	
Технология SOTB		■			■		■

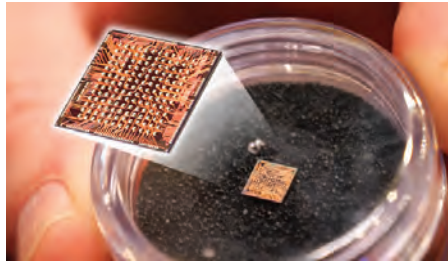
Рисунок 1. Виды технологий производства микросхем с указанием токов в активном режиме и токов утечки

лее высоким уровнем интеграции периферии, с большими объемами флэш-памяти емкостью свыше 2 Мбайт, действующие с тактовой частотой более 200 МГц. Поскольку активный ток переключения для таких технологий обычно очень низкий, примерно 50–100 мкА/МГц, а ток утечки каждого затвора при столь малых размерах очень высокий, это приводит к высокому току в режиме ожидания, составляющим 10–100 мкА. Для сфер применения, где предусмотрены аккумуляторы или процесс сбора энергии из окружающей среды, минимальные токи утечки, как и низкие токи в режиме ожидания, становятся наиболее важными параметрами.

Новая технология SOTB позволяет разрабатывать микроконтроллеры с токами в активном режиме меньше 20 мкА/МГц и токами утечки меньше 150 нА, а также с высокой тактовой частотой и большим объемом встроенной флэш-памяти и SRAM.

### Сочетание технологии SOTB и стандартной технологии на основе кремния

Одним из самых важных достижений стало получение гибридной кремниевой структуры, на которой можно совместить преимущества новой технологии SOTB и стандартной технологии на основе кремния. Появление гибридной структуры означает, что можно использовать технологию SOTB для затворов ЦПУ



и периферийных устройств и применить стандартные затворы на монокристалле кремния для функций ввода/вывода и аналоговых компонентов, где требуется более высокое напряжение. Поэтому разработчики могут без проблем работать с данными микроконтроллерами, поскольку их электрические характеристики соответствуют параметрам стандартных современных МК.

На рисунке 2 показана гибридная структура SOTB и преимущества конструкции затвора SOTB. В конструкции затворов традиционной КМОП-технологии приходится проводить легирование канала или вводить атомы примеси в кремний в ходе производственного процесса. Очень трудно точно отследить количество атомов, введенных в каждый затвор, это приводит к тому, что пороговые характеристики затворов могут сильно отличаться по всему МК. Особенно существенные проблемы появляются в тех процессах, где количество вводимых атомов чрезвычайно мало (не более сотни штук).

Решить эту проблему удалось с помощью беспримесной конструкции канала: характеристиками затвора можно управлять через сверхтонкий оксидный слой в затворе, кото-

рый очень хорошо контролируется и очень точно воспроизводится по всему МК. Это означает, что разброс между каналами будет значительно меньше, чем в традиционной монокристаллической конструкции. Как будет показано, снижение вариативности между затворами с использованием SOTB позволит значительно снизить рабочее напряжение, а значит, и энергию, необходимую для переключения затворов, а также сократить уровень шумов и, соответственно, увеличить производительность.

Тонкий слой SOI обеспечивает дополнительную защиту от сбоев, вызванных высокоэнергетическими частицами (космическими лучами), а потому частота сбоев программного обеспечения на этих устройствах значительно ниже.

На рисунке 3 показано еще одно преимущество технологии SOTB, которая позволяет подавать напряжение с отрицательным смещением к каждому затвору, что дает возможность управлять порогами переключения каждого затвора индивидуально или всех затворов одновременно.

На рис. 3 дано сравнение SOTB и стандартной технологии на монокристалле кремния. Здесь можно увидеть конструкцию затвора SOTB с нижним затвором, который используется для управления утечками, слой SOI и беспримесный канал, позволяющий снизить вариативность и, таким образом, добиться сверхнизких токов в активном режиме.

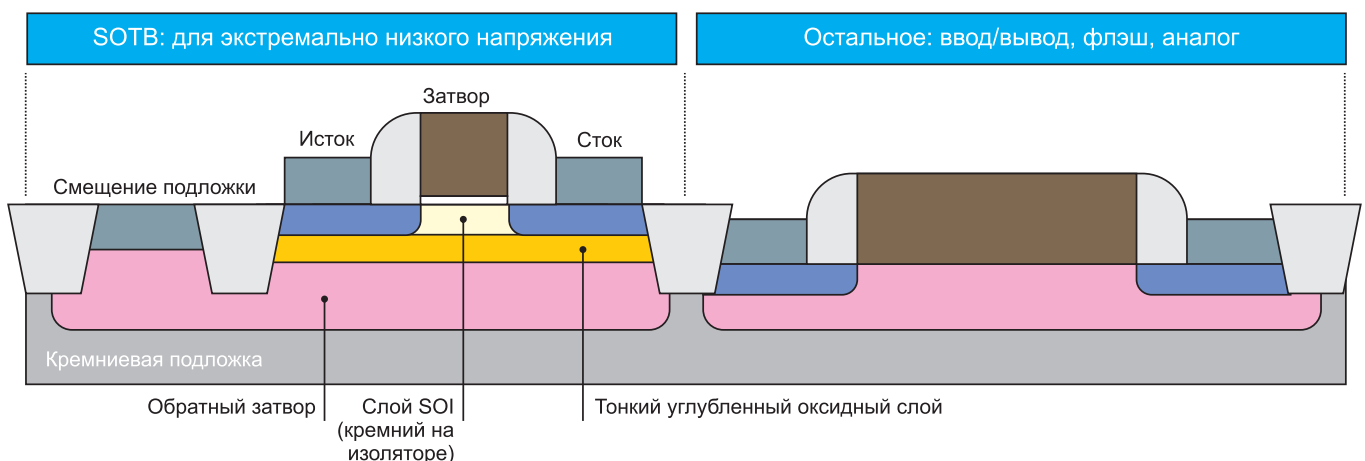


Рисунок 2. Гибридная структура SOTB



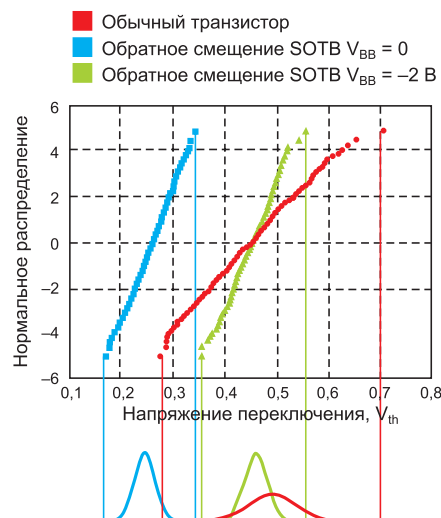
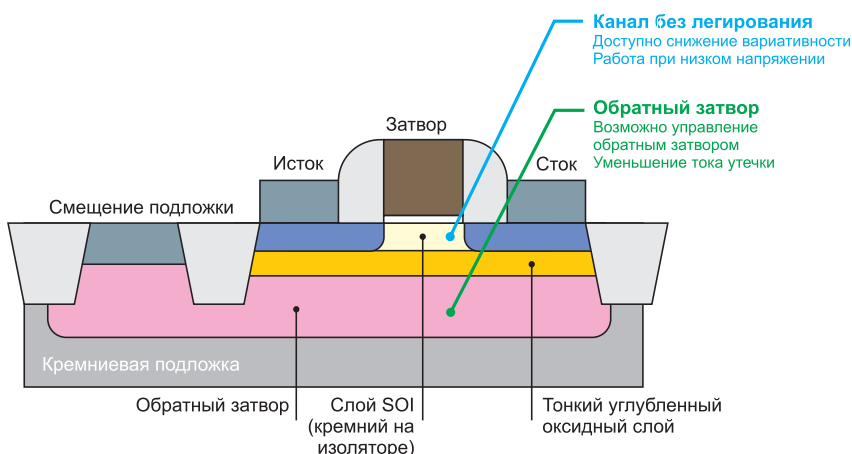


Рисунок 3. Сравнение SOTB и стандартной КМОП-технологии

На графике на рис. 3 показаны пороговые значения напряжений для затвора стандартной КМОП-технологии и SOTB. Красная линия отображает ряд характеристик переключения для технологии на монокристалле кремния. Здесь можно увидеть вариативность в пороге переключения: затворы с лучшим легированием будут переключаться при значении 0,3 В, в то время как затворы с худшим легированием, в связи с присутствием данной технологии вариативностью, будут переключаться где-то в районе 0,7 В. Для точного срабатывания каждого затвора необходимо работать на уровне напряжения, значительно превышающего 1 В, что напрямую влияет

на энергопотребление устройства. Синяя линия на рис. 3 показывает заметное снижение вариативности и более узкий диапазон характеристик переключения. С устройствами на базе технологии SOTB появляется возможность безопасно работать с более низкими напряжениями, а каждый затвор будет функционировать правильно, обеспечивая существенное снижение величины энергии, потребляемой в активном режиме. Зеленая линия на рис. 3 демонстрирует результат подачи напряжения отрицательного смещения. Здесь можно ввести затворы в состояние сверхнизкой утечки тока, таким образом значительно уменьшая ток в режиме ожидания.

## Микроконтроллер RE017

Корпорация Renesas завершила разработку первого микроконтроллера, который будет выполнен с применением технологии SOTB. Это устройство, RE017 (код изделия R7F0E017), является первым в линейке контроллеров RE семейства Zero Energy. RE017 включает ядро Cortex-M0+, работающее на тактовой частоте до 64 МГц, периферию с высокой степенью интеграции, а также до 1,5 Мбайт флэш-памяти и 256 кбайт SRAM.

Микроконтроллеры на базе технологии SOTB обладают отличными характеристиками низкого энергопотребления:

Характеристики	ЦП 64 МГц ARM Cortex-M0+ ЦПУ R7F0E017 DIV   NVIC   SWD   MTB			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Диапазон рабочих температур: -40...+85 °C</li> <li>Количество контактов универсального ввода/вывода: до 110</li> <li>Главный генератор тактовой частоты (MOSC): 8-20 МГц при VCC = TBC V</li> <li>Вторичный генератор тактовой частоты (SOSC): 32,768 кГц</li> <li>Высокоскоростной внутрисхемный генератор тактовой частоты (HOCO): 24, 32, 48, 64 МГц при VCC = TBC V, 24, 32 МГц при VCC = TBC V</li> <li>Среднескоростной внутрисхемный генератор тактовой частоты (MOCO): 2 МГц</li> <li>ФАПЧ от MOSC — вывод до 64 МГц</li> <li>Низкоскоростной внутрисхемный генератор тактовой частоты (LOCO): 32,768 кГц</li> <li>Цель коррекции тактовой частоты (SOSC/LOCO)</li> <li>Независимый сторожевой таймер OSC 16 кГц</li> <li>Корпуса 156-штырьковые WLPGA, 144- или 100-штырьковые LQFP</li> </ul>	<b>Память</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>флэш-память программ (1,5 Мбайт)</li> <li>Статическое ОЗУ (256 кбайт)</li> </ul>	<b>Аналоговая часть</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>14-разрядный АЦП (20 кан.)</li> <li>Выход Vref</li> <li>12-разрядный ЦАП×1</li> <li>Аналоговый компаратор с низким энергопотреблением×1</li> <li>Датчик температуры</li> </ul>	<b>Тактирование и управление</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Общий таймер ШИМ, 32-разрядный×2</li> <li>Общий таймер ШИМ, 16-разрядный×4</li> <li>Асинхронный GPT×2</li> <li>8-разрядный таймер×2</li> <li>Низкоскоростной таймер</li> <li>RTC</li> </ul>	<b>ЧМИ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Память в интерфейсе дисплея DPI</li> <li>Цель преобразования 2D-графики</li> <li>Драйвер светодиодов</li> </ul>
	<b>Связь</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерфейс последовательной связи×7 FIFO×2</li> <li>SPI×2</li> <li>IIC×2</li> <li>QSPI×1</li> <li>USB×1</li> </ul>	<b>Управление системой и питанием</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Контроллер DMA</li> <li>Контроллер передачи данных</li> <li>Контроллер событий</li> <li>Режим с низким энергопотреблением</li> <li>Несколько тактовых сигналов</li> <li>RTC</li> <li>SysTick</li> <li>Контроллер использования энергии окружающей среды</li> </ul>	<b>Безопасность</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Защита области флэш-памяти</li> <li>Диагностика АЦП</li> <li>Цель коррекции тактовой частоты</li> <li>Цель точности тактовой частоты</li> <li>Вычислитель CRC</li> <li>Схема обработки данных</li> <li>Выходной порт, годен для GPT</li> <li>IWDT и WDT</li> </ul>	<b>Защита и шифрование данных</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>TSIP-Lite</li> <li>Уникальный 128-разрядный идентификатор</li> <li>TRNG</li> <li>AES (128/256)</li> <li>MPU×4</li> </ul>

Рисунок 4. Блок-схема RE017

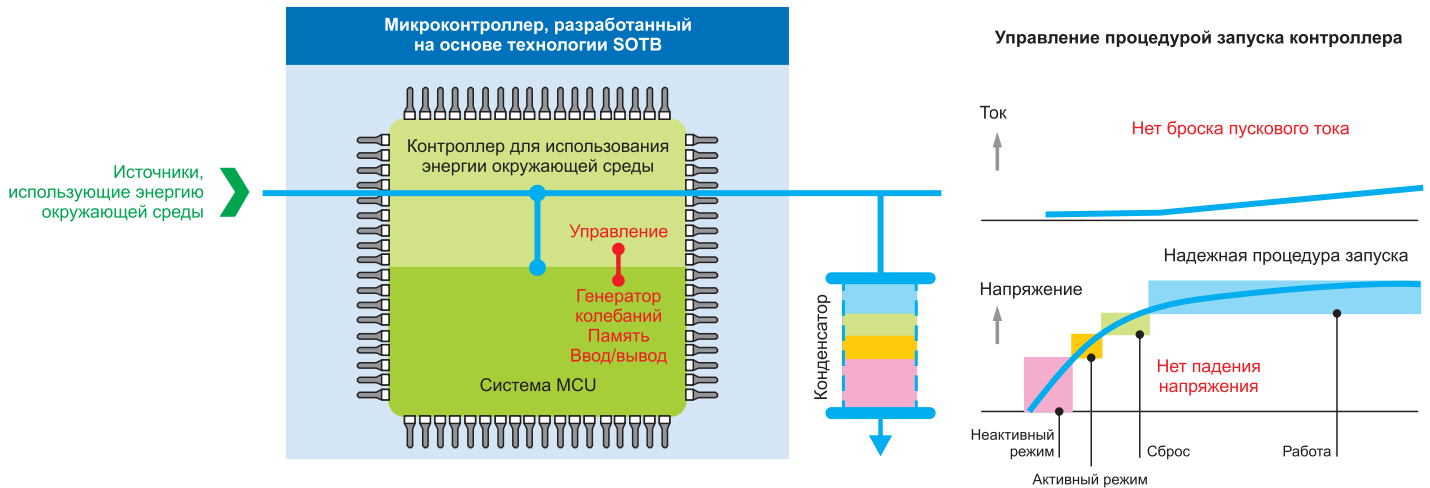


Рисунок 5. Схема работы RE017

- ток в активном режиме: 20–35 мкА/МГц;
- ток в режиме ожидания: 140 нА;
- АЦП в работе: 4 мкА при 32 кГц;
- 256 кбайт SRAM с током потребления 1 нА/кбайт в режиме ожидания.

На рисунке 4 приведена блок-схема RE017, первого микроконтроллера семейства, разработанного на основе технологии SOTB.

Новый микроконтроллер RE017 от Renesas с флэш-памятью большого объема и SRAM и сверхнизким уровнем энергопотребления оптимален для широкого ряда приложений, где аккумулятор или иной источник питания не может быть использован и энергия поступает от окружающей среды. Также появилась возможность управлять

внешними аккумуляторами или конденсаторами большой емкости для обеспечения резервированного электропитания.

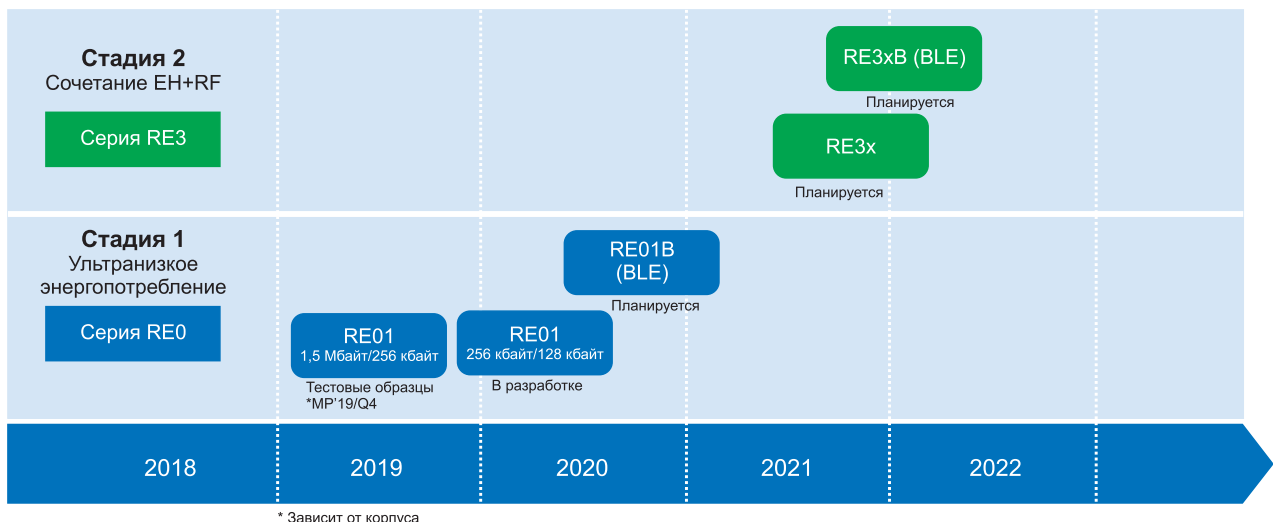
При разработке устройств, использующих энергию окружающей среды, одной из главных задач является подача необходимого уровня тока в момент пуска (рисунок 5). Зачастую источник питания выдает очень малые токи, причем обычный микроконтроллер во время пуска потребляет значительно более высокий ток, поэтому для решения данной проблемы RE017 способен управлять пусковым током, а также процессом запуска в целом.

RE017 может работать на целом ряде альтернативных источников энергии, включая солнечную энергию, вибрацию, разность давлений

и температуры. Микроконтроллер способен полностью управлять циклической процедурой выхода из режима ожидания, используя только сверхнизкий ток от источника, обеспечивает внутреннюю защиту от броска пускового тока и может действовать на очень низких значениях напряжения во избежание сбоя при запуске. В 2020 году Renesas планирует выпустить другие МК данной линейки (рисунок 6).

Сочетание низкого энергопотребления, большого объема памяти, а также высокой производительности позволит разрабатывать уникальные электронные устройства.

*Статья опубликована в журнале «Компоненты и технологии», ноябрь 2019*



\* Зависит от корпуса

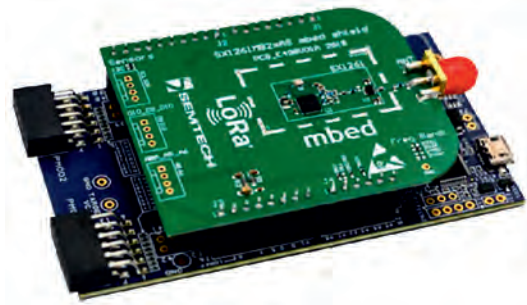
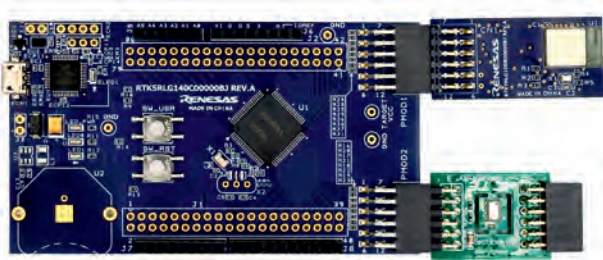
Рисунок 6. План выпуска МК семейства RE

# Отладочная плата RL78/G14 для тестирования устройств с LoRa, Bluetooth

Отладочная плата "RL78/G14 Fast Prototyping Board" позволит упростить разработку оконечных устройств, соединенных в сети LoRa, Bluetooth и других устройств «интернета вещей», благодаря простому соединению с отладочными радио- и другими модулями через разъемы Arduino и Pmod.

Микроконтроллеры RL78/G14 имеют уровень потребления, встроенную периферию и память, подходящие для оконечных устройств с батарейным питанием.

Renesas бесплатно предоставляет стеки LoRaWAN / Bluetooth, библиотеки драйверов для радио трансиверов и ПО для тестирования и визуализации работы сети LoRaWAN или Bluetooth.



## Основные характеристики платы:

- Микроконтроллер RL78/G14 ([R5F104MLAFB](#)): ядро 32 МГц 16-бит, память Flash 512 кбайт, RAM 48 кбайт, Data Flash 8 кбайт, корпус QFP-80 12×12 мм.
- Разъемы Arduino UNO3, Pmod.
- Поддержка плат Semtech Mbed Shield с трансиверами: SX1261, SX1262, SX1272, SX1276.
- Поддержка платы RL78/G1D BLE Module Expansion Board.
- Два универсальных разъема 2×40 для доступа к выводам МК.
- Питание 1,8–5,5 В и связь с ПК через разъем Micro-USB.
- Встроенный эмулятор.
- Место для установки батареи типа CR2032 и кварцевого резонатора.
- Размеры платы 54×95×1,6 мм.

Разработчику предоставляется бесплатная среда e2 Studio (до 64 кбайт) с генерацией кода драйверов периферийных устройств, разводкой и назначением контактов микроконтроллеров, а также компилятор для RL78.

Отладки RL78/ G14 Fast Prototyping Board предоставляются бесплатно под проект устройства на RL78/G14.

## Наименования для заказа:

RL78/G14FastPrototypingBoard:RTK5RLG140C00000BJ

RL78/G1DBLEModuleExpansionBoard:RTKYRLG1D0B00000BJ

Информацию по доступности RL78/G14, а также по образцам и коммерческим условиям можно получить по [телефонам](#) или почте [renesas@scanti.ru](mailto:renesas@scanti.ru). Мы будем рады Вам помочь!

Подробнее: [www.renesas.com/rl78fpb](http://www.renesas.com/rl78fpb)

# НЕПЕРЕЗАРЯЖАЕМЫЕ БАТАРЕИ



## Li-SOCL<sub>2</sub> – батарейки XENOENERGY/ Корея

- Химия: литий-тионилхлорид (самая большая удельная емкость и энергия)
- Напряжение: 3,6 В
- Температурный диапазон: -55...+85 °С (специальный: +150 °С)



## Li-MnO<sub>2</sub> – батарейки RENOATA/ Швейцария

- Химия: литий-диоксид марганца
- Напряжение: 3 В
- Температурный диапазон: -40...+85 °С



## Спиральные Li-SOCL<sub>2</sub> батарейки COROS/ Корея

- Большие токи
- Надежность, сертификаты.
- Замена LSH-20 производителя SAFT



## Литиевые, солевые, щелочные батарейки PKCELL/ Китай

- Для бюджетных применений
- Проверенный многолетний партнер



## Воздушно-цинковые промышленные батареи SEGASA/ Испания

- Химия: Zn-Air alkaline
- Напряжение: 1,5–12 В
- Емкость: 40–600 Ач
- Температурный диапазон: -20...+50 °С

### Применение:

- Навигационные огни
- Автономные метеостанции
- Световая маркировка вышек
- Мониторинг удаленных объектов

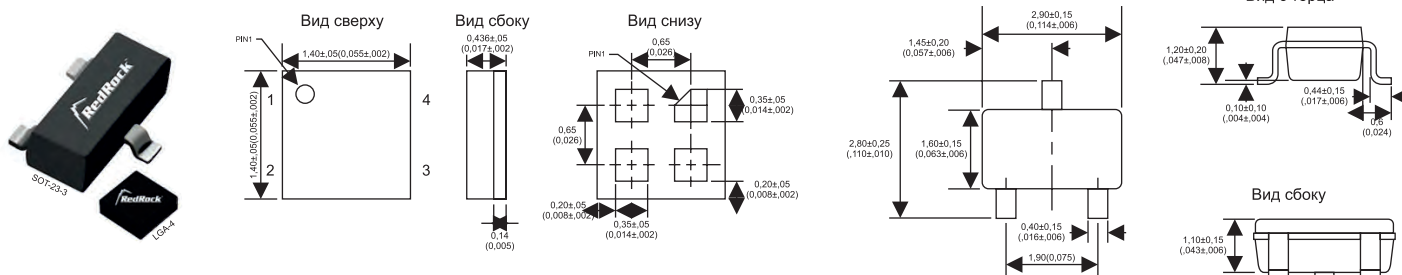
# Серия цифровых и аналоговых высокопроизводительных магнитных датчиков REDROCK™ TMR



## Размеры

Корпус LGA-4

Корпус SOT-23-3



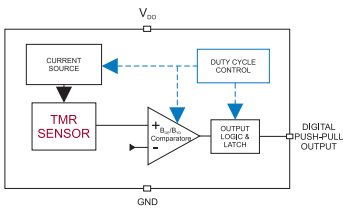
## Технические характеристики

№ изделия Coto	Отклик магнитной полярности	Эксплуатационная чувствительность, G	Чувствительность при отпуске, G	Частота, Гц	$I_{AVG}$ , mA	Номинальная температура, °C	Напряжение питания, V <sub>DD</sub>	Реакция на выходе	Корпус	Ось чувствительности
RR120-A111-00	Однополярный	30	20	20	0,5	-40 ... +85	2,7-3,6	Активный низкий	SOT-23-3	Y-Axis
RR121-1A23-311	Омниполярный	9	5	10	0,24	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	SOT-23-3	X-Axis
RR121-1A53-311	Омниполярный	9	5	250	1,44	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	SOT-23-3	X-Axis
RR121-1B13-311	Омниполярный	30	20	2	0,2	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	SOT-23-3	X-Axis
RR121-1B13-312	Омниполярный	30	20	2	0,2	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	LGA-4	X-Axis
RR121-1B53-311	Омниполярный	30	20	250	1,44	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	SOT-23-3	X-Axis
RR121-1B93-312	Омниполярный	30	20	10000	1600	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	LGA-4	X-Axis
RR121-1E73-311	Омниполярный	15	10	2500	8	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	SOT-23-3	X-Axis
RR121-1F23-311	Омниполярный	70	50	10	0,24	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	SOT-23-3	X-Axis
RR121-3C63-311	Биполярный	10	-10	500	1,7	-40 ... +125	2,7-3,6	Активный низкий	SOT-23-3	X-Axis
RR130-A111-00	Однополярный	30	20	20	0,5	-40 ... +85	2,7-3,6	Открытый сток	SOT-23-3	Y-Axis
RR131-1B13-351	Омниполярный	30	20	2	0,2	-40 ... +125	2,7-3,6	Открытый сток	SOT-23-3	X-Axis
RR110-A111-00	Линейный аналоговый	0	100	Непрерывно	0,1	-40 ... +85	1,2-12	Аналоговое сопротивление	SOT-23-3	Y-Axis
RR111-1DC2-331	Линейный аналоговый	-10	10	Непрерывно	1,5	-40 ... +85	2,7-3,6	Аналоговое напряжение	SOT-23-3	X-Axis
RR111-1DC2-332	Линейный аналоговый	-10	10	Непрерывно	1,5	-40 ... +85	2,7-3,6	Аналоговое напряжение	LGA-4	X-Axis

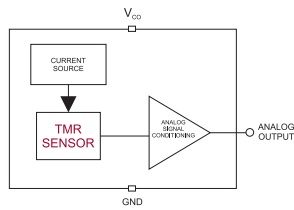
Целевые области применения	
Замена стеклянного герконового переключателя	Определение выключателя питания или размыкания-замыкания
Бытовая электроника	Бесконтактное обнаружение
Определение закрытия двери и крышки	Определение поворота
Определение уровня жидкости	Смартфоны, планшеты и ноутбуки
Контроллеры электродвигателя	Счетчики воды, газа
Обнаружение открытия/закрытия	Микропроцессор пробуждения
Переносные медицинские устройства	

Функциональная блок-схема

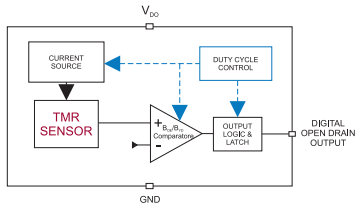
Для цифрового двухтактного выхода



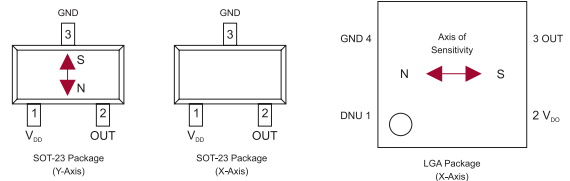
Для аналогового выхода



Для цифрового выхода с открытым стоком

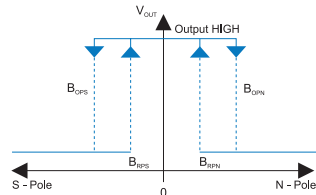


Ось чувствительности

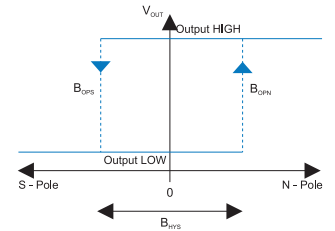


Тип магнитного режима

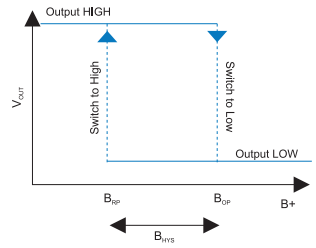
Реагирование на омниполярное магнитное поле (вариант «активный низкий»)



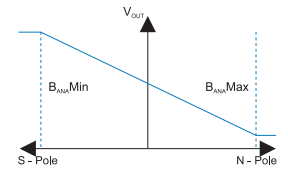
Реагирование на биполярное магнитное поле (вариант «активный низкий»)



Реагирование на однополярное магнитное поле (вариант «активный низкий»)



Реагирование на аналоговое магнитное поле



Встраиваемая графическая карта M820L от производителя SOCIONEXT

- Графическая карта с разрешением 4K 60p
- ЦП Socionext SC2A11 (SynQuacer™)
- Источник питания 12V
- Мощность потребления 24 W



32-разрядный ARM-микроконтроллер RA6T1 от Renesas

- ОЗУ 64 и flash-память от 256 до 512 KB
- 32-разрядный таймер для ШИМ
- Высокоскоростной 12-разрядный АЦП
- 6-канальный усилитель с PGA
- Поддержка стандарта IEC 60730

Совместимость с платформой Google TensorFlow™ Lite Micro

N58-модуль LTE Cat1–оптимизированный для M2M и IoT-приложений. Технология LTE стандарта 3GPP Rel.13 позволяет получить скорости 10 Мбит/с (DL) и 5 Мбит/с (UL).

Низкое энергопотребление, широкий температурный диапазон, превосходная чувствительность радиотракта, поддержка различных протоколов и интерфейсов, а также богатая функциональность (USB-драйвера под Windows 7/ 8/ 8.1/ 10, Linux, Android) делают N58 оптимальным выбором для применений в системах измерений энергетических ресурсов, телематики, для создания промышленных роутеров, промышленных планшетов, систем видеонаблюдения, мониторинга окружающей среды и т. д.

Модуль N58 может успешно применяться в большинстве регионов (China, EMEA, SEA), где развита сеть LTE. Он также поддерживает протокол GPRS для применений в регионах, где поддержка LTE отсутствует.



**ЧИПСЕТ UNISOC**  
8910D



**РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА**  
-40...+85 °C



**СЕТЕВЫЕ ПРОТОКОЛЫ**  
TCP/ IP/ UDP/ MQTT IoT



**КОМПАКТНЫЙ LCC-КОРПУС**  
Уменьшает площадь на плате

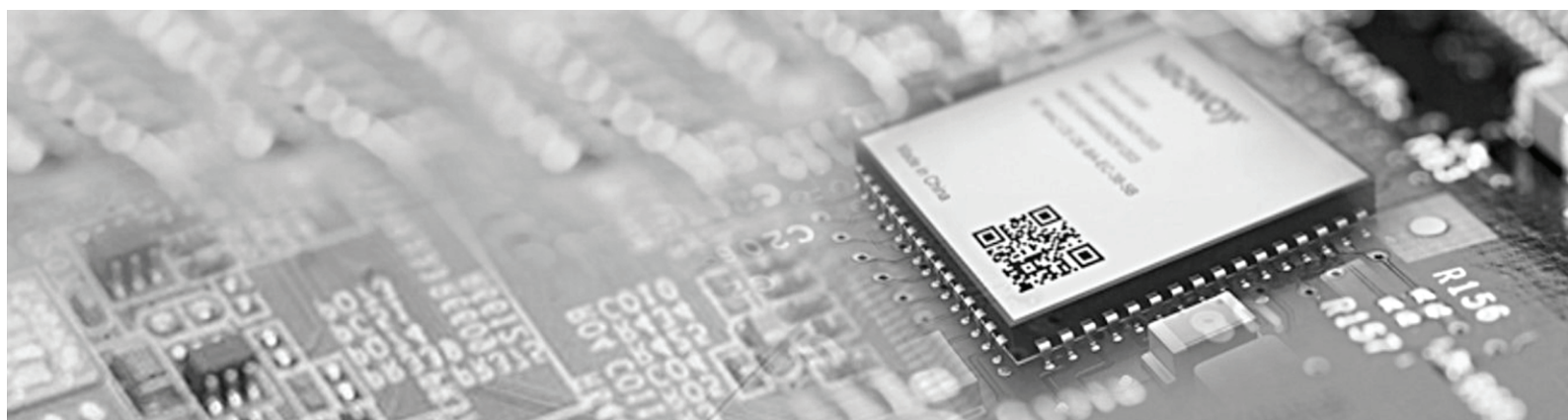


**ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА**  
Примеры дизайнов, отладочные комплекты, поддержка 24/7



## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЯ

- Оптимизирован для M2M и IoT-приложений.
- Может использоваться в большинстве регионов, включая Китай, Европу, Ближний Восток, Африку, Юго-Восточную Азию.
- Особенности: поддержка GNSS\*, Audio\* и FOTA\*.
- N58-оптимальное решение для таких применений, как системы учета энергетических ресурсов, совместного использования оборудования, трекеров, контроль окружающей среды и т. д.



Компания INMYS с 2011 года занимается разработкой и производством систем на модуле для обработки данных, а также созданием их программного сопровождения. Разработка и локализация производства сложных вычислительных систем и процессорных плат с использованием FPGA и DSP.

100% выходной контроль качества / Большой опыт разработки систем любой сложности/ Высокотехнологичное оборудование/ Индивидуальный подход к программным и аппаратным решениям для заказчика/ Тщательная проработка деталей проекта/ Квалифицированная техническая поддержка/ ЭКБ от ведущих мировых производителей.



## Процессорные модули (SOM)



### SOM-IMX8M\_UQ7

ЦП: NXP i.MX 8M: QUAD Cortex-A53 up to 1.5GHz and Cortex-M4  
ОЗУ: Dual rank DDR4 32bit 2GB  
FLASH-память: NAND FLASH 4GB



### Одноплатный компьютер Q7\_Base (модуль + несущая плата)

Ethernet 10/100 Base-T, HDMI, × SATA-канал (M.2 разъем),  
3 × USB 3.0, 1 × USB 2.0, 1 × CAN, 2 × I<sup>2</sup>C, 1 × SPI, 1 × LPC, 3,5 мм аудио-разъем



### SOM-IMX6ULL-E2 + Evaluation Board

ЦП: NXP i.MX6ULL Y2, ARM Cortex-A7  
ОЗУ: 16 bit LP DDR2/ DDR3/ DDR3L  
IO: EMS 4,5/ SD 3.0 × 2, UART 8, I<sup>2</sup>C × 4, GPIO, ASRS, FLEX CAN × 2, SPI × 4, 10/100 ENET × 2 with IEEE 1588, ESAL × 1, 8 × 8 Keypad



### SOM-AM335X

ЦП: Texas Instruments AM335x (AM3359 and other), Cortex™-A8, 1GHz  
ОЗУ: DDR3-150MHz 64MB/ 128MB/ 256MB/ 512MB  
FLASH-память: SLC NAND FLASH 128MB/ 256MB/ 512MB



### SOM-CYCLONE-V-SE

ЦП: 800-MHz, dual-core ARM® Cortex™-A9 MPCore™ processor  
ОЗУ: DDR3-400MHz 256MB/ 512MB/ 1GB  
FLASH-память: NAND FLASH 128MB/ 256MB/ 512MB QSPI FLASH 8MB/ 16MB/ 32MB



### SOM-CYCLONE-V-SE-EVM

Отладочная плата, базовый набор подсистем ввода/вывода:  
Ethernet 1G/ 2xCAN/ 3xUSB-A host/ SD Card/ DVI/ USB-B (консоль)



Компания Сканти является официальным партнером компании INMYS. Статус партнера позволяет предлагать клиентам оптимальные условия сотрудничества, создавать решения в соответствии с техническим заданием заказчика и оказывать оперативную техническую поддержку.



## Новый процессорный модуль SOM-IMX8M\_UQ7

Российская компания INMYS представила новый процессорный модуль SOM-IMX8M\_UQ7 на основе ARM-процессора i.MX 8M производства NXP.

INMYS занимается разработкой и производством систем на модуле для обработки данных, а также созданием их программного сопровождения. Компания предлагает услуги по разработке и локализации производства сложных вычислительных систем и процессорных плат с использованием FPGA и DSP.



### Технические характеристики модуля SOM-IMX8M\_UQ7

<b>Процессор</b>	Серия: i.MX 8MQuad Ядра: 4 × ARM Cortex A53@ 1,5 ГГц, 1 × ARM Cortex M4@266 МГц Память для кэша команд L1/ данных: 16 кБ, 32 кБ Память для кэша команд L2/ данных: 1 МБ Максимальная тактовая частота: 1,3 ГГц
<b>ОЗУ</b>	Двухранговая DDR4 2 Гбит, интерфейс 32-бит
<b>FLASH-память</b>	NAND 32 Гб (4 Гб × 8)
<b>ЭСППЗУ</b>	2 кбит, доступ по I <sup>2</sup> C, уникальный идентификатор 48 бит
<b>ИС управления питанием</b>	PMIC
<b>Дополнительно</b>	RTC (PCF8523TK) WIFI (WF200C) SPI2CAN controller (MCP2515-I) USB 3.0 to SATA (TUSB9261IPVP)
<b>Интерфейсы</b>	2 × PCIe + PCIe clock 1 × USB 3.0 OTG (PORT1) 2 × USB 3.0 (from USB 3.0 HUB) (PORT2, PORT3) 1 × USB 2.0 (from USB 3.0 HUB) 1 × SATA (from USB3.0 HUB SATA bridge) 1 × Gigabit Ethernet (from gigabit PHY) 1 × SDIO 1 × UART + 1 × DBG_UART 2 × I <sup>2</sup> C 1 × SPI 1 × CAN 1 × Audio AC97 2 × LVDS 2 × (from MIPI DSI to LVDS 2ch) MIPI CSI2 (external connector, 2CH + 7 × GPIO + 2 × I <sup>2</sup> C × 2)
<b>Напряжение питания</b>	+5 В
<b>Габаритные размеры</b>	70 × 40 мм

## Одноплатный компьютер на основе SOM-IMX8M\_UQ7 и несущей платы Q7\_Base

Материнская плата Q7\_Base предназначена для вывода интерфейсных сигналов модуля Qseven на внешние стандартные разъемы. Несущая плата является как отладочным средством, так и платформой, с помощью которой модуль SOM-IMX8M\_UQ7 становится одноплатным компьютером.

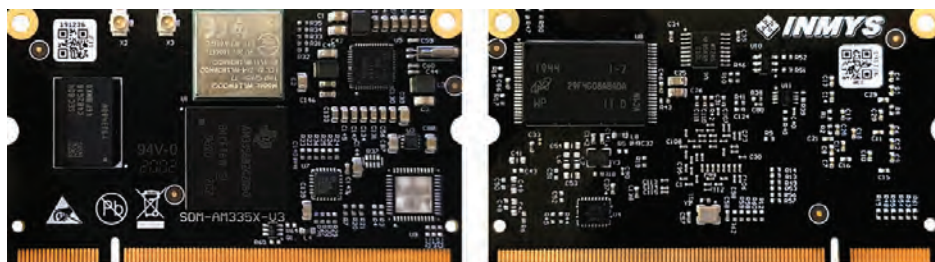


### Технические характеристики Q7\_Base

<b>Видеоинтерфейсы</b>	HDMI
<b>Разрешение видео</b>	Разрешение HDMI до 4k при 60 Гц
<b>Накопитель</b>	1 × SATA канал (M.2 разъем)
<b>USB</b>	3 × USB 3.0 1 × USB 2.0 1 × мини-USB (преобразование из USB в UART)
<b>Сеть</b>	1 Гигабит Ethernet (от Ethernet PHY, расположенного на Q7 SOM-модуле) 1 Гигабит Ethernet (от WGI210ITSLJX (PCIe Gigabit Ethernet PHY) фирмы Intel, установленного на плате)
<b>Аудио</b>	1 × 3,5 мм аудиоразъем (Line in/ Mic in) 1 × 3,5 мм аудиоразъем (Line out/ Headphones)
<b>PCI Express</b>	1 × PCI-e 1 × подключен к M.2 разъему 1 × PCI-e 1 × подключен к WGI210ITSLJX (PCIe Gigabit Ethernet PHY) фирмы Intel
<b>Последовательные порты</b>	1 × последовательный порт (RS-232/ RS-485/ RS-422) 1 × отладочная консоль (из UART в USB)
<b>Другие интерфейсы</b>	1 × CAN-интерфейс 2 × I <sup>2</sup> C-интерфейс 1 × SPI-интерфейс 1 × LPC-интерфейс (8 GPIO-выводов)
<b>Напряжение питания</b>	+ 12 В
<b>Рабочая температура</b>	-40...+85 °C
<b>Габаритные размеры</b>	147 × 101,60 мм

Компания Сканти является официальным партнером компании INMYS. Статус партнера позволяет предлагать клиентам оптимальные условия сотрудничества, создавать решения в соответствии с техническим заданием заказчика и оказывать оперативную техническую поддержку.

# Процессорный модуль SOM AM335x v.3 от производителя INMYS



Процессорный модуль SOM AM335x от компании INMYS выполнен на основе микропроцессоров производства Texas Instruments AM335x (AM3359, AM3354, AM3352).

МК серии AM335x основаны на ядре ARM Cortex-A8, дополненном аппаратным встроенным модулем графического ускорителя,

расширенными периферийными модулями, работающим на частотах до 1 ГГц.

МК AM335x содержит следующие подсистемы, контроллер и интерфейсы:

- Подсистема микропроцессорного блока (MPU) на базе микропроцессора ARM Cortex-A8
- Подсистема графического ускорителя POWERVR SGX™ 530.

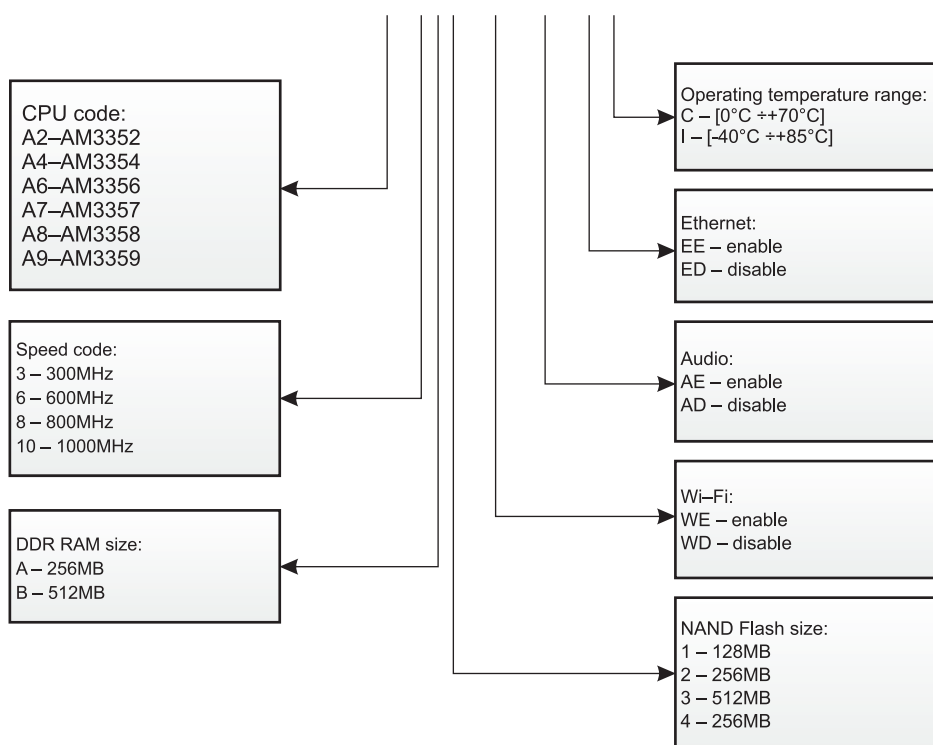
- Подсистема программируемых устройств в реальном времени (PRUSS).
- Подсистема памяти (GPMC).
- LCD-контроллер.
- Контроллер сенсорного экрана.
- Порты USB 2.0 OTG.
- 10/100/1000 Ethernet с переключением скорости передачи данных.
- Контроллер MultiMedia Card (MMC).
- Многоканальный последовательный аудиопорт (McASP).
- Сетевой интерфейс CAN.
- Многоканальный последовательный порт (McSPI).
- Универсальный асинхронный приемопередатчик (UART).

Таблица. Основные технические характеристики

Процессор	Серия: AM335x
	Ядро: ARM Cortex-A8@ 1 ГГц
	Память для кэша команд L1/ данных: 32 кбайт, 32 кбайт
	Память для кэша команд L2/ данных: 256 кбайт
	ПЗУ: 176 кбайт
ОЗУ	ОЗУ: 64 кбайт
	DDR3 2 Гбит K4B2G1646C
flash-память	NAND 4 Гбит (K9F4G08U0D)
ИС управления питанием	PMIC (TPS65910)
Прочие компоненты	Ethernet PHY (LAN8720)
	Wi-Fi (WL1837MOD)
	Аудиокодек (AIC3106)
Последовательные интерфейсы	2×I <sup>2</sup> C
	4×UART
	1×SPI
Другие интерфейсы	1×USB 2.0 Host
	1×USB 2.0 OTG
	1×Гигабит Ethernet
	2×SD/MMC
	2×CAN
	1×GPMC
Напряжение питания	1×LCD
	Входное напряжение питания – 3,3 В
Габаритные размеры	67,6×38,6 мм

## Варианты исполнения

SOM-AM335X-A2-6A2-WD-AD-EE-I



[www.inmys.ru](http://www.inmys.ru)

## Задачи промышленной технологии flash-памяти 3D NAND

Технология 3D NAND является популярной темой на сайтах, в журналах, в рекламных объявлениях и на конференциях. В обсуждении, связанном с технологией 3D NAND, присутствует одна общая тема: данная технология имеет очень хорошие перспективы. В течение нескольких лет технология эволюционировала из первоначальных 32 уровней сначала до 48 уровней и затем до 64 уровней. В настоящее время в технологии 3D NAND имеется 96 уровней. Количество уровней продолжит увеличиваться со следующим поколением, лишь за несколько месяцев до выпуска оно достигнет 128 уровней.

Вертикальное расположение слоев с ячейками памяти было идеальным решением проблемы увеличения степени миниатюризации компонентов, рисков и растущих затрат. Размеры flash-памяти NAND менее 10 нм считались недостижимыми как коммерчески, так и технологически.

На рынке значительно упала стоимость твердотельных SSD-накопителей и карт памяти. Это было вызвано сочетанием сокраще-

ния производства памяти с небольшим количеством уровней и избыточным предложением на микросхемы с более высокой емкостью.

3D-ячейка обладала большей емкостью благодаря более совершенной физической конструкции по сравнению с 2D-ячейкой. Это открыло путь для внедрения продуктов QLC; 4 бита на ячейку с 16 уровнями напряжения, которые необходимо надежно разграничивать. В настоящее время уже ведется разработка исполнений с 5 битами на ячейку (PLC — ячейка пятого уровня).

Можно с уверенностью сказать, что технология 3D NAND завоевала мир хранения информации и имеет очень хорошие позиции. В частности, это относится к потребительским и корпоративным твердотельным SSD-накопителям, которые, как правило, располагаются в хорошо вентилируемых системах.

Тем не менее что происходит, если вы используете потребительский твердотельный SSD-накопитель 3D NAND в нестандартных промышленных областях применения? Например, в случае применения

внутри герметичных систем без вентиляции и частого применения на открытом воздухе при регулярном воздействии больших перепадов температуры. Или в случае, когда требуется регистрация данных от различных датчиков с высокой скоростью передачи небольших данных. И как технология 3D NAND выполняет данные требования?

Начнем с нескольких общих утверждений относительно технологии 3D NAND:

- технология 3D NAND надежнее технологии 2D NAND;
- технология 3D NAND быстрее технологии 2D NAND;
- технология 3D NAND дешевле технологии 2D NAND.

Последнее утверждение, несомненно, верно, учитывая современное исполнение технологии 3D NAND. В конце концов, это именно то, чего производители flash-памяти NAND хотели добиться, вложив миллиарды долларов в технологию. Два других утверждения требуют чуть более глубокого понимания.

### Сравнение технологий 3D NAND и 2D NAND

Часто предполагается, что технология 3D NAND надежнее технологии 2D NAND, т. к. активная область ячейки и размер платы запоминающего устройства значительно больше в случае технологии 3D NAND. Ячейка в случае технологии 2D NAND состоит из небольшой плоской области; тогда как ячейка в случае технологии 3D NAND оборачивается вокруг разрядной шины, обеспечивая возможность накопления большего заряда. В случае технологии 3D NAND можно снизить электрические помехи со сто-

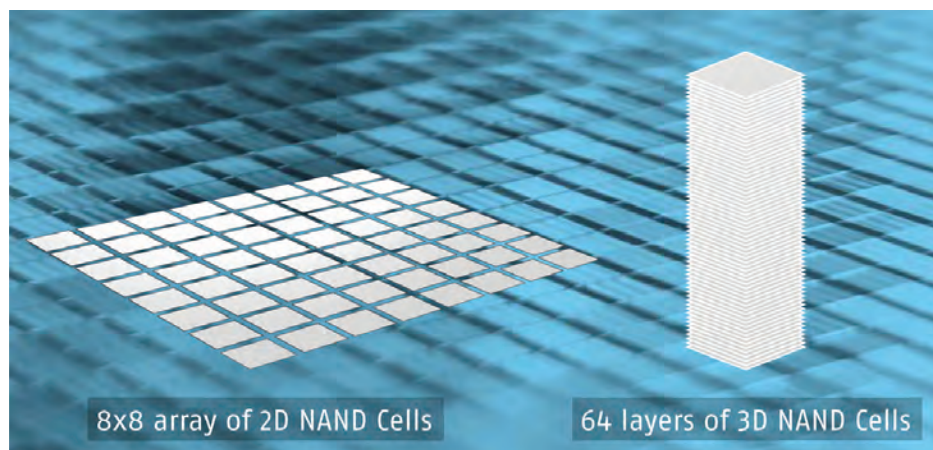


Рисунок 1. Сравнение пространственного расположения 64 ячеек памяти по технологии 2D и 3D NAND

роны прилегающей ячейки, а также улучшить соотношение сигнала к напряжению шумов; все это звучит многообещающе. Тем не менее данное преимущество было использовано для достижения большего числа битов на ячейку и снижения стоимости, а не обязательно для повышения надежности.

Технология MLC (многоуровневая ячейка) 2D NAND, как правило, обеспечивает 3000 циклов программирования/стирания, то есть каждый блок можно стирать и перепрограммировать 3000 раз до того момента, когда характеристики ячейки ухудшатся настолько, что ее возможность хранения информации в течение одного года больше не может быть гарантирована.

Технология 3D NAND должна достигать большего количества циклов программирования/стирания. Тем не менее, как правило, предлагаются только версии 3D TLC NAND. Повышение емкости ячейки было использовано для повышения количества битов на ячейку, в результате технология 3D NAND также обеспечивает 3000 циклов программирования/стирания, что идентично технологии 2D NAND. Этого удалось достичь лишь случайно, за счет различных модификаций, в частности за счет исправления ошибок.

В то время как 3000 циклов программирования/стирания в случае технологии 2D NAND достигаются простым 40-битным исправлением ошибок на 1 кибибайт BCH, для технологии 3D NAND требуется как минимум 120-битовое исправление ошибок, чтобы соответствовать 3000 циклов. Это новый процесс, называемый LDPC (код с низкой плотностью проверок на четность), который требует значительно большего количества контрольных битов и, как следствие, большей площади кристалла и больше вычислительного времени для корректирующего встроенного ПО. Это особенно актуально, когда количество ошибочных битов возрастает к концу срока службы. Более старые контроллеры не имеют необходимых ресурсов, поэтому они не будут работать с технологией 3D NAND.

С новой технологией 3D NAND в сфере flash-памяти появились новые механизмы возникновения ошибок. Соответственно, теперь требуются новые функции встроенного ПО, например Block RAID (матрица недорогих дисковых накопителей с избыточностью для блока). Данная функция предотвращает выход всего блока из строя, что ранее было невозможным и ненужным.

Без данной функции ошибки системы могут возникать в диапазоне до 1000 DPPM (1000 ошибок на миллион устройств). Это значение является приемлемым для потребительских продуктов, и функция Block RAID обычно не реализуется. Тем не менее такая частота ошибок неприемлема для промышленной продукции.

В этом случае исправление ошибок блока является обязательным и требует значительных усилий как при создании встроенного ПО, так и при обеспечении большей степени резервирования. Данная функция обеспечивает защиту заказчиков от неожиданного возникновения ошибок на месте эксплуатации. При частоте ошибок на уровне 1000 DPPM потенциальные риски невозможно обнаружить при обычных условиях. Заказчики должны полагаться на производителя твердотельных SSD-накопителей в том, что они предприняли все необходимые меры для минимизации ошибок на месте эксплуатации.

Тем не менее преимущество восстановления блоков имеет свою цену: требуется дополнительная память для сохранения информации о четности. Это повышает коэффициент усиления записи (WAF), который в свою очередь снижает срок службы твердотельного SSD-накопителя. Чем больше WAF, тем меньше ожидаемый срок службы. По этой причине во многих потребительских продуктах данная функция отсутствует. С другой стороны, для промышленных твердотельных SSD-накопителей требуется Block RAID или аналогичная функция обработки ошибок, что делает их более сложными и приводит к увеличению объема работ при проведении настройки.

## Кросс-температура

Еще одним аспектом 3D-технологии является ее поведение при изменениях температуры, иначе называемых техническим термином — кросс-температура.

В случае технологии 2D NAND соответствие всех ячеек определялось точностью оптической литографии. Обоснованным предположением является то, что свойства всех ячеек в массиве были идентичными. Хотя ячейки не обладали большой емкостью, как минимум они были равны в пределах одной страницы.

Несмотря на то, что технология 3D NAND обладает лучшими свойствами ячеек, она также характеризуется большими вариациями.

Давайте изобразим разрядную шину технологии 3D NAND в виде микроскопического отверстия, протравленного через 64 уровня. В идеальном случае отверстие будет иметь одинаковый размер на верхнем и нижнем уровнях стека. Тем не менее реальная ситуация отличается: диаметр отверстия на верхнем уровне значительно больше диаметра на нижнем уровне, что приводит к совершенно различной емкости ячеек и пороговым значениям напряжения. Все 64 ячейки между верхним и нижним уровнями относятся к одной и той же разрядной шине и одному и тому же датчику напряжения. В результате уровни напряжения в пределах данной разрядной шины сильно различаются и должны постоянно компенсироваться. Теперь добавим изменения температуры, и работа датчика будет сильно затруднена. Например, при выполнении записи при низких температурах и считывания при высоких температурах отношение напряжений совершенно отличается от отношения напряжений при обратном порядке.

В целом все экстремальные температуры критичны для технологии 3D NAND. Работа при температуре ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  или при  $85^{\circ}\text{C}$  вызывает проблемы считывания из-за смещения уровня напряжения. При наличии дополнительных помех из-за интенсивного считывания или в случае сбоя питания потеря данных неизбежна.

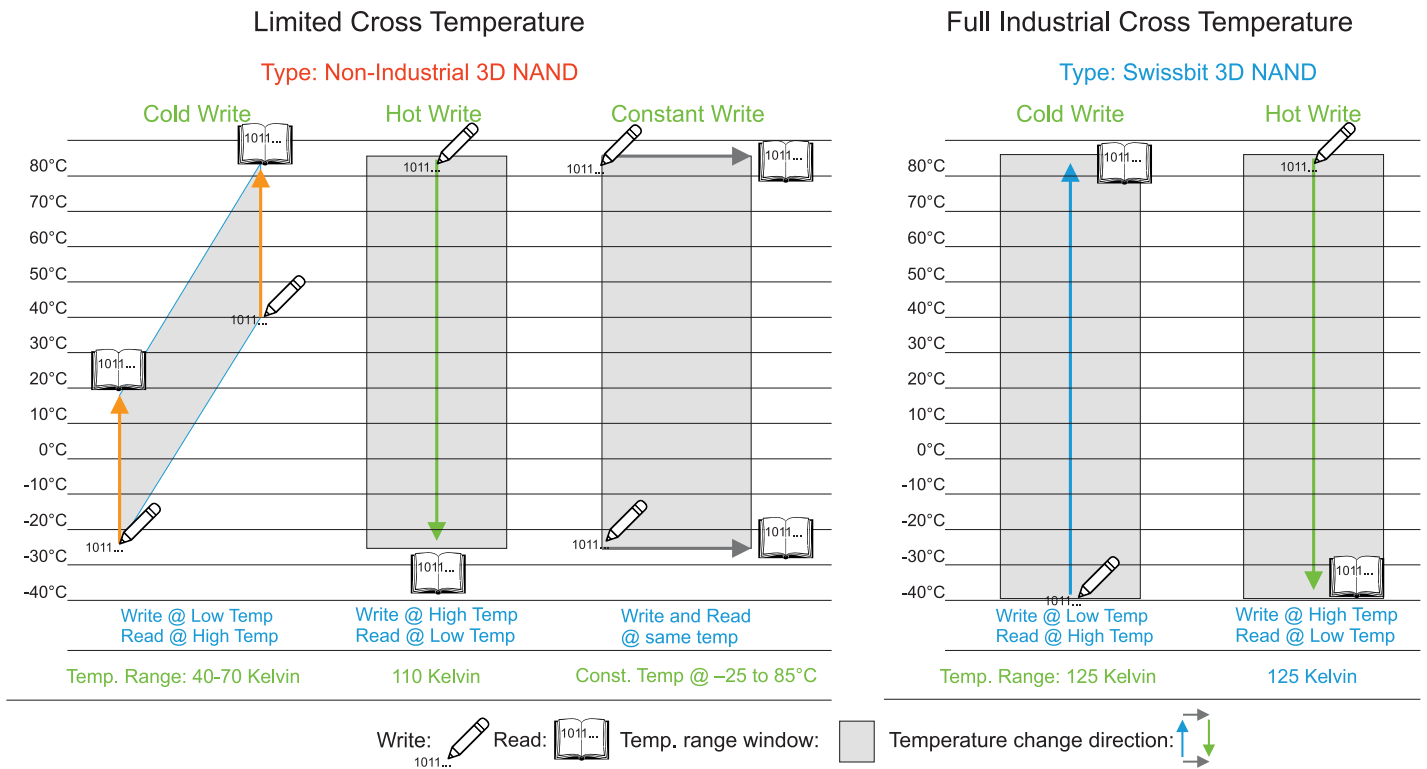


Рисунок 2. Поведение при кросс-температуре

Для стандартной потребительской технологии 3D NAND допустимый диапазон изменения температуры записи и считывания составляет примерно от 45 до 50 К. Это означает, что можно, например, выполнять запись при температуре 20 °С и считывание при температуре 65 °С, что является достаточным для потребительских продуктов.

Напротив, при применении в промышленности с указанным диапазоном температур окружающего воздуха от -40 до 50 °С легко достигается диапазон температур твердотельного SSD-накопителя от -40 до 85 °С. Это соответствует кросс-температуре 125 К и в 2,5 раза превышает диапазон потребительской карты памяти, которая с большой долей вероятности выйдет из строя при таких условиях.

На рынке имеется очень небольшое количество специально настроенных вариантов технологии 3D NAND, которые соответствуют данным спецификациям. Их стоимость значительно выше, но при этом они обеспечивают большую надежность относительно потери данных.

Технология 3D NAND обеспечивает более высокую надежность на уровне

отдельной ячейки по сравнению с технологией 2D NAND, но большое наложение уровней друг на друга и переход к TLC нивелирует любые улучшения рабочих характеристик, требуя, тем самым, дополнительных механизмов обеспечения надежности, сопоставимой с надежностью технологии 2D NAND. Производство продукции промышленной категории возможно только при внедрении корректной технологии flash-памяти NAND.

### Быстродействие

Это правда, что технология 3D NAND обеспечивает более высокую скорость записи по сравнению с технологией 2D NAND. Это связано с тем, что запись во все три бита 3D-ячейки может быть выполнена за один этап процесса. Напротив, технология 2D NAND требует два этапа программирования для записи каждого бита — сначала младший (быстрый) бит, за которым следует старший бит на отдельном этапе программирования.

Несмотря на то, что в технологии 2D NAND каждый отдельный этап выполняется быстрее, технология

3D NAND быстрее по суммарному времени, необходимому для записи 3 страниц (3 битов).

Что если три готовые страницы для записи отсутствуют? Это часто происходит при случайных записях небольших пакетов данных. В этом случае для заполнения 3 битов требуется добавление фиктивных страниц. Запись фиктивных страниц снижает фактическую скорость передачи данных по сравнению с технологией 2D NAND.

Кэш динамического ОЗУ часто используется в качестве ответной меры для обеспечения возможности сбора страниц за более длительный период времени с целью записи трех информационных страниц за раз. Это повышает стоимость твердотельного SSD-накопителя. Кроме того, для контроллера требуется достаточное пространство буфера для трех страниц, которое не обеспечивается более старыми контроллерами.

Стандартным решением является использование небольшой части памяти в качестве SLC-кэша. Поначалу скорость записи очень высокая. Сразу после заполнения кэша 3 страницы из области pSLC

преобразуются в страницу TLC. Как только начинается выполнение данного процесса, карта памяти значительно замедляется. Каждая новая передача данных вызывает преобразование страницы рSLC в TLC. Другой вариант заключается в использовании всей памяти в режиме рSLC для начала процедуры. В данном примере кэш значительно больше по сравнению с предыдущим случаем. 1/3 емкости карты памяти доступна в качестве быстрой действующего запоминающего устройства. Дополнительные требования к емкости запускают процесс преобразования рSLC в TLC.

Контрольное тестирование часто основано на небольших емкостях запоминающего устройства и обычно выполняется с твердотельными SSD-накопителями, работающими по принципу «Новый из коробки (FOB) = еще не использованный». В этом случае все еще в доступе весь SLC-кэш, и можно провести впечатляющие измерения. С течением времени рабочие характеристики падают до уровня десятых долей указанных значений.

Третье решение называется «TLC direct». В этом случае SLC-кэш не используется, и программирование выполняется в виде одноэтапного процесса. Как указывалось ранее, для эффективного выполнения процесса требуется динамическое ОЗУ. Даже в этом случае предельная скорость снижается по сравнению с вариантом SLC-кэширования. Тем не менее рабочие характеристики в целом остаются неизменными на протяжении всего срока службы.

Как видно из приведенных выше описаний, скорость необязательно остается постоянной при использовании карты flash-памяти. Впечатляющие технические характеристики не означают то, что они будут сохраняться при заполнении карты памяти.

В случае промышленного применения стабильность рабочих характеристик является более важным фактором по сравнению с максимальными рабочими характеристиками. Для этого встроенное ПО необходимо оптимизировать в соответствии с эксплуатацион-

ными требованиями. Карты памяти для промышленного применения зачастую настраиваются на постоянные скорости передачи данных и длительный срок службы.

## Долговечность

Измерение долговечности карт flash-памяти 2D NAND проводилось достаточно просто, посредством выполнения необходимых тестовых запусков в течение длительного периода времени. Затем с помощью инструментов определялось количество страниц, запись которых проводилась внутри и извне (термином для такого соотношения является коэффициент усиления записи (WAF)), и в завершение выполнялась экстраполяция ожидаемого возможного количества записанных терабайтов (TBW).

В случае технологии 3D NAND на долговечность карты памяти влияет множество новых аспектов. По сути, чем больше flash-памяти используется для внутренней записи в результате передачи данных от внешнего источника, тем меньше ожидаемое значение TBW.

- Долговечность снижается из-за:
- функции Block RAID, так как для четности требуются дополнительные страницы;
  - SLC-кэша, т. к. каждая логическая страница будет записана как минимум дважды в flash-памяти;
  - карт памяти без динамического ОЗУ, часто требующих записи фиктивных страниц.
- На долговечность также влияет:
- объем памяти, используемый при тестировании;
  - подготовка карты памяти (FOB и уже выполненная запись);
  - профиль тестирования (малый и большой размер блоков, применение TRIM, очистки кэша).

В целом долговечность твердотельных SSD-накопителей с технологией flash-памяти 3D NAND относительно ниже долговечности карты памяти 2D MLC, даже несмотря на то, что для обоих компонентов NAND указаны 3000 циклов стирания. Потребители больше заинтересованы в стоимости гигабайта,

а не в стоимости числа TBW (записанные терабайты). В случае промышленных карт памяти, которые используются на месте эксплуатации в течение многих лет, стоимость числа TBW (записанные терабайты) имеет большее значение в сравнении с начальной стоимостью приобретения карты памяти.

## Исправление ошибок

Как уже упоминалось выше, в случае технологии 3D NAND требуется гораздо большее число битов для исправления ошибок. Вместо 40-битовой BCH требуется 120-битовый LDPC (код с низкой плотностью проверок на четность).

Изначально это может показаться не очень важным. Тем не менее последствия оказываются намного более сложными. Переход с 40-битовой BCH к 120-битовой BCH потребует не 3-кратного, а более чем 10-кратного увеличения площади микросхемы. Это не только очень дорого, но также трудно реализуемо.

Решение представляет собой новую процедуру кодировки, изначально использованной в 2D TLC: LDPC (код с низкой плотностью проверок на четность). Для генерации контрольной суммы используется лишь небольшое количество битов, но для этого требуется так называемая программная информация от flash-памяти NAND. Вместо получения всей информации об исправлении с помощью простого считывания теперь требуются три доступа к считыванию для восстановления 120 (макс.) битов с ошибками. Несмотря на то, что небольшое количество битовых ошибок может быть исправлено с помощью аппаратного обеспечения LDPC (код с низкой плотностью проверок на четность), контроллеру требуются программнореализованные алгоритмы в случае большего числа ошибок. В результате работа карты памяти значительно замедляется по мере возрастания частоты битовых ошибок из-за старения. Фактически данная технология значительно медленнее по сравнению с технологией 2D NAND.

## Новые контроллеры — новые особенности

Одним из улучшений, возникших в результате дополнительных требований, предъявляемых к современным контроллерам 3D NAND, является сквозная защита маршрута передачи данных, или E2E DP. В более старых контроллерах внутреннее ОЗУ для буферов страниц, маршрут передачи данных между различными блоками и содержимое динамического ОЗУ не были защищены от битовых ошибок (например, в результате облучения или воздействия альфа-частиц).

Необнаруженное повреждение данных представляет большой риск, т. к. это может привести к некорректным настройкам или ошибочным результатам. Единственная необнаруженная битовая ошибка может вызвать значительный финансовый или даже

физический ущерб, если такая ошибка возникнет при выполнении банковских транзакций, оказании медицинской помощи или управлении роботом.

В последних моделях контроллеров предусмотрена защита всех маршрутов передачи данных с помощью четности. Все буферные области и содержимое динамического ОЗУ защищены ECC (код с исправлением ошибок).

Ошибки больше не остаются незамеченными, и в большинстве случаев отклонение или повторение команды записи или маркировка считанных данных как ложных (поврежденных) может предотвратить дальнейшую обработку неверных данных.

## Заключение

Для промышленных твердотельных SSD-накопителей требуется

тонкая настройка встроенного ПО и архитектуры NAND для обеспечения долговечности, стабильных рабочих характеристик и работы в промышленном температурном диапазоне.

Это требует определенных жертв: ограничение максимальных рабочих характеристик и более высокие закупочные цены. Тем не менее преимущества заключаются в получении надежных продуктов с низкими затратами в течение всего жизненного цикла за счет большей долговечности и более высокой надежности.

Компания Swissbit обладает более чем 20-летним опытом разработки продуктов для промышленного применения и предлагает широкий диапазон оптимизированных карт памяти, отличающихся долговечностью, низкими затратами в течение всего жизненного цикла и высокой надежностью.

# Цифровой магнитный TMR-датчик семейства RedRock®: RR122-1B52



Coto Technology представила новый высокочувствительный цифровой омниполярный датчик с низким энергопотреблением семейства RedRock® - RR122-1B52-511/512, на основе тонкопленочной технологии туннельного магнитосопротивления (TMR).

### Основные характеристики:

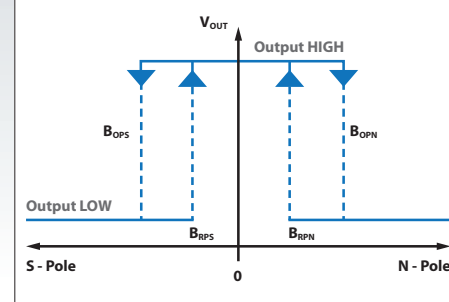
- Порог срабатывания: 30 Гс или 3 мТл.
- Самый низкий в мире средний ток потребления: <1,2 мкА.
- Широкий диапазон напряжения питания: от 1,7 до 5,5 В.
- Омниполярный двухтактный выход.
- Рабочая частота 250 Гц.
- Соответствие требованиям RoHS и REACH.

Датчик доступен в миниатюрном корпусе LGA-4, размером всего 1,4×1,4×0,45 мм для сверхкомпактных приложений или в стандартном промышленном исполнении — SOT23-3.

Диапазон рабочих температур -40...+85 °С, доступна улучшенная версия (RR122-1B53-511 / 512), позволяющая работать датчику при высоких температурах, до + 125 °С.

Области применения различны: датчики приближения и положения, датчики определения уровня жидкости, датчики открытия и закрытия дверей, приборы учета коммунальных ресурсов, контроллеры двигателей и бытовая электроника.

### Принцип работы омниполярного датчика





## Безопасность «Интернета вещей», встроенная в карты памяти. Универсальное решение от Swissbit

По мере того как устройства, оборудование и промышленные предприятия становятся «интеллектуальнее», они также становятся более уязвимыми. При разработке и проектировании объектов, имеющих подключение к сети, разработчики должны уделять особое внимание аспектам информационной безопасности. Сегодня компания Swissbit предлагает очень гибкий аппаратный подход, который включает в себя TPM (Trusted Platform Module — доверенный платформенный модуль) и шифрование данных.



### Универсальное решение Swissbit

Для обеспечения информационной безопасности и защиты данных компоненты системы, взаимодействующие через Интернет или через свои локальные IoT (Internet of Things — «Интернет вещей») шлюзы, должны обладать уникальным и не копируемым идентификатором. Системы также должны быть способны передавать, принимать и хранить криптографически защищенные данные. Решение, включающее в себя только применение программного обеспечения, редко обеспечивает достаточную защиту. Это ставит серьезные задачи перед разработчиками и производителями.

Компания Swissbit, являющаяся экспертом в области хранения

и безопасности, предлагает новый аппаратный подход. Разработчики встраиваемых систем промышленного назначения знают компанию Swissbit как единственного независимого европейского производителя flash-памяти. Многие считают швейцарскую компанию, производящую продукцию в Германии, идеальным вариантом для приобретения надежных, долговечных твердотельных SSD-накопителей с PCI- и SATA-интерфейсами, CompactFlash, USB-устройств flash-памяти, карт памяти SD и microSD и управляемой памяти NAND BGA.

Полагаясь на многолетний опыт защиты хранимых данных, компания Swissbit разработала новый, более совершенный подход к защите встраиваемых IoT-устройств.

Основная идея заключается в том, что каждому устройству необходима память для сохранения Log-файлов в журнал и сохранения данных из кэша в случае сетевых сбоев. Данные интерфейсы памяти могут и должны иметь средства защиты.

### Защита в формате карт памяти

Новое решение по обеспечению защиты и безопасности компании Swissbit разработано на базе flash-памяти, производимой и тестируемой в соответствии с промышленными требованиями. Этот чип памяти работает с использованием специальной версии прошивки durabit со встроенным 256-битным AES-шифрованием. Продукты, входящие в состав серии DP (Data Protection — защита данных), обеспечивают шифрование и защиту всех данных различными способами (режим CD-ROM, защита с помощью PIN-кода, скрытая память, режим WORM). Аппаратная защита связи в IoT требует дополнительного модуля в карте памяти, который можно назвать еще одним якорем безопасности. Модули защиты компании Swissbit поставляются в комплекте с такими решениями, как интегрированные в накопители микросхемы Infineon/NXP CC EAL 5+/6+. Для разработки приложений в наличии имеются API, SDK и библиотека PKCS#11.

### Определение идентификатора для вещей

Эксперты в области информационной безопасности заявляют,

что использование карт microSD со встроенным модулем шифрования обеспечивает надежную защиту данных, например передаваемых посредством мобильного телефона. Аналогично взаимодействию между людьми взаимодействие вещей в сети Интернет также требует применения идентификации, аутентификации и авторизации. Иными словами, как «вещь» узнает, что данные или запросы данных, получаемые от другой «вещи», корректны и что источник сообщения действительно является тем компонентом системы, за который он себя выдает? Продукция компании Swissbit с встроенным элементом безопасности обеспечивает приложению и системы своим уникальным идентификатором. «Вещи» получают защищенный от подделок идентификатор, и таким образом можно обеспечить защиту сетевых систем от неправомерного использования, «хищения идентификационных данных», а также можно ограничить доступ к данным. Модули, которые интегрируются в карты памяти, обеспечивают системы не копируемыми идентификаторами, преобразуя их в уникальных идентифицируемых участников взаимодействия M2M (машина-машина), которые могут аутентифицировать самих себя и передавать и получать криптографически и сильно защищенные данные.

Еще одним важным для устройств решением от компании Swissbit является приложение Trusted Boot. Trusted Boot гарантирует, что программное обеспечение сможет работать только на конкретном оборудовании или

Рисунок 1. Структура карты microSD с функциями безопасности

группе устройств. Используя защищенные карты памяти с данной технологией, можно управлять лицензированием и активацией различных функций на устройствах. Управление доступом, шифрование кода или цифровая подпись обеспечивают возможность определения и управления различными конфигурациями ПО для продуктов.

### Возможность модификаций и инноваций

В сравнении с припаянным TPM-модулем идея съемного модуля

защиты на первый взгляд может показаться необычной. Тем не менее в более старом оборудовании и системах, как правило, имеется USB-интерфейс или интерфейсы для карт памяти. Поэтому большое преимущество применения съемных модулей защиты заключается в том, что существующие устройства можно легко модифицировать и обеспечить их защиту с помощью защищенной памяти компании Swissbit.

Такая возможность модификации устройств обеспечивает еще одно преимущество в постоянной гонке за кибербезопасностью. Методы

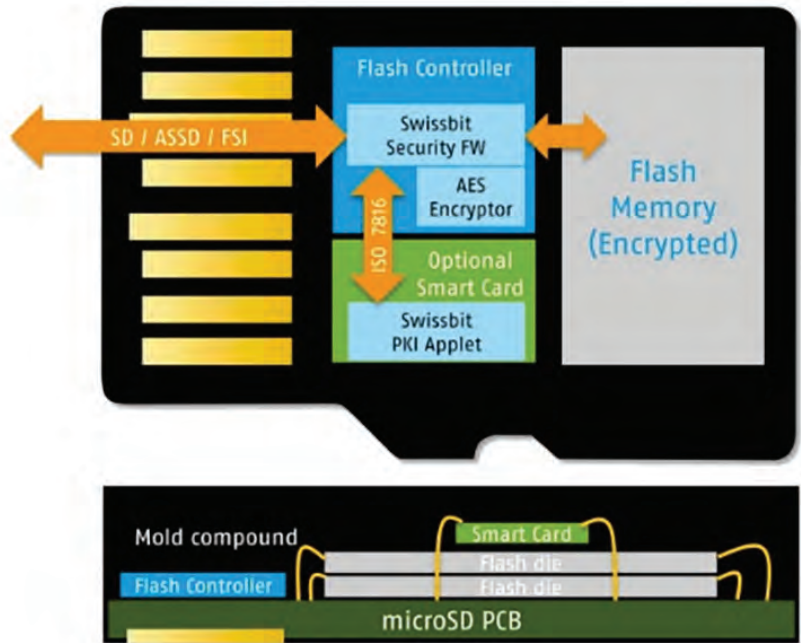


Рисунок 2. Интерфейсы памяти, например USB, можно использовать для модификации функции доверенного платформенного модуля

кибератак и защита от них развиваются циклически, и учесть их на протяжении всего жизненного цикла проекта промышленного предприятия является сложной задачей. Может возникнуть ситуация, когда необходимо присвоить новый идентификатор с улучшенными криптографическими технологиями участникам взаимодействия M2M. Модифицируемое решение компании Swissbit обеспечивает такую возможность.

## Перспективы

В ответ на быстро растущую потребность рынка во встраиваемых IoT-решениях компания Swissbit

открыла в октябре 2019 г. новое предприятие в Берлине. Этот завод оснащен самой современной передовой технологией 3D-упаковки микросхем, благодаря которой возможна разработка и производство индивидуальных конструкций «система в корпусе» и многочиповых модулей для клиентов компании. Данная технология упрощает интеграцию не только микроконтроллеров, чипов памяти NAND и криптографических модулей, но также датчиков, микросхем беспроводной связи и антенн. Использование карт памяти с TPM-модулем и блоком шифрования для обеспечения безопасности может быть только началом

с возможностью добавления дополнительного функционала, которые можно миниатюризировать и интегрировать.

## Актуальный пример технических средств защиты для систем кассовых терминалов

Структурное подразделение Swissbit по продуктам безопасности и IoT представило на одной из прошедших выставок свое решение TSE (Technical Security Equipment), позволяющее вести защищенную от несанкционированного доступа запись данных кассового аппарата.

Новости производителей

www.planet.com.tw

# Управляемый промышленный коммутатор GS-4210-24T2S от Planet

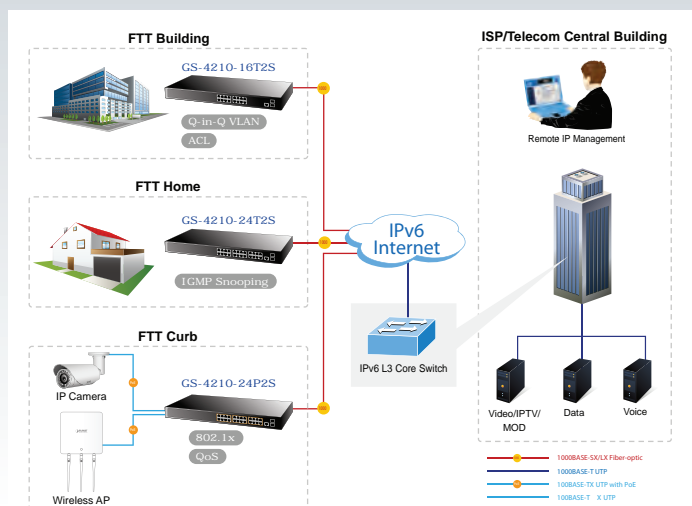


Высокопроизводительный коммутатор GS-4210-24T2S с не блокируемой архитектурой выполнен в компактном металлическом корпусе. Новая модель представляет собой 24-портовый коммутатор, являющийся оптимальным решением для таких сфер применения, как видеонаблюдение (IP-камеры), беспроводные точки доступа и другие аналогичные устройства.

Коммутатор оборудован консолью, Web и SNMP-интерфейсами управления, что позволяет качественнее использовать сетевые ресурсы и гарантировать лучшую работу сети.

### Технические характеристики

Модель	GS-4210-24T2S
Протоколы управления	Web browser/Telnet/SNMP v1, v2c, v3 HTTP/TFTP LLDP SNTP SSH, SSL
Количество портов: 10/100/1000BASE-T 100/1000BASE-X SFP	24 2
Пропускная способность	38.6 Mpps @ 64 bytes
Входное напряжение	AC 100–240 В, 50/60 Гц
Выходная мощность	14 Вт
Размеры	445×207×45 мм
Температура эксплуатации	0...+50 C



<https://planet.com.tw/en/product/gs-4210-24t2s>

## Контроль качества и упаковки в фармацевтике



Решения для хранения данных и RAID-массивов для устройств машинного зрения в фармацевтической промышленности.

**Программно-аппаратное RAID-решение компании Innodisk обеспечило производительность и сохранность всех данных, что соответствует необходимым требованиям заказчика для эксплуатации сложных.**

### Введение

Сегодня упаковка и контроль фармацевтической продукции полностью автоматизированы. Однако без участия человека требуется выполнять строгую дозировку и маркировку фармацевтической продукции. В поисках решения, которое объединило бы как высокую производительность, так и полную сохранность данных, немецкий производитель систем видео-контроля (устройств машинного зрения) обратился за помощью к Innodisk. Соединив аппаратное обеспечение с программным, была создана собственная запатентованная разработка, благодаря которой компания Innodisk смогла предложить интегрированное решение, соответствующее требованиям заказчика.

## Путь. Реализация

### E2SS-32R2 – 2,5" SSD dual M.2 RAID

- Очень высокая скорость передачи данных.
- Поддержка RAID 0/1.
- Аппаратное обеспечение RAID.

### 2× M.2 S80 3MG2-P SSD

- Емкость 256 Гбайт.
- SATA III.
- Высокая производительность.

### Инструмент управления iRAID

- Конфигурирование и отслеживание RAID.
- Простой доступ к устройствам SMART information.
- Подробная отчетность.

## Задачи

- Обеспечение качества: любая ошибка в системе может привести к неправильной дозировке или к сбою в маркировке.
- Предотвращение остановки производственного процесса: замена неисправных устройств может привести к дорогостоящему простою оборудования.
- Контроль системы: заказчики нуждались в способе, позволяющем контролировать состояние своих устройств и своевременно корректировать систему до возникновения ошибок.

## Решение

- Резервирование данных: RAID 1 с дублирующим SSD. Это означает, что система остается работоспособной даже при выходе из строя одного из дисков.
- Простота замены: в случае отказа устройства неисправный SSD можно быстро заменить, и RAID будет автоматически восстановлен после установки нового диска.
- Контрольное ПО: iRAID позволяет пользователю легко отслеживать состояние каждого устройства.

## Резюме

Компания Innodisk зарекомендовала себя надежным поставщиком аналитического и измерительного оборудования для фармацевтической и медицинской промышленности.

Если у заказчика возникают проблемы с поддержанием высокого уровня качества и чрезмерной длительностью простоев, тогда в отсутствие эффективного способа отслеживания состояния SSD было бы трудно спрогнозировать и предотвратить сбой системы. В данной ситуации, решение RAID от Innodisk представляет собой легко управляемую систему со встроенным программным обеспечением устранения любых непредвиденных ошибок и сбоев, с которыми может столкнуться заказчик. Поддерживая постоянный диалог от запроса до внедрения, создается индивидуальное решение, соответствующее Вашей области деятельности, требованиям и задачам.

[www.innodisk.com](http://www.innodisk.com)

Микроконтроллер RA6M4 с низким энергопотреблением от Renesas

- Механизм поддержки: Renesas Secure Crypto Engine
- Корпуса LQFP от 64 до 144 выводов
- Ethernet-контроллер с DMA
- Аналоговая периферия: 12-разрядные АЦП и ЦАП

Производительность до 200 МГц/ядро Arm® Cortex® M33 с Arm TrustZone®

Conrad H. Blickenstorfer (Конрад Х. Бликенсторфер)

## Новый сверхпрочный ноутбук Z14I от компании Durabook

*Новый, мощный, полностью защищенный ноутбук компании Durabook с совершенно новой конструкцией, впечатляющими характеристиками по построению и защите, а также огромным потенциалом встроенных средств настройки вступает в серьезную конкуренцию.*



В статье рассмотрим новейший, полностью защищенный ноутбук компании Durabook — DURABOOK Z14I. Этот исключительно надежный ноутбук был представлен 30 июля 2019 года известной компанией в качестве переносного компьютера, разработанного для экстремальных условий, с которыми сталкиваются военнослужащие и сотрудники полевой службы по всему миру. Компания Durabook также отметила беспрецедентный набор встроенных средств настройки, что чрезвычайно важно для удовлетворения широкого круга требований клиентов на этом рынке. С новым сверхпрочным ноутбуком Z14I компания Durabook преследует цель занять достойное место на рынке полностью защищенных ноутбуков, Getac B300, Panasonic Toughbook 31 и Latitude 7424 Rugged, которые разработаны для клиентов, требующих значительно большую долговечность и устойчивость к экстремальным условиям эксплуатации, чем может обеспечить любой обычный ноутбук.

Durabook Americas, североамериканское дочернее предприятие компании Twinhead, ранее известное как GammaTech, работает на этом рынке десятки лет, специализируясь на промышленных и специализированных/ответственных системах, способных эффективно выполнять поставленные задачи в самых тяжелых условиях окружающей среды.

Для какого применения подходят такие надежные ноутбуки, как DURABOOK Z14I, и что они могут делать? В сущности, существует четыре класса ноутбуков. Стандартные потребительские ноутбуки предназначены для работы дома, в офисе, а также, возможно, во время одной или двух деловых поездок. «Полузащищенные» ноутбуки предназначены для работы в бо-

лее разнообразных условиях, начиная от легких (например, в полевом штабе) до сравнительно более сложных (например, в транспортном средстве). Помимо этого, существуют устройства либо в полностью защищенном исполнении (такие как DURABOOK Z14I), либо сугубо военного предназначения по значительно более высокой цене.

Но разве Durabook уже не реализовал те же возможности в существующей модели DURABOOK R8300? Да, но, несмотря на то, что технологически R8300 реализован на современном уровне, сама конструкция устройства устарела и представляет класс машин, берущих свое начало четверть века назад, когда пионеры компьютеростроения начали делать стандартные ноутбуки прочнее, чтобы сделать их более пригодными к полевой работе. С другой стороны, DURABOOK Z14I обладает полностью ультрасовременной конструкцией. Президент компании Durabook Joe Guest (Джоу Гест) описывает новую машину как «пример нашей приверженности инновациям», защищенный ноутбук специального назначения с «запатентованными технологиями, беспрецедентным количеством портов ввода/вывода и безграничными возможностями настройки».

### DURABOOK Z14I — обзор

DURABOOK Z14I — это полно-размерный ноутбук с экраном 14



дюймов. Он имеет размеры 14×11 (размер указан без учета ручки (дополнительные 1,5"))×2 дюйма, а вес у прекрасно оборудованного героя нашего обзора не такой уж незначительный — 8,75 фунтов. Он заметно толще и тяжелее, чем стандартный потребительский ноутбук, но вполне соответствует классу полностью защищенных устройств, и определенно слишком изящен для военных стандартов. Если ранние ноутбуки компании DURABOOK часто имели простой и обычный внешний вид, Z141 олицетворяет прочность, целевое предназначение и утонченную элегантность, все сразу.

Таблица 1 представляет линейку полностью защищенных (Z141 и R8300) и полужащищенных (Z141, SA14 и A15AB) ноутбуков компании Durabook. Обратите внимание на значительную разницу в цене на полностью защищенные и полужащищенные модели.

Если говорить о DURABOOK Z141, то он обладает всеми привычными функциями и характеристиками потребительских ноутбуков: полноразмерная клавиатура, HDD или SSD емкостью до терабайта (и больше при наличии опционального модуля расширения), возможность установить Super Multi DVD-привод, большой выбор устройств для считывания карт (microSD Card, Smart Card, SIM, ExpressCard или PC Card), поддержка до 32 Гб высокоскоростной памяти DDR4 и множество встроенных проводных и беспроводных интерфейсов связи.

Компания Durabook известна тем, что всегда предлагает своим клиентам самые современные процессоры Intel из имеющихся в наличии. Это не всегда возможно в связи со стремительным выпуском новых поколений процессоров компании Intel. В данном случае DURABOOK Z141 поставляется с одним из четырех ЦПУ Intel 8-го поколения Core i5 и i7. Герой нашего обзора оборудован четырехъядерным процессором Core i7-8550U vPro.

Корпус DURABOOK Z141 изготовлен из высокопрочного алюминиево-магниевого сплава, дисплей закреплен к основному корпусу ноутбука усиленными петлями, и для надежности ручка для переноски интегрирована в корпус. По ощущениям он более прочен, чем любой полужащищенный ноутбук, не говоря уже о потребительских. Все порты и слоты закрыты защитными крышками. Z141 имеет полностью герметичный корпус, способный справиться не только с пролитой водой или каплями дождя, чем ограничиваются конструктивные возможности полужащищенных ноутбуков. А также, в отличие от полужащищенных устройств, у него отсутствуют вентиляционные и другие негерметизированные отверстия. Это означает отсутствие шумного вентилятора, который подвержен частым поломкам и нарушает герметичность. Вот что представляет собой полностью защищенная конструкция — максимальная защита и безотказная работоспособность в экстремальных условиях окружающей среды.

## Конструкция и внешний вид



Приведенная подборка фотографий устройства показывает DURABOOK Z141 сверху и со всех четырех сторон. Его несомненно привлекательный дизайн хорошо выглядит на картинке и еще лучше — в реальности. Прочный корпус из алюминиево-магниевого сплава означает, что компьютер не будет скрипеть и изгибаться, как это бывает с большинством потребительских ноутбуков с пластиковым корпусом. Корпус Z141 окрашен в черный цвет, верх корпуса ЖК-экрана покрыт темным матовым серебристо-серым порошковым покрытием с черными вкраплениями и местом для логотипа (ноутбуки Durabook часто продаются под другими торговыми марками). Верхняя часть корпуса ЖК-дисплея имеет рамку для придания дополнительной жесткости.

Подобно полужащенной модели S141, полностью защищенная модель Z141 прекрасно передает вид серьезного инструмента для

Таблица 1. Линейка полностью защищенных (Z141 и R8300) и полужащищенных (Z141, SA14 и A15AB) ноутбуков компании Durabook

Модель DURABOOK	Z141	R8300	S141	S15AB	SA14
Начало производства	2019	2014	2018	2015	2013
Класс защищенности	полностью защищенный	полностью защищенный	полужащищенный	полужащищенный	полужащищенный
Размеры, дюйм	14×11×2	12×11,6×2,4	13,8×11,1×1,5	14,7×10,7×1,1	13,5×9,7,1,9
Объем (кубические дюймы)	308	334	230	173	249
Вес	7,9 lb	7,9 lb	5,1 lb	5,7 lb	7,8 lb
Поколение процессоров Intel	Kaby Lake R (G8)	Kaby Lake (G7)	Kaby Lake R (G8)	Broadwell (G5)	Kaby Lake (G7)
Тепловыделение, Вт	15	15	15	15	15
Размер дисплея	14 (1920×1080)	13,3 (1024×768)	14 (1920×1080)	15,6 (1920×1080)	14 (1366×768)
Емкость основной батареи, Вт·ч	84	86	51	59	87
Время автономной работы, час	15	14	8,5	14	12
Высота падения (в футах)	6	4	4	2,5	3
Степень пылевлагозащиты	IP65	IP65	IP53	IP5x	IP53
Розничная цена, доллар США	3599	3199	1849	1999	1499



Рисунок 1. Вид слева и справа



Рисунок 2. Вид сзади

работы, общий для большинства сверхпрочных защищенных ноутбуков. Прочные петли ЖК-экрана обеспечивают приятное сопротивление при открытии и закрытии компьютера. При закрытии ноутбука подпружиненная защелка прочно удерживает крышку ноутбука, предохраняя ЖК-экран в закрытом положении. Чтобы снова открыть ноутбук, необходимо нажать на подпружиненный замок. Порты и интерфейсы расположены с левой, правой и задней стороны ноутбука.

Порты на каждой стороне расположены за пластиковыми откидными крышками со скользящими замками, которые защищают от физических повреждений, а также обеспечивают полную защиту от пыли и жидкостей. Все крышки затянуты винтами и при необходимости могут быть заменены. Два изображения дают более подробное изображение левой и правой стороны DURABOOK Z14I. На правой стороне (рисунок 1), слева направо, первым располагается отсек для основного аккумулятора. Справа от него находится большой двухъярусный отсек портов ввода/вывода, где сверху и слева располагаются два слота для карт (ноутбук, представленный на тестировании, имел слоты для PC Card Type II и ExpressCard); на нижнем уровне расположен комбинированный аудиоразъем, два порта USB 2.0 Type-A, два порта USB 3.1 Type-A (один из них можно использовать для зарядки, даже когда компьютер отключен), порт HDMI и двухсторонний порт USB Type-C.

На левой стороне находится отсек для дополнительных накопителей. Рядом с ним находится двухъярусный отсек ввода/вывода,

содержащий на верхнем ярусе слева направо слот SIM-карты, слот microSD, ползунок для включения или выключения всех радиоинтерфейсов, а также устройство чтения смарт-карт. На нижнем ярусе находится отсек, в котором можно расположить либо привод оптических дисков, либо дополнительный аккумулятор, либо контейнер для внешнего накопителя.

На задней стороне ноутбука (рисунок 2) находится разъем питания, затем еще один большой отсек интерфейсов ввода/вывода, в котором располагаются (опять слева направо) разъем DisplayPort, порт VGA, два последовательных порта DB9 RS232 и два LAN-разъема. Рядом расположен слот для кенсингтонского замка. Да, физическая безопасность остается важным вопросом.

На рисунке 3 представлено полностью собранное устройство DURABOOK Z14I. Обратите внимание на значительные размеры угловых накладок, которые обеспечивают защиту и хорошую устойчивость ноутбука. Общее количество накладок — восемь штук, каждая прикручена винтами и легко меняется. С правой стороны размещен вид снизу на Z14I со снятыми угловыми накладками и открытыми дверцами трех основных отсеков ввода/вывода, на которых четко нанесена информация о каждом порте в этом отсеке. Чего не видно, так это крышек для доступа к отсекам модулей (то есть ОЗУ, WWAN, WLAN, GPS, накопителя и т. д.). Их просто нет. Доступ к этим модулям осуществляется сверху. Таким образом, эти модули могут быть доступны даже когда Z14I подключен к док-станции.

Но не сразу становится понятно, каким же образом можно добраться до слотов ОЗУ и до других слотов расширения. Они располагаются под клавиатурой, и для доступа к ним вам необходимо ее поднять (рисунок 4). Для этого нужно снять пластиковую петлю и крышку функциональной кнопки, затем осторожно снять клавиатуру и винты, удерживающие на месте две крышки отсеков модулей.

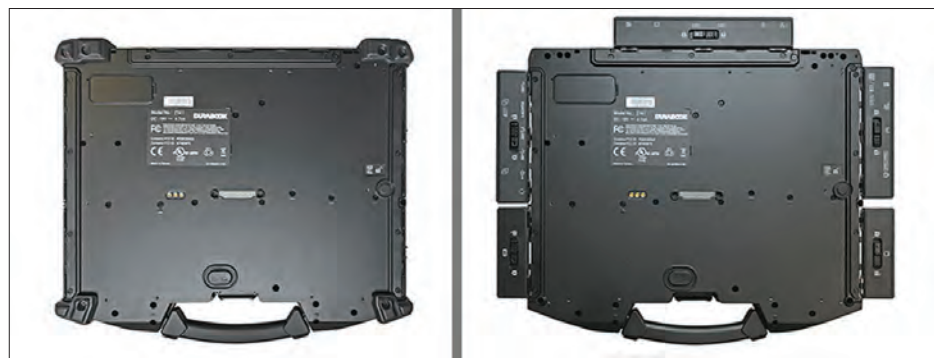


Рисунок 3. Вид снизу



Рисунок 4. Расположение слотов под клавиатурой



сте две крышки отсеков модулей. Следите за тем, чтобы два шлейфа клавиатуры были прочно присоединены к своим разъемам.

Обычно мы разбираем все устройства, тестируемые в лаборатории RuggedPCReview.com test lab, потому что надежность начинается внутри. Хорошо защищенное устройство построено надежно от начала до конца. У большинства ноутбуков снимается нижняя часть устройства, что обеспечивает полный обзор со всех сторон. Однако создатели DURABOOK Z14I использовали другой подход, при котором вся электроника содержится в прочном системном блоке, а отрывается та сторона, на которой установлена клавиатура.

Этот тип конструкции действительно является довольно удачным решением, поскольку он обеспечивает очень прочную основу, по сути, коробку с отрывающейся крышкой. Недостатком такого подхода являются плотно расположенные шлейфы и кабели между внутренними компонентами и клавиатурой.

Так или иначе, мы решили попробовать и открутили довольно большое количество винтов, которые скрепляют большой, прочный Z14I.

Однако мы решили не отсоединять все шлейфы наверху и не отделять полностью две части ноутбука. Вместо этого мы раскрыли корпус ровно настолько, чтобы можно было заглянуть внутрь. Уплотнение между нижней частью корпуса и пластмассовой верхней частью выполнено в виде пазогребневой конструкции со сменным оранжевым уплотнителем.

Мы разглядели медные трубки, которые отводят тепло от процессора и вспомогательной электроники и рассеивают его по массивному алюминиево-магниевому корпусу нижней части ноутбука. Это удивительно хорошо работает и даже без охлаждающего вентилятора крупный корпус DURABOOK практически не нагревается (рисунок 5).

Изображение было снято на нашу инфракрасную камеру FLIR One Pro во время прохождения срав-

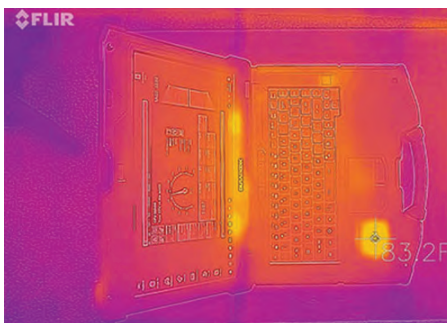


Рисунок 5. Результат сравнительного теста ноутбука Z14I

нительного теста Z14I. Зоны, окрашенные в ярко-желтый цвет, показывают места на DURABOOK, которые разогреваются сильнее всего. Даже в зоне ЦПУ было зарегистрировано немногим более 80F. Удивительно, сколько тепла может поглощать, распространять и рассеивать металлический корпус. Поддержание температуры на низком уровне непосредственно влияет на общую производительность системы. Поскольку максимально достижимые «турбированные» тактовые частоты процессора зависят от показаний температуры.

Также интересна внутренняя конструкция Z14I с многочисленными периферийными платами, дополняющими функционал материнской платы. Такой тип конструкции обеспечивает возможности для настройки, простоты замены модулей и простоты проведения технических усовершенствований.

Тестируемое нами устройство было оснащено модулем ublox NEO-M8N с одновременным приемом различных глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Важной функцией M8N является способность одновременной работы с тремя из четырех ГНСС: GPS (США), GLONASS (Россия), европейская Galileo и китайская BeiDou. Возможность одновременной работы с тремя из этих систем означает больший охват доступных спутников, что сказывается на более быстром поиске, высокой точности и более полном охвате.

DURABOOK Z14I оснащен двумя слотами памяти формата SODIMM. На нашем ноутбуке было установ-

лено два модуля DDR4 Innodisk по 8 Гб. Два разъема для установки модуля расширения PCIe M.2 нашего ноутбука были использованы для Wi-Fi (Intel Dual Band Wireless AC 9260 802.11a/b/g/n/ac с Bluetooth 5.0 в нашем устройстве) и опционального WWAN (в нашем случае был установлен Sierra Wireless AirPrime MC7355). Антенный ввод у обоих был предварительно смонтирован. Накопитель расположен внутри черного пластикового бокса с металлической крышкой, который помещается вплотную к левой стороне устройства. В базовой стандартной конфигурации DURABOOK Z14I оснащается SATA III 256GB SSD, но компания Durabook все еще предлагает установку HDD на DURABOOK Z14I. Весьма вероятно, что в скором времени HDD выйдут из списка доступных опций. Слишком привлекателен переход на маленький и намного более устойчивый к вибрациям и внешним воздействиям SSD. А с точки зрения производительности мы надеемся, что компания Durabook скоро сделает доступными накопители на основе PCIe.

Быстроразъемный контейнер с накопителем входит в состав ноутбука. Такая конфигурация часто входит в перечень корпоративных и правительственных требований. Контейнер запирается и отпирается с помощью фрикционного рычага. Непреднамеренное открытие этого рычага маловероятно.

## Клавиатура и сенсорная панель



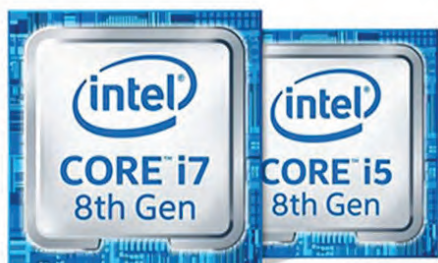
DURABOOK Z14I оснащен полноразмерной клавиатурой с 88 клавишами. Внешний вид клавиш — в стан-

дартном стиле, с плоскими клавишами и минимальным вертикальным ходом, но хорошей тактильной обратной связью, что характерно для современных ноутбуков и даже для клавиатур стационарных компьютеров. Раскладка QWERTY реализована в масштабе 100%, что означает, что расстояние между центром клавиши Q слева и центром клавиши P справа составляет 6,75 дюйма. Это идеально подходит для слепой печати. Клавиши черные с белыми буквами, цифрами и символами. Опционально может использоваться светодиодная подсветка клавиатуры с яркостью, подстраиваемой функциональными клавишами.

Тачпад расположен ниже клавиатуры. Он имеет оптимальные размеры для удобства использования, с небольшой рамкой вокруг, чтобы пальцы чувствовали края. Клавиши мыши стандартно расположены ниже тачпада. Кнопки мыши нажимаются с заметным усилием и издают различимый на слух механический щелчок. Сенсорная панель весьма чувствительна и проста в использовании. С ней можно работать даже в перчатках (если они не очень толстые).

Над клавиатурой расположены две программируемые кнопки, три световых индикатора (активность диска, numlock, capslock), а также кнопка питания/перехода в спящий режим.

## Отличная производительность



Хотя DURABOOK Z14I по внешнему виду немного напоминает полузащищенный S14I, но, судя по всему, является совершенно новой разработкой. Отсутствие сдерживания устаревшими техническими решениями дало компании шанс догнать

Таблица 2. Характеристики процессора

PROCESSOR OPTIONS	Core i7	Core i7	Core i5	Core i5
Модель	8650U	8550U	8350U	8250U
Поколение	8th	8th	8th	8th
Ядра/Потоки	4/8	4/8	4/8	4/8
Тактовая частота, ГГц	1,90	1,8	1,7	1,6
Turbo Speed, ГГц	4,2	4	3,6	3,4
Cache, MB	8 SmartCache	8 SmartCache	6 SmartCache	6 SmartCache
Тепловыделение (TDP), Вт	15	15	15	15
Smart Cache, MB	8	8	6	6
Частота графического ядра, МГц	300	300	300	300
Graphics max speed, ГГц	1,15	1,15	1,1	1,1
Intel vPro	Yes	No	Yes	No
Intel TSX-NI	Yes	No	Yes	No
Intel SIPP	Yes	Unknown	Yes	No
Intel Trusted Execution	Yes	Yes	Yes	No

или победить соперников в жесткой конкуренции на рынке полностью защищенных ноутбуков по функционалу и производительности. Технические решения — это, конечно же, движущая цель, и понятие современной компоновки никогда не простирается дальше обновления линейки или выпуска нового поколения процессоров Intel.

Так что по процессорам у нас практически паритет. Это означает наличие значительной мощности процессора, но в то же время отсутствие поддержки для Windows 7 (последнее поколение Intel, которое поддерживало Windows 7, это 6-е поколение «Skylake»), которое, по утверждению Net Marketshare site, все еще работало на 1/3 всех настольных компьютеров и ноутбуков по состоянию на осень 2019 года.

Что представляет из себя 8-е поколение процессоров Intel Core и чем оно лучше предыдущих поколений? 8-му поколению своих процессоров Intel дал скромное кодовое название Kaby Lake Refresh, но для пользователей мобильных устройств произошедшие изменения весьма заметны. Потому что в первый раз линейка процессоров для мобильных решений с низким энергопотреблением (то есть 15 Вт) получила четыре ядра и восемь потоков.

Хотя, на первый взгляд, большой разницы между 6-м, 7-м и 8-м поколением процессоров Intel Core не наблюдается (та же архитектура ядра, тот же технологический процесс 14нм, таблица 2), проведенные компанией Intel оптимизация, доработка и улуч-

шения в каждом из этих поколений приводили к заметному улучшению производительности и повышению эффективности.

Особенно заметные изменения коснулись графического ядра, с улучшенным разрешением видео 4K в Kaby Lake и Kaby Lake Refresh. Новая реализация Speed Shift позволяет ЦПУ регулировать повышенные частоты вместо операционной системы, а это означает, что процессор может разогнаться намного быстрее.

Но самым большим достижением, на наш взгляд, был переход с двухъядерных на четырехъядерные процессоры. Это сопровождается значительным уменьшением базовой тактовой частоты и увеличением максимальной частоты процессора. Идея здесь заключается в уменьшении нагрузки при выполнении обычных операций для энергосбережения. При увеличении нагрузки все четыре ядра включаются на повышенной частоте для обеспечения максимальной производительности.

Самый мощный процессор, который устанавливается на DURABOOK Z14I, — Intel Core i7-8650U. Этот передовой процессор обеспечивает более высокую базовую и повышенную тактовую частоту, несколько более быструю тактовую частоту графического процессора и Intel SmartCache 8 Мб вместо 6 Мб. Следующий на очереди Core i7-8550U, несколько более медленный процессор i7, не имеющий vPro и некоторых других встроенных технологий Intel. Далее идет Core i5-8350U, еще более медленный

и имеющий Smart Cache меньшего размера, но обладающий всеми теми же встроенными технологиями Intel, которые присутствуют у i7-8650U, включая vPro. На самой низкой ступени находится Core i5-8250U, самый медленный из четырех и не имеющий четырех технологий Intel, которыми обладают две лучшие модели процессоров. Однако все четыре модели имеют четыре ядра и восемь потоков. Полную таблицу технических характеристик всех этих четырехъядерных процессоров можно посмотреть по ссылке: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/compare.html?productIds=124968,122589,124969,124967>.

Что может отличаться в некоторых применениях, так это наличие четырех специальных технологий Intel (vPro, TSX-NI, SIPP и Trusted Execution), имеющихся в i7-8650U и i5-8350U, но не имеющихся в i7-8550U и i5-8250U. Вот что они из себя представляют:

- Более высокая защищенность и управляемость, обеспечиваемые технологией vPro, особенно востребованы для многих применений на предприятиях.
- **TSX-NI** (Transactional Synchronization Extensions New Instructions) помогает сделать параллельные операции более эффективными за счет улучшенного управления блокировками в программном обеспечении.
- **SIPP** (Stable Image Platform Program) помогает внедрять стандартизированные, стабильные платформы ПК в течение как минимум 15 месяцев.
- **Технология Trusted Execution** обеспечивает такие возможности безопасности, как изменяемый запуск и защищенное выполнение, а значит, также может быть востребована предприятиями.

Чтобы оценить производительность нового четырехъядерного DURABOOK Z14I, мы провели наше стандартное комплексное тестирование с использованием программы PerformanceTest версии 6.1, а также последней версии 9.0 от компании Passmark Software. Обе программы включают десятки тестов для ЦПУ,

Таблица 3. Сравнительная таблица

Сравнение эффективности	DURABOOK	DURABOOK	DURABOOK	DURABOOK	DURABOOK
Модель	Z14I	S14I	SA14	S15AB	U11
Начало производства	2019	2019	2017	2016	2018
Семейство процессора: Intel	Core i7	Core i5	Core i7	Core i5	Core i7
Модель процессора	8550U	8250U	7500U	5200U	7Y75
Ядра/потоки	4/8	4/8	2/4	2/4	2/4
CPU Speed, ГГц	1,8	1,6	2,7	2,2	1,3
Turbo Speed, ГГц	4	3,4	3,50	2,70	3,60
Теплоотдача (TDP), Вт	15	15	15	15	4,5
CPU Mark 6.1	9,153.2	6,850.6	5,984.5	3,536.7	3,775.3
2D Graphics Mark 6.1	366	305,4	400,7	518,4	280,1
Memory Mark 6.1	2,343.3	1,843.3	3,846.4	1,430.4	1,720.6
Disk Mark 6.1	5,002.6	4,951.9	3,893.9	3,655.5	3,997.0
3D Graphics Mark 6.1	877,7	425,5	891,1	462,8	367
Результат PassMark 6.1	<b>4,050.2</b>	<b>3,265.7</b>	<b>2,449.9</b>	<b>2,071.6</b>	<b>2,211.7</b>
CPU Mark 9.0	9,405.7	6,839.9	NA	NA	3,615.6
2D Graphics Mark 9.0	795,6	498,7	NA	NA	447,8
Memory Mark 9.0	2,987.3	2,240.7	NA	NA	2,109.1
Disk Mark 9.0	4,752.6	4,736.3	NA	NA	3,826.2
3D Graphics Mark 9.0	1,364.6	872,7	NA	NA	691,5
Результат PassMark 9.0	<b>3,935.8</b>	<b>2,726.5</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>2,084.1</b>
CM ALU	77,272	59,613	55,408	41,28	39,309
CM FPU	58,981	53,477	55,119	37,524	32,013
CM MEM	86,477	49,102	70,536	44,983	34,472
CM HDD	47,246	43,671	38,827	40,383	39,733
CM GDI	22,376	14,814	20,393	17,033	10,797
CM D2D	7,973	4,58	6,989	6,735	4,431
CM OGL	12,85	8,544	16,474	8,184	7,464
Результат CrystalMark	<b>313,175</b>	<b>233,801</b>	<b>264,046</b>	<b>231,17</b>	<b>192,17</b>

2D-графики, 3D-графики, памяти, накопителя, затем начисляют баллы за каждую категорию и общую оценку (PassMark). Также мы проводили тестирование с использованием CrystalMark, более старой системы комплексного тестирования, которая дает представление о производительности одного ядра.

Для сравнения, и чтобы иметь представление о том, какое место занимает новый Z14I в линейке полностью защищенных и полузащищенных ноутбуков компании Durabook, мы поместили результаты тестирования DURABOOK S14I, который мы тестировали ранее в 2019 году, относительно свежего ноутбука DURABOOK SA14 третьего поколения, большего по размеру DURABOOK S15AB и планшета DURABOOK U11/2-in-1. Результаты приведены в таблице 3.

Что мы можем понять из этих цифр? Будут ли четыре ядра работать в два раза лучше, чем два? Будет ли наличие четырех ядер вместо двух способствовать значительному уменьшению стандартной тактовой частоты в срав-

нении с двухъядерными поколениями процессоров? Как обстоят дела с графикой? Быстрее ли она? Ответом на эти и другие вопросы будет веское «когда как».

В исходном состоянии Z14I с процессором Intel Core 8-го поколения получил, как и можно было ожидать от совершенно новой модели с применением ультрасовременных технологий, самую высокую общую оценку (PassMark). Он легко обогнал DURABOOK S14I, оснащенный процессором Core i5 8250U, обзор которого мы делали в феврале 2019 года. В целом понятно, что, когда речь идет о процессорах Intel Core, четыре ядра с меньшей стандартной тактовой частотой будут иметь большую производительность, чем два ядра с большей тактовой частотой. Тем не менее все зависит от программного обеспечения. Если программа не содержит большое количество кода, который мог бы выполняться параллельно, большее количество ядер не приведет к повышению производительности. Если же у нас программа с большим количеством потоков,

тогда с четырьмя ядрами она будет работать значительно быстрее.

Производительность диска при тестировании дала исключительных показателей в сравнении с другими современными ноутбуками DURABOOK, и мы знаем причину. Несмотря на то, что все они отказались от сравнительно медленного магнитного жесткого диска в пользу более быстрого SSD (твердотельного диска), ноутбуки DURABOOK все еще используют устаревший SATA-интерфейс, разработанный для магнитных жестких дисков. Переход на SSD на основе PCIe NVMe мог бы значительно повысить общую производительность. Учитывая приоритет по процессорам у ведущих защищенных ноутбуков, накопитель на основе PCIe NVMe дает недорогое конкурентное преимущество.

Что касается графики, то модуль Intel UHD Graphics 620, встроенный во все процессоры Z14I, обеспечивает достаточную скорость, но пользователям, которым нужны приложения с большим объемом графических операций, вероятно, следует выбрать дискретную видеокарту NVIDIA, которая предлагалась в качестве опции для S14I и, вероятно, также предлагается и для Z14I. Наконец, обратите внимание на то, что на тестируемый нами ноутбук был установлен процессор Core i7-8550U, один из вариантов стандартной комплектации Z14I. У ноутбуков, оборудованных самой лучшей моделью процессора Core i7-8500U, производительность ЦПУ может быть выше примерно на 5%.

## Энергопотребление и время автономной работы



Одним из разочарований современной жизни является тот

Таблица 4. DURABOOK Z14I: потребляемая мощность (без нагрузки)

Уровень яркости экрана	Минимальная яркость	50%	Максимальная яркость
Режим экономии энергии	6,3 Вт (13,3 ч)	7,4 Вт (11,4 ч)	10,5 Вт (8 ч)
Высокопроизводительный режим	6,6 Вт (12,7 ч)	8,6 Вт (9,8 ч)	18,2 Вт (4,6 ч)

факт, что мобильные технологии — устройства, которые должны быть как можно меньше и легче, — это те самые устройства, которым нужен аккумулятор для длительной работы без подзарядки. А особенно выбор подходящего размера аккумулятора для ноутбука — это всегда компромисс. Большой аккумулятор обеспечивает большое время автономной работы, но это происходит за счет увеличения размера и веса.

Вес для полностью защищенных ноутбуков, конечно же, имеет значение, как и для любых других мобильных устройств, но не такое большое. Ноутбуки этого класса обычно весят 7–9 фунтов, и небольшие отклонения от этих цифр не играют большой роли. Соответственно, ноутбук Z14I компания Durabook поставляет с большим аккумулятором емкостью 84 Вт·ч весом в один фунт.

А если и этого недостаточно, существует возможность установить маленький вспомогательный аккумулятор емкостью 51 Вт·ч. Он вставляется в расширительный/медиа-отсек (вместо оптического привода или вспомогательного накопителя) и доводит общую емкость аккумулятора до внушительной цифры 135 Вт·ч.

Как долго будет работать DURABOOK Z14I на одном заряде основного аккумулятора? Нужна ли и целесообразна ли установка вспомогательного аккумулятора? Для проведения измерения энергопотребления ноутбука в различных условиях работы мы, как обычно, воспользовались приложением для тестирования управления питанием BatteryMon компании Passmark Software.

Сначала мы установили опцию «Экономия батарей» (Max Battery) в настройках электропитания Windows 10 и максимально уменьшили яркость дисплея. При этих настройках в состоянии простоя энергопотребление составило 6,3 Вт. Затем мы выставили яркость на 50%, и потребление увеличи-

лось до 7,4 Вт. Далее мы увеличили яркость до 100%, и потребление составило 10,5 Вт.

Затем мы установили опцию «Максимальная производительность» (Max Performance). На минимальной яркости в состоянии простоя энергопотребление составило 6,6 Вт. На 50% яркости потребление увеличилось до 8,6 Вт. И на максимальной яркости энергопотребление достигло 18,2 Вт (таблица 4). Откуда такая разница между работой в режиме экономии батарей и в режиме максимальной производительности? Это получается оттого, что максимальная яркость в режиме максимальной производительности будет значительно ярче, нежели максимальная яркость в режиме экономии батарей.

Что означают приведенные показатели энергопотребления применительно к автономной работе аккумуляторов? Будучи оснащен стандартным аккумулятором, наш подопытный Z14I обладает емкостью 84 Вт·ч. Поделив этот показатель на 6,3 Вт минимального наблюдавшегося нами энергопотребления, получим 13,3 часа теоретической автономной работы при постоянной работе системы. При работе в режиме максимальной производительности и максимальной яркости теоретическая продолжительность работы аккумулятора резко упадет до 4,6 часа.

Собственная оценка компании Durabook по продолжительности работы устройства со стандартным аккумулятором составляет 15 часов. Это вполне возможно (например, мы не отключали все радиointерфейсы в режиме экономии батареи). Но если нет необходимости в установке оптического привода или вспомогательного накопителя, мы бы рассмотрели вариант с установкой дополнительного аккумулятора на 51 Вт·ч. Он добавит лишь 10 унций к общему весу, но даст несколько часов автономной работы.

## Дисплей — очень яркий и хорошо справляется с бликами



Размер дисплея DURABOOK Z14I по диагонали составляет 14 дюймов и является стандартным для этого типа ноутбуков. С его разрешением экрана 1920×1080 намного более приятно работать, нежели с более низким 1366×768, которое ранее обычно использовалось для полупрофессиональных ноутбуков. Разрешение 1920×1080 составляет 157 пикселей на дюйм, что не очень много для смартфона или планшета, но хорошо подходит для Windows 10 на ноутбуке.

В то время как яркие, предназначенные для улицы дисплеи для полупрофессиональных ноутбуков доступны опционально, полностью защищенные Z14I стандартно комплектуются отличным дисплеем с освещенностью 1000 нит. К тому же имеются легко доступные режимы скрытого и ночного видения, которые могут быть востребованы некоторыми клиентами и организациями.

И поскольку на улице может пойти дождь или во время холода пользователи могут надеть перчатки, опционально устанавливаемый емкостный десятиточечный мультисенсорный дисплей Z14I, которым был укомплектован наш ноутбук, может переключаться в режимы палец/вода, перчатка или только стилус, а также сенсорная функция может быть полностью отключена.

Дисплеи компании DURABOOK имеют склонность к превышению заявленных параметров по яркости, и Z14I не является исключением. Мы пользовались оборудованием для испытания яркости RuggedPCReview и составили свою собственную карту яркости, чтобы наглядно представить яркость

Z14I. Тестовая карта показывает полосы с оттенками серого от 0 до 100% с шагом 25%. Согласно тестированию, была зарегистрирована максимальная яркость 1272 нит, что значительно превышает заявленную яркость 1000 нит дисплея Z14I. Впечатляет, этот экран не просто яркий, динамичный и легко подходит для любого использования на улице; его полуматовая поверхность удаляет большую часть раздражающих бликов, присущих большинству современных ноутбуков, и, по-видимому, дополнительно нанесено антибликовое покрытие. Как горизонтальный, так и вертикальный углы обзора почти идеальны. Отсутствуют изменения цвета и контраста, и никакого падения яркости, которым страдают некоторые экраны при обзоре под углом.

На рисунке 6 показан Z14I на улице в обычный октябрьский день около полудня. Подсветка дисплея даже не была установлена на полную яркость. Экран выглядит ярким, динамичным и абсолютно читаемым.

Полуматовый дисплей ноутбука Z14I не отражает свет; вместо этого он рассеивает прямой свет, что приводит к матовости, показанной на рисунке 7.

В целом, дисплей DURABOOK Z14I очень хорош. Он очень яркий и контрастный в помещении и сохраняет хорошую читаемость даже при ярких лучах солнца. В отличие от дисплеев на многих более старых моделях DURABOOK, IPS-дисплей ноутбука Z14I обладает отличными углами обзора со всех направлений, а это несомненный плюс. Точно так же пользователи оценят разрешение дисплея по умолчанию Full HD 1920×1080.



Рисунок 6. Яркость дисплея в обычный осенний день



Рисунок 7. DURABOOK Z14I при типичных сценариях притока света

## Полностью защищенный

Насколько мы можем судить, при создании DURABOOK Z14I компания Durabook стремилась к достижению двух целей. Одна из них заключалась в том, чтобы дать существующей модели DURABOOK R8300 нового конкурента с современным дизайном, функциональностью и характеристиками. Другая в том, чтобы выстоять или победить в конкуренции с Dell, Getac и Panasonic на рынке полностью защищенных ноутбуков с помощью абсолютно нового устройства. Хотя показа-



тели защищенности включают ряд тестов, особо можно выделить два из них. Какое падение выдержит ноутбук? И насколько хороша защита от влаги и пыли? Первый измеряется в футах, и тестирование проводится в соответствии с процедурами MIL-STD-810G (а теперь MIL-STD-810H). Второй выражается в степени защиты IP (Ingress Protection).

По этим вопросам компания Durabook обеспечила DURABOOK Z14I конструкцией, которая может выдержать падение с высоты 6 футов и имеет степень защиты IP65. Это намного серьезнее полупрозрачных ноутбуков, и с таким багажом DURABOOK Z14I может открыто противостоять серьезной конкуренции.

Практическая значимость падения с высоты 6 футов по сравнению с падением с высоты 4 футов, определенным правительственным стандартом министерства обороны, и падением с высоты 3 фута, которое обычно выдерживают полупрозрачные устройства, проиллюстрирована на картинках выше: когда вы ходите с ноутбуком под рукой и роняете его, это высота около трех футов. Но если вы роняете его во время использования — что практически неизбежно когда-нибудь случается, — это четыре фута.

Должно ли вероятное происшествие быть на самом пределе возможностей? Нет, лучше иметь запас прочности. Поэтому компания Durabook так настойчиво желала обеспечить способность выдерживать падение с высоты шесть футов.

Спереди на уплотнении, компания Durabook заявляет степень защиты IP65 для Z14I. Цифра «6» означает полную защиту от пыли, а «5» означает защиту от струй воды, подаваемых под низким давлением со всех направлений. Дождь даже не может считаться проблемой. Что касается диапазона рабочих температур, в технических характеристиках Z14I заявляются впечатляющие величины: от  $-4$  до  $140$  °F (от  $-20$  до  $60$  °C), а это означает, что ноутбук может использоваться практически где угодно.

Согласно заявлениям Durabook, Z14I имеет сертификат MIL-STD-810G на устойчивость к падению, удару, вибрации, дождю, пыли, высоте, заморозке/оттаиванию, высокой/низкой

температуре, температурному шоку, влажности, взрывоопасным средам, солнечной радиации, соляному туману и грибку. Также он имеет сертификат MIL-STD-461G на проводимость, радиацию, кондуктивную восприимчивость и восприимчивость к радиоизлучению. Хотелось бы, чтобы эти сертификаты были опубликованы на веб-сайте Durabook, чтобы потенциальные клиенты могли ознакомиться с точными параметрами тестирования.

## DURABOOK Z14I — полностью защищенный ноутбук



Полностью защищенный ноутбук Z14I занял место в линейке компании Durabook в качестве абсолютно современного инструмента для клиентов, которым нужна высокопроизводительная вычислительная мощность в полевых условиях, в автомобилях, на производстве в цеху или в любом другом месте, где не справятся ни планшеты, ни неладонники, ни даже полупрозрачные ноутбуки. Это привлекательное и впечатляющее устройство с очень ярким, антибликовым 14-дюймовым широкоформатным дисплеем, широким набором интерфейсов связи, длительной автономной работой и отличной производительностью.

С точки зрения защищенности безвентиляторный DURABOOK Z14I соответствует стандартам класса полностью защищенных компьютеров или превышает их. Безопасное падение с высоты 6 футов обеспечивает хорошую подушку безопасности, больше, чем нужно для большинства обычных сценариев падения, и степень защиты IP65 означает, что он может выдер-

жать все, за исключением полного погружения.

Официальная начальная цена \$3599 США на DURABOOK Z14I значительно превышает цену на полупрозрачные ноутбуки той же компании, но на рынке полностью защищенных ноутбуков находится на том же уровне или ниже конкурентов. Обратите внимание на то, что компьютеры DURABOOK изготавливаются на заказ и доступны в широком диапазоне конфигураций с возможностью выбора многих опций, которые могут повысить цену. Ноутбуки DURABOOK всегда хорошо выполняли свои задачи, и Z14I является продолжателем этих традиций. Поставляемый с одной из четырех моделей четырехъядерных процессоров Intel Core 8-го поколения, ноутбук получил отличные оценки по результатам комплексного тестирования. Тестируемый нами ноутбук проработал со стандартным аккумулятором более 13 часов при тестировании батарей. В качестве опции доступен вспомогательный аккумулятор.

DURABOOK Z14I оснащен отличным широкоформатным IPS-дисплеем с разрешением  $1920 \times 1080$  и яркостью подсветки 1000 нит (по результатам наших измерений получилось 1270 нит), который хорошо справляется с отражением и бликами. Тестируемое нами устройство было оснащено опционально поставляемым емкостным мультисенсорным дисплеем. Предназначенный для экстремальных условий, с которыми сталкиваются военнослужащие, работники промышленности, сотрудники полевой службы, и для схожих ответственных применений, DURABOOK Z14I, оснащенный корпусом и днищем из алюминий-магниевого сплава, большими защитными накладками и исключительно прочной конструкцией, должен служить на протяжении длительного времени.

DURABOOK Z14I в линейке товаров компании Durabook является серьезным и очень конкурентоспособным предложением на плотно занятом рынке полностью защищенных ноутбуков.

Дополнительную информацию  
смотрите на сайте  
[www.durabook.com](http://www.durabook.com)

## Группа компаний Trotec: профессиональные знания, гарантирующие наилучшие условия для успешных измерений



Оборудование торговой марки Trotec представлено на российском рынке уже более пятнадцати лет и уже успело зарекомендовать себя традиционным немецким качеством и нетипичной ценовой доступностью. Мы все привыкли, что за качество нужно платить, и платить, как правило, много. Но коллектив группы компаний Trotec не перестает доказывать, что далеко не всегда дело должно обстоять именно так.

### С чего все началось



История группы компаний Trotec началась в 1993 году с создания своего первого устройства для кондиционирования воздуха, а с 1994 года торговый отдел компании Trotec является ядром, фор-

мирующим современную Группу компаний. Координация работы отдела разработки, сервисных центров и производственных структур в Европе и Азии осуществляется из штаб-квартиры Группы компаний в немецком городе Хайнсберг, расположенном на земле Северный Рейн-Вестфалия в восьмидесяти километрах от Кельна и прямо на границе с Нидерландами.

Товарный портфель Группы компаний Trotec включает в себя широчайший спектр электроинструментов, контрольно-измерительных приборов, а также климатической техники для домашнего и промышленного применения.

Группа компаний Trotec входит в число мировых лидеров по производству мобильных и стационарных машин для кондиционирования воздуха. Торговый отдел Trotec охватывает весь спектр устройств от портативного небольшого оборудования до стационарных промышленных объектов благодаря широкому ассортименту продукции, который включает осушители, увлажнители, отопительные и приточно-вытяжные установки, очистители воздуха и вентиляторы.

### Инновационные измерительные технологии для контроля, обнаружения и локализации проблемных участков



Группа компаний Trotec также занимает одно из ведущих мест в мире в области разработок портативного измерительного оборудования.

Trotec разрабатывает, производит и распространяет инновационные измерительные приборы для мониторинга климатических условий, приборы для проведения строительных работ, контроля качества и выбросов, промышленного обслуживания, а также для обнаружения и локализации проблемных участков.

## Выгодные инвестиции: 10% на исследования

Группа компаний Trotec стала крупнейшим поставщиком продукции высшего качества, и коллектив намерен сохранить эту позицию. Такой результат достигнут прежде всего за счет ставки на квалифицированных и мотивированных сотрудников, а во-вторых, конечно же, на инвестиции в перспективное развитие. 10% оборота группы компаний в основном реинвестируется в научные исследования и разработки. Благодаря такой стратегии клиентам гарантируется быстрый темп развития продуктов, а также технологий, пригодных для использования в будущем.

## 90% собственного производства

Еще одна причина успеха Trotec Group заключается в постоянно растущем количестве продуктов, разработанных и произведенных собственными силами.

После открытия производства в Хайнсберге в 2013 году 70% оборудования профессиональной линейки было выпущено с маркировкой «Сделано в Германии». На сегодня этот показатель составляет более 90%.

В Группу компаний Trotec также входит компания TKL, ответственная за аренду оборудования, что позволяет в случае временной необходимости арендовать множество устройств из ассортимента продуктов Trotec.

## Калибровочная служба Trotec

Еще одной важнейшей частью группы компаний Trotec является собственная калибровочная служба. Являясь одним из ведущих полнофункциональных поставщиков для построения диагностического и экологического измерительного оборудования, компания Trotec предлагает возможность калибровки в строгом соответствии со стандартами ISO, технического обслуживания и ремонта всех из-



Рисунок 1. Процесс калибровки, технического обслуживания и ремонта измерительных приборов

мерительных приборов от одной компании.

## Компания «Сканти Инструментс» — эксклюзивный дистрибьютор компании Trotec

Компания «Сканти Инструментс» является эксклюзивным дистрибьютором контрольно-измерительного оборудования Trotec на территории России, осуществляет как поставку приборов, так и их сервисное и метрологическое обслуживание.

Ассортимент контрольно-измерительных приборов Trotec

состоит из более чем трехсот различных моделей и предлагает широкий выбор.

## Термография и тепловизионное обследование

Для термографии и тепловизионного обследования зданий выбор представлен тремя моделями:

- Младшая модель тепловизора, выполненного в форм-факторе планшета, — Trotec AC060V. Размер детектора составляет 80×80 пикселей, температурный диапазон от -20 до +160 °C — идеальное сочетание для ин-

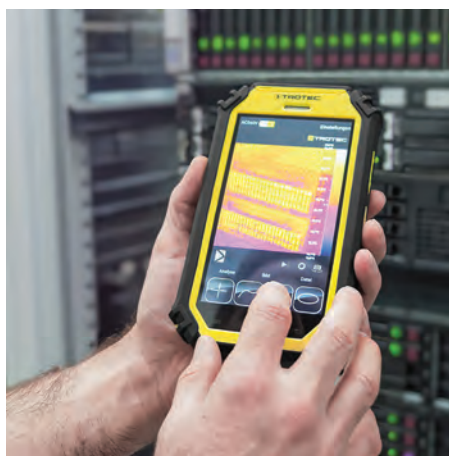


Рисунок 2. Тепловизор в формате планшета Trotec AC060V



Рисунок 3. Вращающийся сенсорный дисплей тепловизоров Trotec XC





**Рисунок 4.** Функция наложения термографического изображения на реальный снимок у тепловизора Trotec HC600



**Рисунок 5.** Измерение влажности материалов

спекции электрощитов и другого электрооборудования.

- «Золотая середина» — тепловизор с матрицей 384×288 пикселей Trotec HC300. Температурный диапазон базовой модели от -20 до +600 °С и опционально может быть увеличен до +1500 °С. Прибор также оснащен вращающимся сенсорным дисплеем и объективом 24×18.
- Флагманская модель — тепловизор Trotec HC600 с матрицей 640×480 пикселей.

### Бесконтактное измерение температуры



Для бесконтактного измерения температуры Trotec предлагает восемь различных моделей пи-

рометров, отличающихся диапазоном измеряемых температур и коэффициентом визирования. Начиная от самого простого прибора Trotec BP17, измеряющего температуру от -50 до +380 °С с коэффициентом 10:1, заканчивая профессиональной моделью Trotec TP10, с коэффициентом 75 к 1 и измеряющей температуру до +1850 °С.

### Измерение влажности материалов

Для измерения влажности материалов на выбор представлены различные методы: как традиционный с отбором пробы, так и инновационные — микроволновой и диэлектрический. Исключительная особенность микроволнового метода — это то, что прибор измеряет объемные значения влажности до глубины 30 см (рисунок 7).

### Контроль выбросов, качества воздуха и мониторинг микроклимата

Для контроля выбросов, качества воздуха и мониторинга микроклимата Trotec располагает широким ассортиментом приборов, например логгеров данных — измеряющих, в зависимости от модели, влажность воздуха, температуру, концентрацию углекислого газа, барометрическое давление. И записывающих измеренные значения устройств, способных рабо-



а

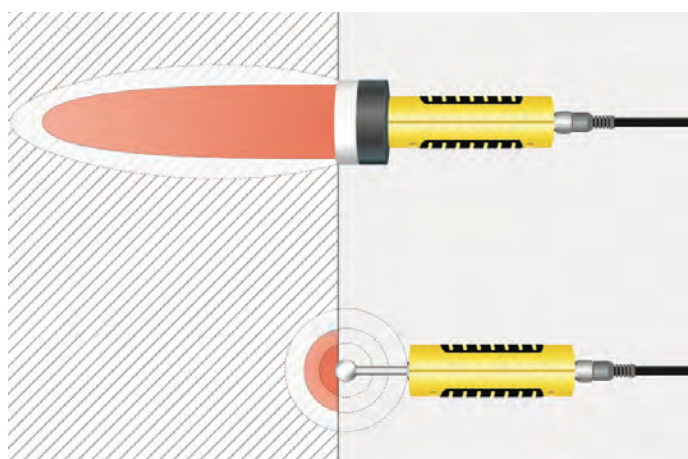


б



в

**Рисунок 6.** Приборы для измерения влажности: а) Trotec T610; б) Trotec T660; в) Trotec T510



**Рисунок 7.** Измерения микроволновым методом

тать как автономная единица, так и с возможностью их объединения в единую сеть мониторинга или добавления в уже существующую подобную сеть. Также в ассортименте присутствуют счетчики частиц (как переносные, так и стационарные для использования в офисе или дома), приборы для измерения концентраций различных газов (озона, формальдегида, метана, пропана, водорода, угарного газа и т. д.).

## Обнаружение утечек сжатого воздуха

Для обнаружения утечек сжатого воздуха используются ультразвуковые измерительные инструменты и системы.



Рисунок 8. Логгер данных Trotec DL200L, измеряющий влажность воздуха, температуру и концентрацию углекислого (CO<sub>2</sub>) газа



Рисунок 9. Счетчик частиц Trotec BQ20

## Визуальная инспекция

Для визуальной инспекции в труднодоступных местах Trotec предлагает видеоскопы и целые инспекционные системы.

Все вышеперечисленное лишь малая часть из всего ассортимента контрольно-измерительных приборов торговой марки Trotec.

Более подробно с продукцией можно познакомиться на сайте компании [www.tgsi.ru](http://www.tgsi.ru) или обратившись к сотрудникам компании «Сканти Инструментс». В офисах, расположенных в Москве, Санкт-Петербурге, есть шоу-румы, где можно «вживую» протестировать и опробовать измерительные технологии Trotec.



Рисунок 10. Инспекционная система Trotec VSP3041

## SOM-модуль phyCORE-AM65x от немецкого производителя PHYTEC



- Процессор: TI AM6548
- Архитектура: ARM Cortex-A53/ ARM Cortex-R5F
- Тактовая частота: 1.1 GHz (A53)/ 400 MHz (R5F)
- Графика: 3D GPU (PowerVR SGX544)
- Память: DRAM 2 GB базовая/ 1 GB дополнительная DDR4 ECC
- SPI Flash: 4 MB - 16 MB
- eMMC: 4 GB базовая/ 32 GB максимум
- EEPROM: 4 kB
- Источник электропитания: 5 В
- Диапазон рабочей температуры: -40°C...+85°C
- Размеры: 55 × 65 мм

Для промышленных систем связи/ автоматизации производства/ периферийных вычислений/ сетевой инфраструктуры

# Новый высокостабильный кварцевый генератор TM-2220-C7 от Micro Crystal на 32,768 кГц с КМОП-выходом



Генератор TM-2220-C7 представляет собой источник эталонной частоты с температурной компенсацией, поддерживающий режим plug and play для приложений, где требуется надежный и точный генератор. TM-2220-C7 имеет миниатюрный корпус и обладает превосходными характеристиками: максимальное потребление тока 1,5 мкА, стабильность частоты  $\pm 5$  ppm при работе во всем промышленном температурном диапазоне. Изделие откалибровано на заводе и упаковано в герметично закрытый компактный корпус DFN, размером всего 3,2x1,5x0,8 мм.

Встраиваемый генератор обеспечивает значительно лучшую стабильность, чем отдельные компоненты на печатной плате. Более того, он не требует настройки на этапе проектирования конечного изделия, что сводит к минимуму возможные ограничения при интеграции и тем самым позволяет снизить стоимость разработки и время вывода готового продукта на рынок. ТСХО малой мощности TM-2220-C7 с диапазоном рабочего напряжения от 1,1 до 3,63 В разработан для приложений, где требуется мо-

дуль компактного размера, с превосходной стабильностью и увеличенным сроком службы. Он идеально подходит для устройств с батарейным питанием: «Интернета вещей», медицинской техники, портативных устройств, счетчиков и автомобилей.

TM-2220-C7 – это новый шаг вперед в области генераторов низкой частоты. Высокая устойчивость к изменениям температуры достигается за счет интегрированного миниатюрного резонатора X-Tal, подключенного к схеме ASIC TCXO, расположенной в непосредственной близости. Компактный корпус и сверхнизкое энергопотребление во всем диапазоне напряжений делают генератор TM-2220-C7 прекрасным выбором для различных приложений.

[www.microcrystal.com](http://www.microcrystal.com)

Компания Сканти – официальный дистрибьютор компании Micro Crystal. Более подробную информацию вы можете получить у наших менеджеров по электронной почте [order@scanti.ru](mailto:order@scanti.ru) или телефонам.

e-mail: [navigator@scanti.ru](mailto:navigator@scanti.ru)

[www.scanti.ru](http://www.scanti.ru)



Полупроводники



Беспроводные модули



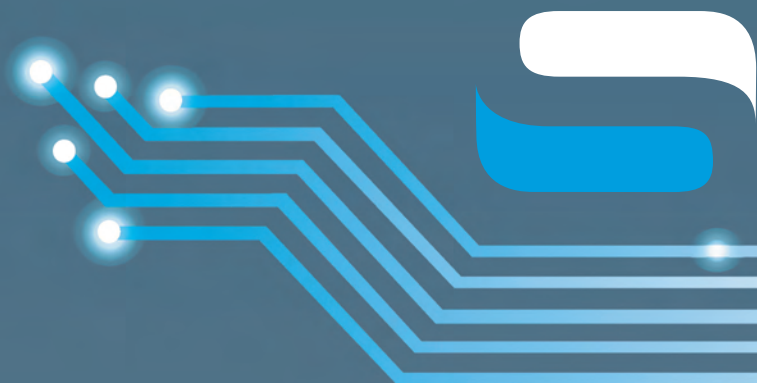
Встраиваемые компьютеры и модули



Химические источники тока



Электрохимические компоненты и разъемы



# Сканти НАВИГАТОР

в мире электронных компонентов



Полупроводники



Беспроводные модули



Встраиваемые  
компьютеры и модули



Химические источники  
тока



Электромеханические  
компоненты и разъемы

Вместе в борьбе за лидерство!



**115533, Россия, Москва**  
пр. Андропова, д.22  
БЦ "Нагатинский", 10 эт.  
Тел: +7 (499)551-9991

**195027, Россия, Санкт-Петербург**  
пр. Энергетиков, д.10-А  
БЦ "Крол", оф.602  
Тел: +7 (812) 380-8391

**305000, Россия, Курск**  
ул. Радищева, д.5, оф.7.28  
Тел: +7 (4712) 54-07-88

**220099, Республика Беларусь, Минск**  
ул. Казинца, д.4, оф.102-А  
Тел: +375 (17) 256 - 0867

**02002, Украина, Киев**  
ул. Е.Сверстюка, д.23, оф.1026  
Тел: +38 (044) 206 - 2277