

ИЗДАЕТСЯ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ ФАКУЛЬТЕТА РАДИОФИЗИКИ
И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НОВОСТИ

ОСЕННЯЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ЭНЕРГЕТИКА 2

МОНИТОРИНГ

ПЕРВЫЙ В РОССИИ ПРОТОТИП КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА 6

УМНЫЙ ДОМИК

ZIGBEE ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ 8

САМОРЕГУЛИРУЮЩИЙСЯ ГРЕЮЩИЙ КАБЕЛЬ 11

КАК ПРОВЕСТИ СКОРОСТНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ ИНТЕРНЕТ В ДЕРЕВНЕ 12

ТЕРМОРЕГУЛЯТОР ДЛЯ БЫТОВЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ 14

ОБЗОР РЫНКА

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ «РАДИОФИД СИСТЕМЫ» 18

РЕШЕНИЯ MICROSNIP ДЛЯ СЧЕТЧИКОВ РАСХОДА РЕСУРСОВ 20

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ 22

ОБЪЕМЫ ЗАКАЗОВ НА РЕШЕНИЯ BOSCH ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ ДОСТИГЛИ 13 МЛРД ЕВРО

Фолькмар Деннер 24

TG-6 СОЗДАН ДЛЯ ЛЮБЫХ ПРИКЛЮЧЕНИЙ 26

ЛИДАР: ТОЧНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОСТРАНСТВА 28

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ЦСП TEXAS INSTRUMENTS

Юрий Гончаров 30

ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТА

ОТ МЭМС – В «ОБЛАКО»: БЕСПРОВОДНОЙ
NFC-ДАТЧИК ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 36

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СИЛОВЫХ МОП-ТРАНЗИСТОРОВ
ДЛЯ РЕЗОНАНСНЫХ LLC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ 43

ADN4654 – ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ИЗОЛЯТОР LVDS-СИГНАЛОВ
ПРОИЗВОДСТВА ANALOG DEVICES 50

НАУКА

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ
ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ
Ю. Я. Кувшинов, Р. Ш. Мансуров 51

СПЛАВ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА ДАЕТ РЕЗУЛЬТАТ
Маркевич М.И., Стельмах В.Ф., Чапланов А.М. 56

ПРАЙС-ЛИСТ 60



**AMD RYZEN 3000 SERIES 16C/32T
FOR SOCKET AM4, GTX 1070 GDDR5X
AMD RADEON RX 3080, INTEL 7nm 2019**

**5.1GHz
16C/32T**

RESUMEN DE NOTICIAS 2 AL 8 DIC. 2018
TEKNOGAMERS

ЭЛЕКТРОНИКА ПЛЮС ЦИФУС

№5

сентябрь-октябрь 2019

Издание для специалистов, занимающихся разработкой и поставкой электроники, компонентов и другой продукции в различных отраслях промышленности. Издание знако-мит специалистов с новыми достижениями и разработками в области электроники, микроэлектроники, электротехники, опто-электроники, энергетики, средств связи. Публикует научные статьи ученых. Раз-мещает рекламу по теме номера.

Учредитель:

ООО «ВитПостер»

Главный редактор

Бокач Павел Викторович

m6@tut.by

+375 (29) 338-60-31

Редакционная коллегия:

Председатель:

Чернявский Александр Федорович
академик НАН Беларуси, д.т.н.

Секретарь:

Садов Василий Сергеевич, к.т.н.
sadov@bsu.by

Члены редакционной коллегии:

Беляев Борис Илларионович, д.ф.-м.н.
Борздов Владимир Михайлович, д.ф.-м.н.
Голенков Владимир Васильевич, д.т.н.
Гончаров Виктор Константинович, д.ф.-м.н.
Есман Александр Константинович, д.ф.-м.н.
Ильин Виктор Николаевич, д.т.н.
Кугейко Михаил Михайлович, д.ф.-м.н.
Кучинский Петр Васильевич, д.ф.-м.н.
Мулярчик Степан Григорьевич, д.т.н.
Петровский Александр Александрович, д.т.н.
Попеиц Владимир Иванович, д.ф.-м.н.
Рудницкий Антон Сергеевич, д.ф.-м.н.

Подписано в печать 31.10.2019.

Отпечатано в типографии
ООО "ЮСТМАЖ",
ул. Калиновского, 6 Г 4/К,
220103, г. Минск
ЛП №02330/250

Бумага офсетная.
Тираж 299 экз. Заказ 582.

Издатель ООО «ВитПостер».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/99 от 02.12.2013.

E-mail: artmanager3@mail.ru

© ООО «ВитПостер», 2019

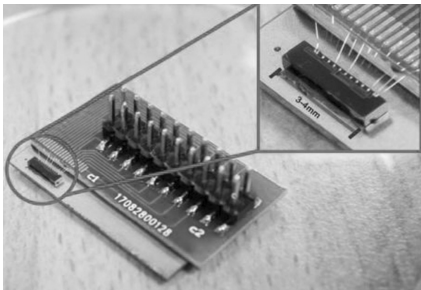
ОСЕННЯЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

Осень в этом году наступила, как всегда, неожиданно, зато новости рынка были тщательно подготовлены производителями и разработчиками. Из всего многообразия приходится выбирать те разработки, которые, по мнению редакции, будут актуальны не только в ближайшее время, но и в долгосрочной перспективе.

КВАНТОВЫЙ ЧИП, РАЗМЕРЫ КОТОРОГО В 1000 РАЗ МЕНЬШЕ ДРУГИХ ПОДОБНЫХ УСТРОЙСТВ

Исследователи из Технологического университета Наньянга (Сингапур), разработали и изготовили опытный образец нового чипа, предназначенного для использования в области квантовых коммуникаций. Объем этого чипа и сопутствующей инфраструктуры в тысячу раз меньше объема, занимаемого самыми маленькими подобными квантовыми устройствами, тем не менее, чип обеспечивает полную функциональность.

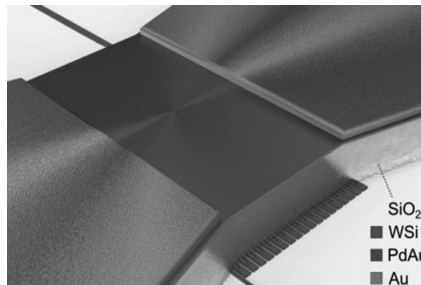
Размер чипа не превышает трех миллиметров, использует квантовые коммуникационные алгоритмы для того, чтобы скрыть значение идентификационного кода (PIN), пароля или другой критической информации, зашифровав ее при помощи квантового ключа. При любой попытке вторжения со стороны эта информация, как и квантовый ключ шифрования, безвозвратно теряется, что полностью исключает возможность несанкционированного доступа.



Малые габариты нового чипа открывают двери для внедрения квантовых коммуникационных технологий в смартфоны, планшетные компьютеры и даже умные часы. Это, в свою очередь, позволит увеличить безопасность онлайн-сделок и платежей, производимых через обычные средства коммуникации.

Еще одно преимущество квантового чипа – он может быть изготовлен при помощи существующих технологий производства полупроводниковых чипов из традиционных материалов, таких как кремний. Это делает применение нового чипа недорогим и экономически целесообразным.

ИНТЕРФЕЙС, СОЕДИНЯЮЩИЙ НАПРЯМУЮ СВЕРХПРОВОДНИКИ И ПОЛУПРОВОДНИКИ



Разработка интерфейса выполнена учеными из Национального института Стандартов и Технологий, Лаборатории НАСА по изучению реактивного движения и Ланкастерского университета, Великобритании. Группа ученых разрабатывала нейронные сети на сверхпроводящих элементах и, естественно, перед ними возникла задача создания интерфейса между сверхпроводниками и полупроводниками.

Для того, чтобы создать нейроморфный компьютер, масштаб которого сопоставим с масштабом человеческого мозга, мы должны создать триллионы искусственных нейронов и обеспечить квинтиллионы связей между ними. Для решения этой сложнейшей задачи приходится использовать сверхпроводники, оптоэлектронику и традиционную полупроводниковую электронику.

Созданный интерфейс между сверхпроводником и полупроводником представляет собой что-то вроде теплового переключателя, работающего за счет эффекта фазового перехода. Главным компонентом всего этого является нанопроводник из сверхпроводящего материала, который может находиться в двух разных фазах при той же самой температуре – в сверхпроводящей фазе и в фазе, имеющей сопротивление.

Когда через специальный проводник-нагреватель пропускается электрический ток, это вырабатывает тепло в виде фоонов, воздействие которых переводит материал нанопроводника из сверхпроводящей фазы в фазу с сопротивлением. Отключение тока приводит к обратному эффекту и

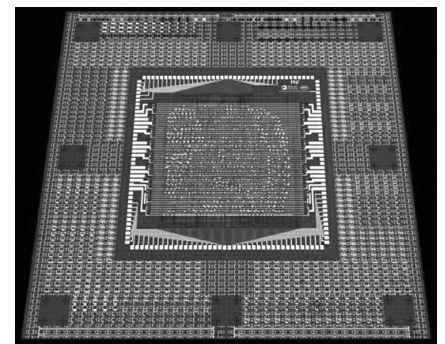
все это действует подобно обычному электрическому выключателю, только наноразмерного масштаба и работающего при температуре в несколько Кельвинов. Помимо этого, такой интерфейс выполняет функцию преобразования уровня сигналов от уровня, используемого в обычной электронике, к уровню сверхпроводящей электроники, который приблизительно в 1000 раз меньше.

Устройство является первым сверхпроводящим прибором, обеспечивающим очень большое изменение параметра проводимости активного элемента, соединяющего сверхпроводник и полупроводник. Для своей работы этот интерфейс требует гораздо меньшего количества энергии, чем другие подобные устройства.

ПЕРВЫЙ ПРОЦЕССОР НА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ

Инженеры из Массачусетского технологического института и специалисты компании Analog Devices создали первый полностью программируемый 16-разрядный микропроцессор на углеродных нанотрубках. Схема процессора, содержащая почти 15 тысяч транзисторов, является самым сложным на сегодняшний день воплощением «нанотрубочной» CMOS-логики, а сделано это все было при помощи коммерческих технологий, используемых для производства кремниевой электроники. Процессор, получивший название RV16X-NANO, со слов его создателей, является большой вехой на пути развития альтернативных видов электроники.

Новый процессор основан на открытом наборе команд RISC-V, спосо-



бен работать с 16-битными данными и выполнять 32-битные инструкции. Проблема чистоты нанотрубок решена путем проектирования электронных цепей такой конфигурации, которые не зависят от чистоты нанотрубок и позволяет использовать смеси, которые можно приобрести на рынке.

СУПЕРКОМПЬЮТЕР, СОСТАВЛЕННЫЙ ИЗ 1060 МИНИ- КОМПЬЮТЕРОВ RASPBERRY PI

Компания Oracle продемонстрировала необычную вещь — 1060 миникомпьютеров Raspberry Pi 3B+, объединенных в единый вычислительный кластер, который получил название Raspberry Pi Supercomputer. Помимо мини-компьютеров для создания суперкомпьютера были использованы другие недорогие компоненты, размещенные в специальной стойке, изготовленной при помощи трехмерного принтера. Все это вместе работает под управлением операционной системы Oracle Autonomous Linux,



что позволяет отлаживать программные решения, которые будут позже использоваться на суперкомпьютерах больших масштабов.

В каждом модуле, высотой в 2U, размещено по 21 плате Raspberry Pi

3B+. Все эти платы подключены в общую сеть при помощи 48-портовых свитчей, которые связаны друг с другом при помощи 10-гигабитных Ethernet соединений. При таком количестве вычислительных узлов создателям суперкомпьютера пришлось отказаться от технологии снабжения энергией через Ethernet (PoE), стоимость ее реализации оказалась весьма высока, и вместо этого используются обычные источники питания, подключающиеся к Raspberry Pi через USB-разъем.

Управление всем кластером осуществляет Supermicro 1U Xeon server, который выступает в роли единого хранилища и диспетчера, загружающего работой все Raspberry Pi. Вся информация выводится на 9 дисплейных панелей, которые могут одновременно отобразить данные, обработанные любыми 500 из 1060 вычислительных узлов.

dailytechinfo.org

BOSCH БУДЕТ ВЗРЫВАТЬ ЭЛЕКТРОМОБИЛИ

С распространением числа электромобилей актуальным становится вопрос их безопасности в случае аварии, когда могут быть повреждены высоковольтные провода. Это ставит под угрозу не только находящихся в салоне водителя и пассажиров, но и работников экстренных служб, оказывающих помощь.

Решение этой проблемы специалисты Bosch нашли во взрывах. Методика контролируемых мини-взрывов легла в основу решения, которое компания намерена предлагать своим клиентам. Суть в том, что в проводку



будут встраиваться пиротехнические чипы, которые по команде от полупроводников за доли секунды взрываются, разрывая цепь и одновременно изолируя провода.

Пирофузионная защита Bosch, включающая в себя несколько компактных (площадью квадратный сантиметр) и легких (масса в несколько грамм) устройств, срабатывает от датчиков подушек безопасности. Это позволяет мгновенно обесточить машину, устранив вероятность возгорания электромобиля и поражения током.

Bosch заявляет о готовности к внедрению пирофузионной защиты в серийные автомобили, но не сообщает, когда это может случиться.

bosch.com

BLACKVIEW BV9100: «ТАНК» С АККУМУЛЯТОРОМ

Наверняка многие пользователи мечтают о том, чтобы их мобильные устройства жили от одного заряда как можно дольше, и, похоже, что компания Blackview сделала всё возможное, чтобы сделать максимально долгоживущий аппарат, назвав его в итоге BV9100 — именно он и стал героем обзора. Из названия этого не следует, но ключевой особенностью смартфона стал огромный аккумулятор невероятной ёмкостью в 13000 мАч, во всяком случае так заверяет производитель. Кроме того Blackview BV9100 защищён от воды, имеет модуль NFC, да и в целом о нём будет рассказано много чего интересного, поэтому приступим к подробному разбору

его возможностей. Смартфон для людей, использующих телефон в экстремальных условиях. Не боится воды и ударов, так как защищён он по стандарту IP68. И это самый настоящий король этой подборки по автономности: производитель установил сюда аккумулятор на 13000 mAh. К столь внушительному объёму батарейки добавили функцию быстрой зарядки на 30 Вт. Параметры такие: 4/64 ГБ, процессор от MediaTek MT6765 (2,3 ГГц), двойная камера 16+0,3 MP и фронталка на 16 MP, дисплей на 6,3" FHD+. При всем при этом ценник не кусается, производитель запрашивает цену 199 американских рублей.

blackview.pro



ПРЕДСТАВЛЕН РОССИЙСКИЙ ПРОЦЕССОР BAIKAL-M ДЛЯ КОМПЬЮТЕРОВ, СЕРВЕРОВ И НОУТБУКОВ

Российская компания «Байкал Электроникс» представила на форуме «Микроэлектроника 2019» в Алуште свой новый процессор Baikal-M. Процессор предназначен для широкого диапазона устройств, как потребительского, так и корпоративных сегментов. Он подойдёт для применения в рабочих станциях, моноблоках, ноутбуках, серверах и тонких клиентах.

Также на выставке демонстрируются решения с использованием Baikal-M, созданных партнёрами компании. Генеральный директор Baikal Electronics Андрей Евдокимов прокомментировал: «Наш стенд – в числе лучших на данной выставке. Все исправно функционирует, коллеги из ИТ-сообщества смогли посмотреть не только демонстрацию нашего нового процессора Baikal-M, но и комплекс совместных с партнёрами решений на Baikal-T. Мы – единственная компания, кто представил в этом году на «Микроэлектронике» не только свои продукты, но и партнерские устройства, и это привлекло внимание многих посетителей выставки».

Baikal-M описывается производителем как отечественная система на кристалле (SoC) с 8 ядрами ARM Cortex-A57, 8-ядерной графикой Mali-T628 и «большим» набором вы-



сокоскоростных интерфейсов. Заявлено энергопотребление менее 30 Вт. Встроенные интерфейсы включают два гигабитных Ethernet, два 10-гигабитных Ethernet, три PCIe 3, два SATA 6G, четыре USB 2.0 и два USB 3.0/2.0.

Процессор представляет собой выпускаемую по 28-нм техпроцессу систему на чипе, в основе которой лежит восемь 64-битных ядер ARM Cortex-A57 (ARMv8-A) с поддержкой векторных расширений NEON и

восьмиядерный графический процессор Mali-T628 (MP8) с аппаратным ускорением воспроизведения видео в форматах H.264/H.265. Процессор обладает широким набором интегрированных коммуникационных интерфейсов и высокой вычислительной мощностью, благодаря чему он сможет найти применение в рабочих станциях, моноблоках, ноутбуках, серверах и тонких клиентах.

baikalelectronics.ru

RASPBERRY PI 4: КАРМАННАЯ ЗАМЕНА 4К-ДЕСКОПАМ

Компания Raspberry Pi Foundation представила четвертую версию популярного одноплатного компьютера. Ключевая фишка новинки под названием Raspberry Pi 4 Model B — самая производительная начинка в истории линейки. По заявлению разработчика, «карманный» ПК с ценником от \$35 способен заменить традиционный десктоп в ряде сценариев, включая воспроизведение 4К-видео.

Сердцем Raspberry Pi 4 стал процессор Broadcom BCM2711 с четырьмя ядрами ARM Cortex-A72, тактовая частота CPU – 1,5 ГГц. Объем оперативной памяти, в зависимости от конфигурации, составляет до 4 ГБ LPDDR4. Микрокомпьютер, работающий под управлением ОС Raspbian оснащён двумя портами micro-HDMI, двумя USB 3.0 Type-A и двумя «обычными» USB 2.0 Type-A. Согласно спецификации,

новинка поддерживает аппаратное декодирование H.265 и может выводить на внешний дисплей видео в разрешении 4К с частотой 60 кадров в секунду (30 fps при подключении двух 4К-мониторов). Список интерфейсов Raspberry Pi 4 Model, помимо гигабитного Ethernet-порта, включает Bluetooth 5.0 и двухдиапазонный Wi-Fi 802.11ac.

Каждое поколение оборудования Raspberry Pi приближалось к тому, чтобы стать платформой без компромиссов.



С ускорением в 2-4 раза по сравнению с предшественником и возможностью увеличения памяти в четыре раза, Raspberry Pi 4 – это продукт, который окончательно выводит нас за пределы линейки. Для большинства пользователей этого нового продукта будет сравним с опытом использования ПК.

Цена четвертой ревизии ПК стартует с отметки \$35 за версию с 1 ГБ оперативной памяти, а модификация с 2 ГБ стоит \$45, а конфигурация с 4 ГБ LPDDR4 обойдется покупателям в \$55. Компания также анонсировала фирменный Desktop Kit – набор комплектующих и аксессуаров для сборки готового микрокомпьютера, который остаётся лишь подключить к монитору для начала работы.

4pda.ru

ПРЕСС-РЕЛИЗ

Министерство энергетики совместно с заинтересованными с 8 по 11 октября 2019 г. проводят в г. Минске XXIV Белорусский энергетический и экологический форум, который включает международные специализированные выставки «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро» (EnergyExpo' 2019), «Oil&Gas Technologies», «Атомэкспо-Беларусь», «ЭкспоСвет», «Водные и воздушные технологии», «ЭкспоГород» и XXIV Белорусский энергетический и экологический конгресс.



Для подготовки и проведения Белорусского энергетического экологического форума создан Организационный комитет во главе с заместителем Премьер-министра Республики Беларусь Ляшенко И.В.

Цель проведения форума – представить современное оборудование и технологии для производства и распределения электрической и тепловой энергии, автоматизированные системы, энерго- и ресурсосберегающие технологии, оказать содействие инновационному развитию топливно-энергетического комплекса республики.

Ежегодно форум становится уникальным местом встреч энергетиков экологов Беларуси и зарубежья, способствуя тем самым расширению сотрудничества, обмену передовыми разработками и проектами.

Выставка традиционно с 1995 года привлекает внимание ведущих белорусских и мировых производителей оборудования, технологий и материалов для энергетики, экологии, энергосбережения, электротехники и является одной из самых крупных по данной тематике в странах СНГ и Балтии. В 2019 году в выставке примут участие более 300 организаций из 16 стран мира (Австрия, Азербайджан, Беларусь, Германия, Дания, Италия, Китай, Литва, Польша, Россия, США, Турция, Украина, Финляндия, Франция, Чехия, Швейцария, Эстония).

В структуре экспозиции предусмотрены отраслевые разделы Министерства энергетики, Министерства промышленности, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерства жилищно-коммунального хозяйства, Государственного комитета по науке технологиям, Государственного комитета по стандартизации, Белорусского государственного концерна по нефти и химии.

В выставке планируют участие ведущие предприятия энергетической отрасли Республики Беларусь, а также известные мировые бренды, такие как Schneider Electric,

Siemens, Posatom, Filter, Sick, Honeywell, Таврида Электрик, Eaton, Bertsch и многие другие.

Насыщенная деловая программа форума включает: форумы, конференции, семинары, круглые столы, презентации компаний-участников выставки, на которых отечественные и зарубежные эксперты представят современные технологические решения в области энергетики, нефтехимии, энергосбережения и экологии.

В ходе тематических мероприятий будет рассмотрен международный опыт реализации стратегии устойчивого развития; вопросы общественного контроля в атомной энергетике на примере Белорусской АЭС; опыт и возможности для внедрения механизмов энергосервисных контрактов для практического продвижения энергоэффективности; тенденции развития энергоснабжения аграрно-промышленного комплекса; вопросы устойчивого обращения с отходами; перспективы комплексной оптимизации энергетической системы; современные тренды – технологии интернета вещей в энергетике; умная энергетика для промышленных производств, жилых зданий и городов, технологические решения для энергетики и нефтехимии; цифровая трансформация электроэнергетики и другие.

Официальное открытие XXIV Международной специализированной выставки «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро» состоится 8 октября 2019 года в 13.00 на Протокольной площадке (Футбольный манеж, пр. Победителей 20/2).

Получить персональный электронный приглашающий билет, который дает возможность однократного посещения мероприятий форума можно после регистрации на сайте: <https://www.energyexpo.by/visitors/ticket/>.

Подробная информация размещена на официальном сайте форума.

energyexpo.by

ПЕРВЫЙ В РОССИИ ПРОТОТИП КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

В НИТУ «МИСиС» заработал первый в России прототип квантового компьютера. Устройство на двух кубитах выполнило заданный алгоритм, превысив ранее известный предел точности на 3%. В качестве основы для кубитов были взяты сверхпроводящие материалы.

Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ) «МИСиС» сообщил о запуске первого в России прототипа квантового компьютера. Конфигурация прототипа включает два кубита, основой которых служат сверхпроводящие материалы.

В ходе испытаний компьютер выполнял квантовый алгоритм решения задачи перебора, известный как алгоритм Гровера. В идеальном случае квантовый компьютер может найти правильное решение этой задачи за одно обращение к функции $f(x)$ с вероятностью 100%. Из-за малого числа кубитов прототип слишком прост для решения прикладных задач. Тем не менее, он превысил порог вероятности верного ответа, равный 50%, продемонстрировав показатель 53%.

По словам участников проекта, реализуемого в НИТУ «МИСиС» с 2016 года, квантовый компьютер на сверхпроводящих материалах – более совершенная система по сравнению с аналогами на отдельных атомах или на ионах. Алюминиевые кубиты размером 300 мкм, созданные в НИТУ «МИСиС», в отличие от кубитов на отдельных атомах, нельзя «потерять», и в отличие от кубитов на ионах, их можно выстраивать нелинейно.

Процессор для квантового компьютера спроектирован в НИТУ «МИСиС» и изготовлен в МГТУ им. Баумана. Для его работы в одной из лабораторий НИТУ «МИСиС» выстроен уникальный комплекс оборудования с криостатами, обеспечивающими работу при температурах до $-273,14^{\circ}\text{C}$, то есть близко к абсолютному нулю.

Следующими важными шагами на пути к созданию практически полезного квантового компьютера считаются демонстрация уменьшенных до размеров нескольких десятков кубитов версий прикладных квантовых алгоритмов и демонстрация квантовой коррекции ошибок. Кстати, для коррекции ошибок сверхпроводниковые кубиты подходят лучше других, поскольку из них можно выстроить двумерную структуру с локальными взаимодействиями.

Работы по созданию квантового компьютера в рамках проекта Фонда перспективных исследований ведутся в НИТУ «МИСиС» с 2016 года под руководством Валерия Рязанова, главного научного сотрудника Лаборатории сверхпроводящих метаматериалов университета. Конструкция предполагает использование в качестве основы для кубитов сверхпроводящих материалов.

Кубиты (квантовые биты) – действующая сила квантового компьютера, аналог «битов» у обычного ПК, только куда более совершенный. Если привычный нам компьютер «мыслит» и считает нулями и единицами, то есть каждый бит информации может быть закодирован

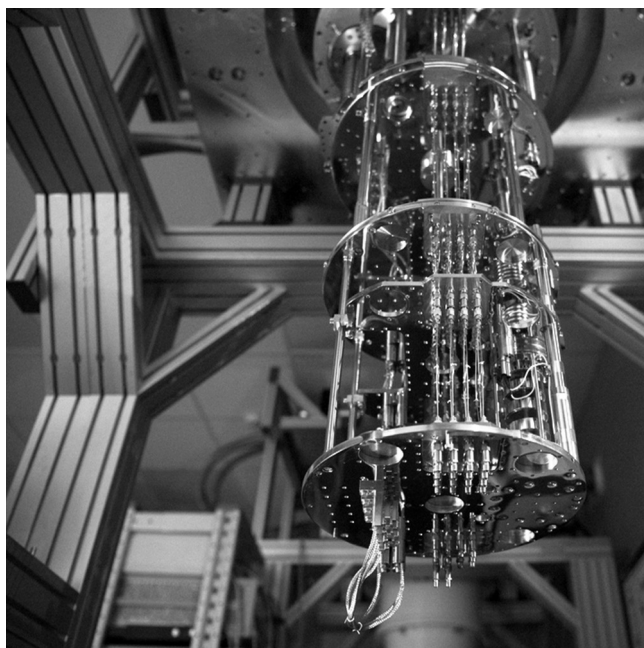
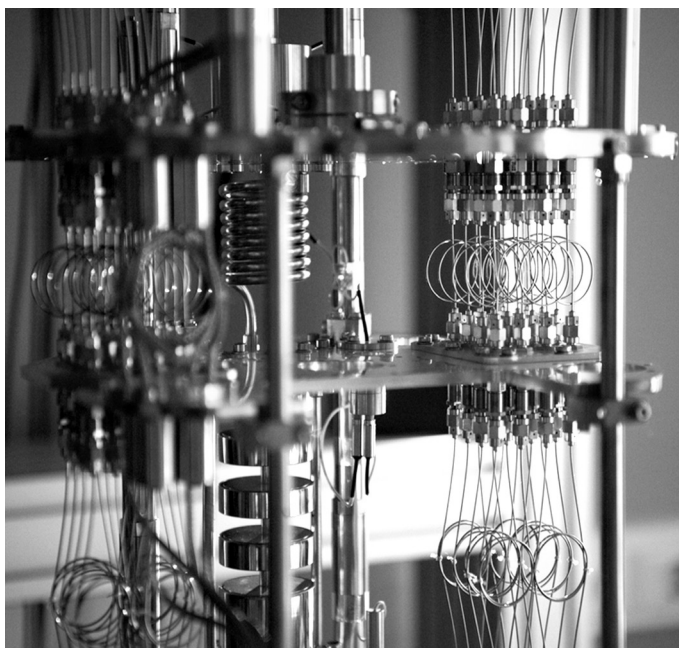
либо как «0», либо как «1», то кубит обладает свойством так называемой суперпозиции, способности находиться одновременно в обоих состояниях. Это открывает огромные перспективы, ведь при таких вычислительных ресурсах квантовый компьютер сможет обогнать самые мощные вычислительные устройства на целые порядки.

Квантовый компьютер на сверхпроводящих материалах – более совершенная система по сравнению с аналогами. Например, другими научными коллективами разрабатываются кубиты на отдельных атомах (которые могут «потеряться» из-за ничтожно малого размера) и на ионах (их можно выстраивать исключительно линейно, что физически неудобно). Созданные в НИТУ «МИСиС» кубиты сделаны из алюминия, имеют размер в 300 микрон, их нельзя «потерять», а еще можно выстраивать нелинейно.

В ходе эксперимента двухкубитный квантовый компьютер решал алгоритм Гровера – алгоритм перебора для функции. Квантовый компьютер, благодаря принципу суперпозиции, в идеальном случае может найти правильное значение x в решении этой задачи за одно обращение к функции $f(x)$ с вероятностью 100%.

«Алгоритм Гровера на двух кубитах – это очень важный шаг на пути к созданию квантового компьютера. Мы не первые в мире, кто продемонстрировал его работу, но здесь идёт речь в первую очередь о технологическом достижении. Мы показали возможность реализации всех необходимых для логических операций для





универсального квантового процессора: инициализации, однокубитных и двухкубитных операций и считывания, причём с удовлетворительным для небольших алгоритмов уровнем ошибок», – рассказал один из участников проекта инженер лаборатории «Сверхпроводящие метаматериалы» Илья Беседин.

Самая большая трудность на пути к созданию полезного квантового процессора – ошибки. В отличие от классических компьютеров, которые могут работать годами и всегда выдавать воспроизводимые и предсказуемые результаты, квантовые компьютеры подвержены влиянию шума, который искажает результаты вычислений. Несмотря на то, что созданный в НИТУ «МИСиС» процессор из двух кубитов слишком мал для решения прикладных задач, он успешно «перешагнул» порог 50%-ной вероятности верного ответа, дойдя до 53%.

Весь алгоритм состоит из инициализации двух кубитов, четырёх однокубитных операций, двух двухкубитных операций и считывания двух кубитов; ошибки в любой из которых уменьшает вероятность правильного ответа в ответе.

Чип для квантового компьютера изготавливали в МГТУ им. Баумана, а его проектированием и запуском устройства занимались уже в НИТУ «МИСиС», где в лаборатории «Сверхпроводящие метаматериалы» выстроен уникальный комплекс оборудования с криостатами, обеспечивающими работу при сверхнизких температурах до $-273,14$ градусов Цельсия, что близко к абсолютному нулю.

«Тем не менее, перед нами ещё большой путь, – добавляет Илья Беседин. – Совсем недавно в прессу попали ещё не опубликованная официально статья компании Google, которым удалось реализовать на 53-кубитном сверхпроводниковом квантовом процессоре алгоритм „квантового превосходства“. Задача „квантового пре-

восходства» – это наиболее благоприятная именно для квантового компьютера задача, которую при этом очень сложно выполнить на классическом компьютере. И если у нас преодоление „классического“ предела – это всё-таки фундаментальный результат, то результат Google – это уже ближе в практическую сторону: они смогли сформулировать и решить задачу, которую их процессор может выполнить за минуты, а мощный суперкомпьютер проверял неделями».

И даже при этом Google ещё не удалось приблизиться к тому, чтобы квантовый компьютер решал какую-либо практически полезную задачу эффективнее, чем классический. Однако пока теоритические предсказания относительно вычислительного превосходства квантовых компьютеров экспериментами подтверждаются.

Следующие важные шаги на пути к созданию полезного квантового компьютера – это демонстрация уменьшенных до размеров нескольких десятков кубитов версии «полезных» квантовых алгоритмов (например, симулятор химической реакции или основного состояния молекулы) и демонстрация квантовой коррекции ошибок. Вот именно для коррекции ошибок, кстати, сверхпроводниковые кубиты подходят лучше всего: их можно организовать в двумерную решётку с локальными взаимодействиями и параллельными вентилями, которая необходима для «поверхностного кода» – самого простого с точки зрения требований и к точности операций.

«Мы тоже хотим двигаться в эту сторону, но с моей точки зрения в квантовых вычислениях важно не только „больше“, но и „лучше“: сверхпроводниковые кубиты, которые мы сейчас используем, получают довольноными дорогами и дают много ошибок. И перед тем, как делать сотни и тысячи кубитов, на мой взгляд, стоит ещё поработать над самой базовой единицей – кубитом», – подводит итог Илья Беседин.

misiss.ru

ZIGBEE ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ

Прокладка проводных сетей обходится достаточно дорого, поэтому все большую популярность набирают беспроводные сети. Проблема в том, что для нормального функционирования беспроводной сети необходимы либо подключение к сети 220 вольт, либо очень мощные автономные источники питания, либо устройства, отличающиеся минимальным потреблением энергии. В этой статье мы расскажем о технологии ZigBee, которые помогают решить эту задачу.

Для управления умным домом просто необходима система от ZigBee, которая сможет не только принимать сигналы с пульта управления, но и самостоятельно выполнять какие-то программы. Обычно такая система состоит из:

- центрального контроллера, в роли которого может выступать планшет, смартфон или компьютер;
- сети, соединяющей центральный контроллер и исполнительные устройства.

Протокол и спецификация ZigBee, в основе которого лежит стандарт IEEE 802.15.4, как раз и предназначен для автономных сетей с минимальным потреблением электроэнергии. У этой спецификации есть как преимущества, так и недостатки, поэтому она не является универсальной.

- протоколе и спецификации ZigBee;
- его отличиях от аналогов;
- его сильных и слабых сторонах;
- устройствах, необходимых для создания сети ZigBee.

очень много электроэнергии. По мере развития микроэлектроники компоненты умного дома становились все меньше и эффективней, а также снижалось потребление ими электричества. Затем от проводных сетей произошел переход к беспроводным, которые обладали существенным достоинством – их можно было прокладывать, не портя отделку и дизайн помещений.

Однако беспроводные устройства не могли долго работать без внешнего источника питания, что существенно снижало возможности по их использованию. Высокое энергопотребление было следствием огромной производительности, которая зачастую была избыточной. Поэтому появилась нужда в новом протоколе и стандарте, которые бы идеально подходили для сетей нижнего уровня. От таких сетей не требуют высокой скорости передачи данных, ведь их задача передавать сигналы на включение и выключение конкретных устройств с максимальной надежностью и минимальным энергопотреблением. Так и появился ZigBee.

Положительные качества ZigBee

Положительных качеств у этого протокола хватает:

- крайне низкое энергопотребление, из-за чего одной батарейки AA хватает на 2–3 года работы одного устройства;

ZigBee – описание

Первые попытки сделать «умный дом» начались много десятилетий назад. Сначала все оборудование было громоздким и неэффективным, к тому же потребляло

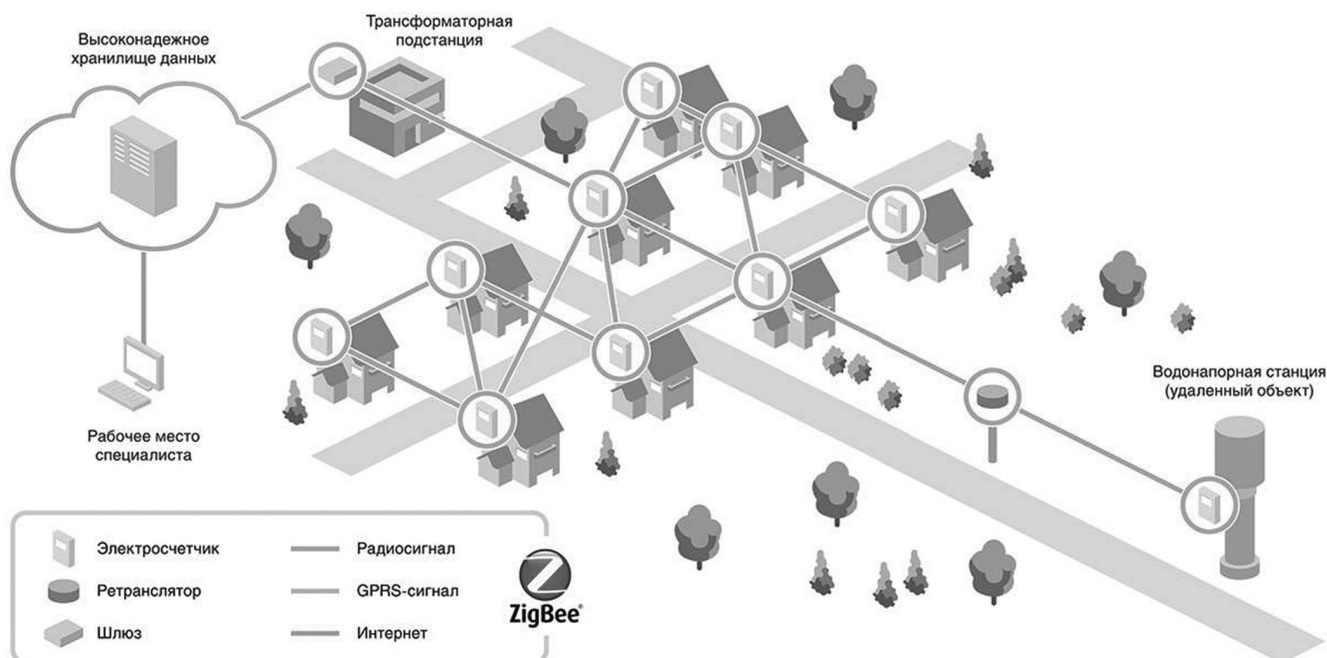


Рисунок 1 – Так работает ZigBee сеть

- относительно невысокая цена (если сравнивать с оригинальными деталями других стандартов);
- высочайшая надежность сети и способность к самообучению и самовосстановлению;
- помехозащищенность.

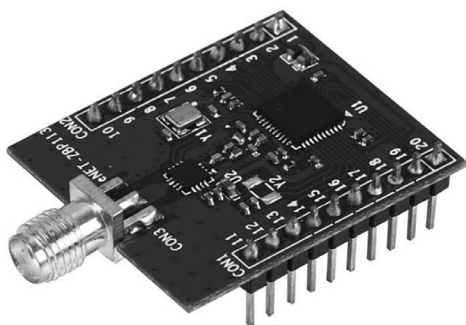


Рисунок 2 – ZigBee модуль

Снизить энергопотребление удалось за счет подключения функции перехода в спящий режим и снижения максимальной скорости передачи информации до 250 килобит (кбт) в секунду, что гораздо меньше скорости, которую обеспечивают сети Wi-Fi, 3G и их аналоги. Поэтому у сети ZigBee нельзя использовать для передачи данных, не относящихся к работе устройств. Низкое энергопотребление устройств ZigBee оказывается существенным плюсом для тех сетей, которые не предназначены для передачи больших объемов информации, например, охранных сигнализаций, систем управления светом или медиасистем с раздельной регулировкой громкости в каждой комнате.

По сравнению с оригинальными устройствами других похожих стандартов, элементы ZigBee действительно стоят недорого, хотя и обходятся куда дороже большинства китайских блоков. Надежность сетей ZigBee

основана на их ячеистой структуре – в случае повреждения одного из элементов, оставшиеся маршрутизаторы самостоятельно построят новый путь для прохождения сигналов. Благодаря квадратурной фазовой модуляции (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying или 4-PSK) и уплотнению спектра сигнала (DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum) помехозащищенность превосходит этот параметр любых других беспроводных систем.

Минусы ZigBee

Несмотря на массу положительных качеств, у стандарта ZigBee хватает и недостатков, главный из которых – отличия в спецификациях разных производителей. Поэтому нередко устройства стандарта ZigBee, выпущенные разными производителями, несовместимы друг с другом. Исключения составляют устройства, которые помечены надписью ZigBee-certified, однако их стоимость гораздо выше обычных устройств ZigBee.

Таблица 1 – Сравнение ZigBee и других популярных сетей

Технология беспроводной передачи данных (стандарт)	ZigBee (IEEE 802.15.4)	Wi-Fi (IEEE 802.11b)	Bluetooth (IEEE 802.15.1)
Частотный диапазон	2,4–2,483 ГГц	2,4–2,483 ГГц	2,4–2,483 ГГц
Пропускная способность, кбит/с	250	11 000	723,1
Размер стека протокола, байт	32–64	более 1000	более 250
Время непрерывной, автономной работы от батареи, дни	100–1000	0,5–5	1–10
Максимальное количество узлов в сети	65 536	10	7
Диапазон действия, м (средние значения)*	10–100	20–300	10–100
Области применения	Удаленный мониторинг и управление	Передача мультимедийной информации (Интернет, электронная почта, видео)	Замещение проводного соединения

* Примечание. Диапазон действия зависит от материалов среды между приемником и передатчиком. Например, железобетонные перекрытия и электромагнитные помехи снижают максимальную дальность связи. На открытой местности в зоне прямого видения максимальное расстояние может достигать 300 м. В офисных зданиях расстояние равно примерно 50 м. В заводских корпусах оно меньше 50 м.



Рисунок 3 – Сенсорные панели и координаторы ZigBee

Еще один недостаток связан с невозможностью использования любых устройств стандарта ZigBee в системах наблюдения. Ведь сети ZigBee не поддерживают передачу данных, не связанных с режимом работы устройств, поэтому не могут передавать никакой сторонней информации.



Рисунок 4 – Маршрутизатор ZigBee

Основные элементы сети ZigBee

Вот основные элементы сети и их описание:

- координатор;
- маршрутизатор;
- конечное устройство.

Задачей координатора является построение сети, то есть включение в нее остальных элементов. Именно координатор определяет, какой элемент подключен к сети, а какой нет. Маршрутизаторы хоть и подчинены координатору, но самостоятельно определяют оптимальный путь для передачи информации от координатора к конечному устройству и наоборот. Поэтому в случае повреждения одного маршрутизатора происходит автоматическая прокладка нового маршрута в обход поврежденного узла. Конечные устройства – это датчики и управляющие работой исполнительных механизмов ключи (контроллеры). Благодаря тому, что большую часть времени конечные устройства проводят в спящем режиме, снижается их энергопотребление и увеличивается время работы от одной батареи. В отличие от конечных устройств, которые получают питание от батарей, маршрутизаторы нуждаются в постоянном подключении к сети, ведь они потребляют гораздо больше энергии, чем конечные устройства и не могут переходить в спящий режим.

Оборудование ZigBee

Многие производители, входящие в альянс ZigBee, предлагают не отдельные устройства, а готовые комплекты для управления тем или иным процессом. При этом разные комплекты сочетаются между собой только когда они изготовлены одним производителем, или по одной спецификации, о чем написано на их упаковке. Стоимость оборудования зависит от:

- производителя;
- назначения и сложности элемента (блока);
- места покупки.

Стоимость деталей от малоизвестных китайских производителей всегда меньше, чем от лидеров этого рынка. При этом по функциональным возможностям китайские детали мало чем уступают дорогим брендовым аналогам. В большинстве случаев, разница между китайскими и брендовыми деталями заключается в надежности – срок службы китайских изделий меньше в 1,5–3 раза.

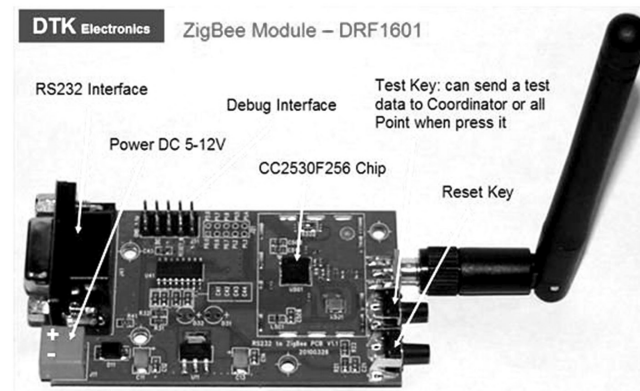


Рисунок 5 – Маршрутизатор ZigBee без корпуса и источника питания

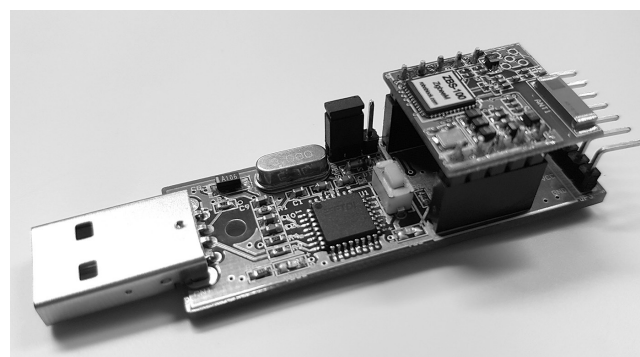


Рисунок 6 – ZigBee USB адаптер

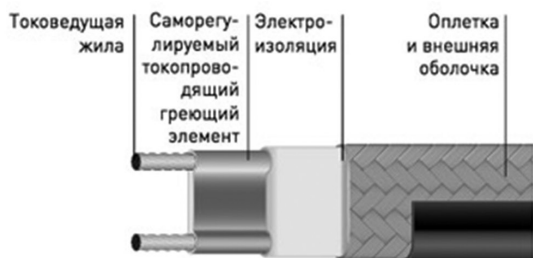
Дешевле всего покупать детали на площадках Али-Экспресс, eBay или их аналогах, но там представлены только китайские детали и комплекты. Надежные европейские и азиатские детали и комплекты необходимо приобретать в специальных магазинах, которые торгуют оборудованием для умного дома.

umniedoma.ru



САМОРЕГУЛИРУЮЩИЙСЯ ГРЕЮЩИЙ КАБЕЛЬ

Саморегулирующийся греющий кабель – современный и экономичный способ обогрева труб. Его более высокая цена (в сравнении с резистивным греющим кабелем) многократно окупается в процессе эксплуатации. Это достигается за счет сокращения расхода на обогрев, поскольку саморегулирующийся кабель не постоянно потребляет электроэнергию, а только в те моменты, когда нужно выровнять внешнюю температуру и температуру обогреваемой поверхности. То есть включение обогрева происходит лишь по необходимости.



Как устроен саморегулирующийся кабель

Эффективная автономная работа саморегулирующегося кабеля достигается за счет его особого устройства. Греющий элемент таких кабелей выполнен из полимеров и проводящего углерода и расположен между токоведущими жилами. По всей длине кабеля возникают токопроводящие дорожки, число которых меняется в зависимости от температуры – за счет этого и достигается однородная температура обогреваемой поверхности.

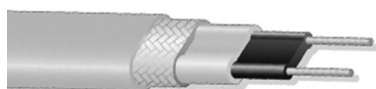


Сравнительная таблица саморегулирующегося и резистивного греющего кабеля

	саморегулируемый	резистивный
Распределение тепла	Способен автоматически менять мощность на разных участках в зависимости от температуры среды	Нагревается по всей длине одинаково
Условия использования	Работает в условиях перепада температур	Работает только в однородной среде, в неоднородной есть высокий риск перегрева и сгорания
Особенности комплектации	Охлаждается и нагревается без использования электронных регуляторов и датчиков температуры	Нельзя использовать без терморегулятора
Стойкость к скачкам напряжения	Высокая стойкость	Средняя стойкость
Возможность укладки в перехлест	Возможна	Невозможна
Возможность нарезки	Можно нарезать на отрезки нужной длины	Используются только отрезки фиксированной длины
Цена	Высокая	Низкая
Стоимость обогрева	Низкая	Высокая



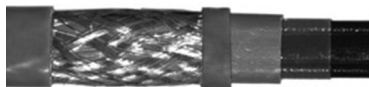
THERMON



HEAT TRACE
SETTING THE STANDARDS LEADING THE WAY



ENSTO



FINE
Korea



Raychem



BARTEC



CCI СПЕЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ



TSHEAT

prom.tepm.ru

КАК ПРОВЕСТИ СКОРОСТНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ ИНТЕРНЕТ В ДЕРЕВНЕ

Для современного человека интернет становится всё более необходимым средством связи. Если раньше уже только одна электронная почта казалась прорывом технологий, то сегодня, благодаря интернету, можно не ходить в офис и работать на самого себя из любой точки планеты, заказывать товары на дом, поддерживать связь с родными и близкими, а также овладевать дистанционно многими полезными навыками.



В городе, чтобы подключиться к интернету, достаточно выбрать провайдера. Но за городом качественный доступ к сети до сих пор может оказаться проблемой. Какие вообще есть варианты подключения к мировой паутине. Проводной интернет:

- ADSL – работает через телефонную линию.
- Ethernet – работает через сетевой кабель оператора.
- Оптоволоконно – высокоскоростной интернет, который передаётся по оптоволоконному кабелю.

Беспроводной интернет:

- Спутниковый – только одноканальный, при этом в Беларуси запрещено использование двухканального спутникового интернета.
- Мобильный – через оператора сотовой связи.

В этой статье мы рассмотрим самый недорогой и доступный вариант подключения к интернету посредством мобильной связи в сети 3G и 4G.



Рисунок 1 – Направленная антенна для усиления 3G-сигнала

На сегодня большая часть территории Беларуси покрыта 3G-сетью. Мобильный интернет предоставляют все белорусские мобильные операторы – Life, МТС и Velcom. Если в вашей местности телефон качественно ловит сеть одного из мобильных операторов, то можно просто раздать сигнал с телефона на остальные домашние устройства по wi-fi, при этом радиус действия такой сети будет небольшой. Но если вы хотите построить качественную wi-fi сеть с интернетом, имея в распоряжении только 2G или слабый 3G-сигнал, то это вполне возможно.

Итак, для проведения интернета в деревне вам понадобится:

- 3G-модем;
- wi-fi роутер с входом usb;
- антенна для усиления 3G сигнала.

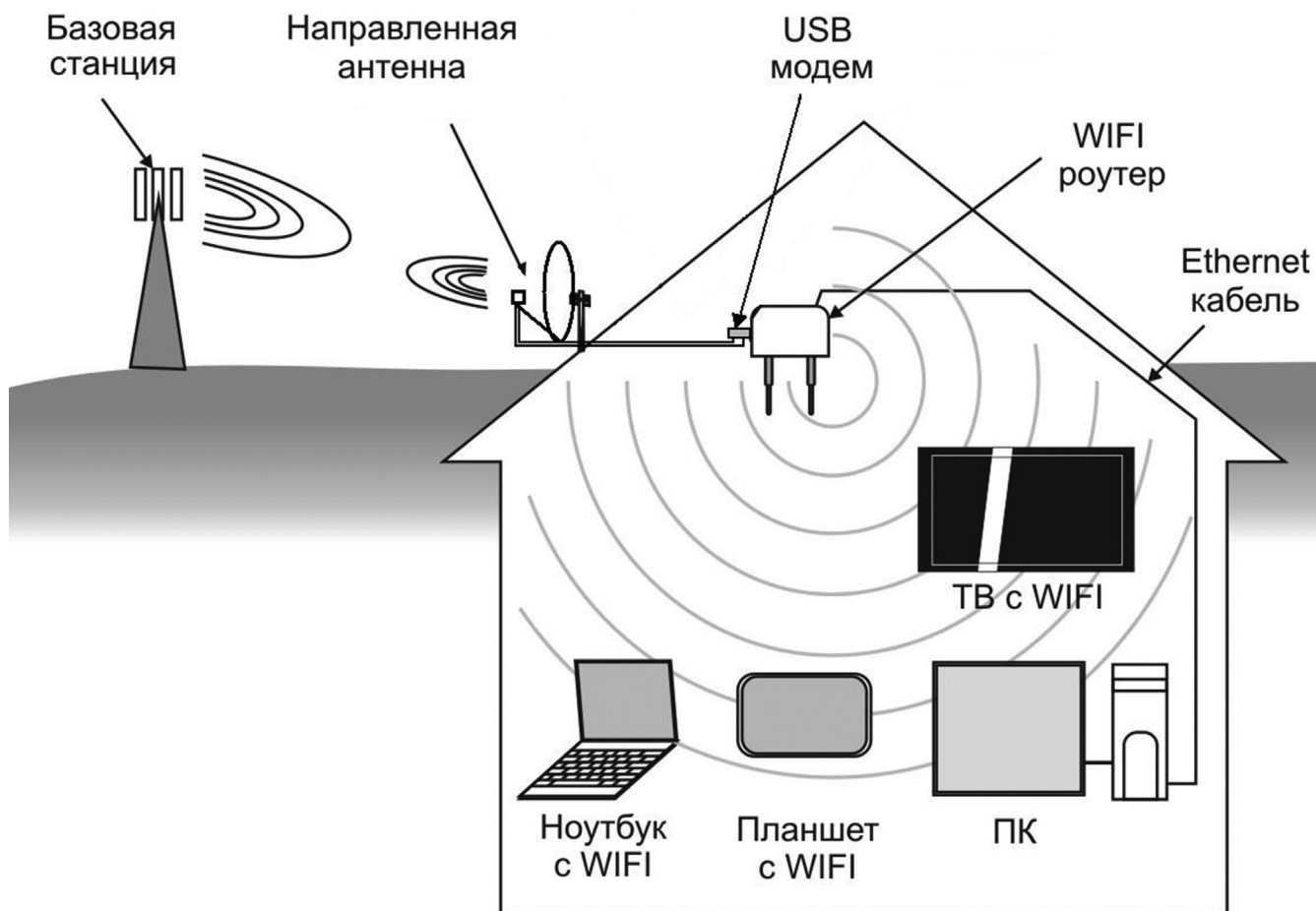
Для начала нужно узнать, какой оператор работает в вашей местности лучше всего. Сделать это можно по уровню сигнала на телефоне, нужны будут сим-карты всех трёх операторов связи (проще попросить у друзей телефоны тех мобильных операторов, которых у вас нет). Самый большой охват сельской местности на сегодняшний день предоставляет компания Velcom, на втором месте МТС и на третьем – Life. Поэтому с большой долей вероятности ближайшая 3g вышка будет от Velcom.

Лучше купить новый 4g-модем в виде флешки, который относительно недавно появился в продаже, потому как в старых 3g скорость будет примерно в 3 раза ниже.



Рисунок 2 – Wi-fi роутер с входом usb

Подключите модем к компьютеру, откройте браузер и проверьте скорость подключения. Сделать это можно, например, при помощи яндекс интернетометра. Теперь,



когда вам известны начальные параметры, можно заняться усилением сигнала и установкой сети wi-fi.



Рисунок 3 –
USB-модем

Начнём с того, что 3G/4G-модем нужно подключить к порту usb на роутере wi-fi. В моём случае я подключаю 3G-модем через usb-удлиннитель к довольно старому роутеру-маршрутизатору Zyxel Keenetic, с него по дому будет раздаваться сигнал wi-fi. Прочитайте внимательно настройки вашего роутера, чтобы он работал с внешним модемом. Возможно понадобится настроить профиль подключения оператора сети. Обратите внимание на самую важную деталь – поддержку протоколов. Дело в том,

что разные провайдеры используют разные протоколы для предоставления Интернет-доступа: PPTP, L2TP, PPPoE. Нужно, чтобы приобретаемый маршрутизатор обязательно поддерживал тот протокол, который использует ваш провайдер. Для этого узнайте у Интернет-провайдера нужные данные, а затем проверьте, чтобы в технических характеристиках маршрутизатора был указан тот же протокол.

К модему подключается антенна усиления сигнала (например, направленную антенну 3G Connect Street).

Бывают разные схемы подключения (читайте инструкцию антенны). В моём случае нужно поместить 3G-модем-«флешку» в резонаторный блок-съёмник сигнала, который соединён коаксиальным кабелем с направленной антенной.

Теперь нужно поднять антенну как можно выше и направить её на вышку мобильной связи. Для этого удобно пользоваться программой Netmonitor, которая работает только на android. С помощью этой программы можно узнать о точном местоположении вышки сотовой связи, а также узнать информацию о текущей и соседних сотах (уровне сигнала, типе сети и основных параметрах сигнала).

В Netmonitor есть карта местности, где вам станут видны ближайшие вышки мобильной связи, а также подсвечена синим цветом та вышка, к которой вы подключены в данный момент. Направьте антенну в сторону вышки с наиболее качественным сигналом.

Теперь, когда сигнал мобильного оператора через антенну усиливается и ловится 3g-модемом, подключённым в роутер, самое время раздать с этого роутера wi-fi. Замеряем уровень усиленного сигнала (сделать это можно с помощью того-же интернетометра). У меня скорость с антенной выросла примерно в 3 раза.

Осталось подключить к домашней wi-fi сети домашние устройства и пользоваться всеми теми благами цивилизации, которые несёт нам интернет.

downshifter.by

ТЕРМОРЕГУЛЯТОР ДЛЯ БЫТОВЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ

Сейчас активно продвигаются различные концепции «умного дома», при этом подразумевая, что этот дом имеет значительную площадь, много комнат и есть потребность всем этим управлять. Но ведь подавляющее количество людей живет в небольших домах и квартирах. А вот для них-то у маркетологов интересных предложений нет. Зато такие предложения есть у инженеров. В данной статье рассматривается простейшая система автоматизации обогрева небольшого дома или дачи, и даже с элементами удаленного управления. Дешево, но не сердито!

■ АМИР ГУМАРОВ

Назначение бытового регулятора температуры

Удобно, когда работает обогреватель и не требует к себе дополнительного внимания. Еще хорошо, когда его совсем не надо выключать, а если станет прохладно в комнате, снова бежать и включать в сеть. Следить за температурой в помещении помогают термостаты. Причем самый простой и популярный вариант среди потребителей – розеточный.

Розеточный, он же, терморегулятор, устанавливаемый в розетку. Это устройство, позволяющее добиться оптимальной температуры в доме/квартире/офисе. С помощью температурного датчика оно контролирует температурный режим в конкретном помещении, ориентируясь на показатели, заданные пользователем.



Рисунок 2 – Вариант термостата, устанавливаемого в розетку, наиболее прост в монтаже, не требует инструментов и специальных навыков

Терморегулятор: назначение и принцип работы

Находясь в офисе, хочется, чтобы ничего не отвлекало, а все мысли были сосредоточены только на рабочем процессе. Достичь этого помогает оптимальный температурный режим в помещении. Хорошо, если не нужно в холодную пору года приносить с собой теплый джемпер, чтобы слегка согреться, бегать к обогревателю или кондиционеру, устанавливая и меняя настройки. Регулировать температуру в помещении поможет терморегулятор.



Рисунок 1 – Внешний вид терморегулятора

Одно из существенных преимуществ использования розеточных термостатов – не нужно приглашать специалиста для их монтажа. Справиться с установкой способен любой человек, впервые столкнувшийся с прибором.

Розеточный терморегулятор выглядит как розетка-переходник или накладка. С обратной стороны у него имеется вилка для подключения в сеть, а с лицевой – розетка, в которую предстоит вставить вилку бытового обогревателя.

Многие модели термостатов можно использовать не только для контроля работы обогревательных приборов, но и для кондиционеров, светильников, электрических чайников и прочей техники, питающейся от электричества. В зависимости от типа прибора отличаются его возможности и, соответственно, количество настроек, которые можно совершать.

Особенности работы розеточного термостата

Для начала работы потребуется вставить терморегулятор в обычную розетку, которая будет использоваться для включения бытового обогревателя. Его работа не зависит от типа обогревательного прибора, марки и производителя. Важно лишь одно – чтобы мощность обогревателя не превышала допустимое значение мощности, на которое рассчитан термостат.

Далее нужно установить желаемые настройки температурного режима для конкретной комнаты. Вставить вилку обогревательного прибора в разъем терморегулятора. Все – обогреватель начнет греть помещение, пока температура в нем не достигнет верхнего предела температурного диапазона, установленного хозяином.



Рисунок 4 – Настройка диапазона желаемых температур происходит с помощью специальных кнопок, размещенных на лицевой части устройства

Принцип работы розеточного термостата заключается в том, что специальный датчик собирает информацию о температуре вокруг себя. Если она достигает нижней границы, установленной пользователем, то срабатывает реагирующий механизм – реле или биметаллическая пластина и цепь замыкается.

Соответственно, обогревательный прибор, подключенный через термостат, получает доступ к электричеству и начинает работать на обогрев. Когда комната прогрелась, а ее температурный режим достиг верхней границы диапазона, установленного хозяином, датчик фиксирует это.

Реагирующий механизм получает информацию и закрывает доступ к электросети. Если устройство оснащено биметаллической пластиной, то она, нагреваясь, сама размыкает цепь, и подача электроэнергии к обогревателю прекращается.

По схожей схеме работают и регуляторы температуры теплого пола. А вот терморегуляторы радиаторов отопления функционируют по другому принципу. Такие термоголовки устанавливают непосредственно на отопительный прибор.

Виды термостатов для обогревателей

Рынок изобилует предложениями о покупке терморегуляторов. Производители предлагают такое обширное разнообразие моделей, среди которого несложно потеряться. Все устройства отличаются внешним видом, цветом, используемым для производства материалом, выполняемыми функциями, типом настроек, стоимостью.



Рисунок 5 – Стационарный вид термостатов предстоит сначала монтировать на стену, а затем подключить провода, используя схему подключения, приведенную в инструкции к конкретной модели

В зависимости от типа монтажа термостаты делят на два типа:

- стационарный – прибор устанавливают в стену, подключаясь к проводке;
- переносной или розеточный – можно свободно переносить и использовать в любой комнате.

Большим спросом среди покупателей пользуется терморегулятор, устанавливаемый в розетку. Простота подключения, настройки и использования покоряет многих потенциальных клиентов.

Ведь подключив обогреватель через розетку-термостат и задав режим работы на неделю, можно спокойно уезжать в командировку. Все растения будут находиться в комфортных условиях, а счет за электричество не испугает.

По типу расположения датчиков температуры терморегуляторы делятся на:

- модели с выносным датчиком;
- термостаты со встроенным датчиком.

Выносной датчик обычно расположен на конце кабеля, присоединенного к самому регулятору. Длина провода может быть самой различной – как короткая, так и довольно внушительная. Чаще всего встречаются модели с длинным кабелем от 1,5 м до 3 м и с коротким – от 10 см

до 20 см. Длина кабеля у моделей с выносным датчиком может достигать 3 м и более, все зависит от модели

По конструкционным особенностям бывают такие виды терморегуляторов: *механические; электронные; GSM управляемые; Wi-Fi регулируемые.*

Механические модели

Такие термостаты считаются самыми простыми и доступными по цене. В них основным реагирующим элементом служит биметаллическая пластина. Регулировка и настройки прибора происходят с помощью рычага или поворотного колесика.

Основная сложность заключается в монтаже – механические модели устанавливаются в стену и подключаются к питающему проводу. Из-за этой особенности многие потенциальные клиенты, не имеющие опыта монтажа электрооборудования и соответствующих инструментов, отказываются от механических моделей.

Электронные терморегуляторы

Работают благодаря наличию электронной схемы. Она состоит из датчика, выходного реле, накладных/сенсорных кнопок управления, иногда поворотного колесика, микропроцессора, обрабатывающего входные команды и выдающего сигналы, термометра (резистивного датчика), измеряющего температуру. У этого типа контроллеров есть монитор, выводящий заданные значения температур. Для питания электронным термостатам нужно 24 В. Среди них есть программируемые модели, в которых можно настраивать режимы работы на день, ночь, выходной, рабочий, на неделю. Такие электронные терморегуляторы могут работать от встроенного, от выносного или от двух вместе датчиков температуры.

Повышение температуры снижает сопротивление датчика, в определенный момент, когда достигнута критическая заданная температура срабатывает термостат и размыкает цепь – отключается обогреватель. И наоборот.

GSM управляемые контроллеры

Устройства позволяют посылать команды из любой точки, главное, чтобы была мобильная связь в месте установки розеточного термостата и в месте нахождения его хозяина. Для их работы требуется сим-карта мобильного оператора, которая устанавливается в специальный разъем контроллера.



Рисунок 7 – В устройствах, контролируемых по sms, с обратной стороны есть специальное гнездо для установки sim-карты

Многие GSM управляемые устройства имеют обширные возможности контролировать не только температуру воздуха в доме, но и включение бойлера, кофеварки, электрического чайника или других приборов. Основной недостаток этих моделей – стоимость, которая может достигать довольно высоких пределов. Модели, умеющие принимать команды о включении и выключении обогревателя посредством звонка или sms-сообщения, удобно контролировать, находясь на значительном расстоянии от них.

Переносные приборы GSM-управления устанавливаются в обычные розетки, предварительно пополнив счет и активировав, новую СИМ-карту.

Wi-Fi регулируемые термостаты

Дорогостоящие и многофункциональные розеточные терморегуляторы. Многими из них можно управлять как с помощью sms-сообщений и звонков, так и с использованием интернета. Обязательное условие – наличие в доме Wi-Fi-связи.

Нюансы выбора терморегулятора

Приняв решение о покупке розеточного термостата для контроля работы бытового обогревателя, предстоит подобрать нужную модель. Ведь важно, чтобы покупка полностью удовлетворила все требования и пожелания покупателя.

Рынок терморегуляторов, устанавливаемых в розетку, изобилует разнообразными моделями. Впервые столкнувшись с необходимостью такого рода покупки, надо предварительно определиться, каким критериям должен соответствовать прибор. От предъявляемых к нему требований напрямую будет зависеть стоимость.

Во-первых, выбирая контроллер для своего обогревательного прибора, надо обратить внимание на модели, контролирующие температуру воздуха. Ведь есть устройства, следящие за температурой в самом обогревателе. Такой вариант не позволит достичь максимально комфортных условий в нужной комнате.

Во-вторых, следует учитывать мощность своего обогревателя. Она не должна превышать максимально допустимую нагрузку на терморегулятор. Производители чаще всего выпускают модели, выдерживающие нагрузку в 2 кВт, 3 кВт, 3,5 кВт.

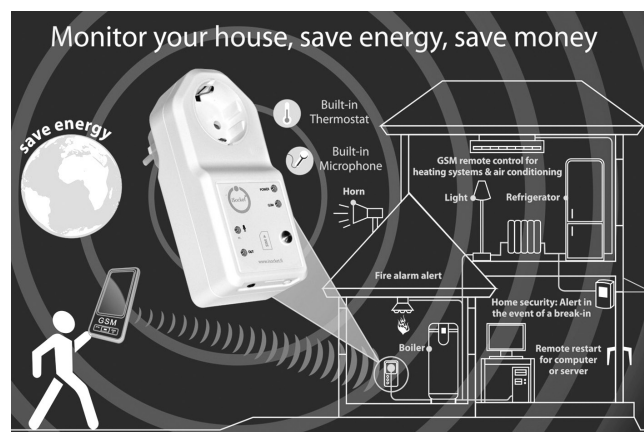


Рисунок 8 – Розеточные контроллеры, управляемые по интернету и телефону, являются самыми дорогими в этом сегменте. Но количество выполняемых функций с легкостью компенсирует этот недостаток

Оптимально, если потребности обогревательных приборов будут на 30% меньше, чем указано в технических данных контроллера.

С обратной стороны розеточного контроллера часто производитель наносит информацию об его основных технических параметрах – мощности, напряжении, регулируемом диапазоне и прочие

В-третьих, важное значение имеет назначение помещения, где предстоит установить розеточный термостат. Каждая модель устройств имеет индивидуальные технические характеристики, в том числе, диапазон регулируемых температур.

Возможные значения температурной градации:

- -5°C до +45°C;
- 0°C до +100°C;
- -15°C до +30°C;
- и другие варианты.

В зависимости от предназначения комнаты следует подбирать терморегулятор с соответствующим температурным диапазоном.

В-четвертых, нужно решить, какие еще функции должен иметь покупаемый прибор. Если ему предстоит только контролировать работу бытового обогревателя, включая и выключая его при необходимости, то это будут более дешевые модели.

В случае, когда требуется вариант терморегулятора, умеющего принимать команды через интернет и присылать отчет об их выполнении, речь пойдет о совсем другом уровне цен. Эти умные приборы, помимо программируемого температурного режима на каждый день недели, способны управлять и другой техникой, находящейся в доме.

Использовать модели с такими возможностями лишь для контроля работы обогревательных приборов целесообразно в загородном доме. За пару часов до приезда можно прислать с телефона или по интернету команду о нагреве помещений до +19°C.

На все остальное время, когда дачей никто не пользуется, можно установить режим нагревания воздуха в комнатах до +7°C. Такая температура поможет поддерживать комфортные условия для мебели и растений при экономном расходовании электроэнергии.

Модели, управляемые с телефона и компьютера, можно оставлять без присмотра. Если прекратится электропитание, прибор успеет уведомить о случившемся владельца

В-пятых, подбирая оптимальную модель контроллера, можно заметить, что приборы западных производителей стоят немного дороже отечественных аналогов, хотя качество многих недорогих устройств находится на высоком уровне.

Чаще всего покупают розеточные терморегуляторы таких производителей, как Sardo (Китай), Deegre, Devolt, Terneo, Tessla, Digitor, Enaut, Hager EK051 (Франция), Socket и другие.

В-шестых, не стоит забывать про степень защиты прибора (IP). В большинстве случаев она составляет IP20. Такие модели категорически запрещено использовать в ванных комнатах и других помещениях с повышенным уровнем влажности. В целях безопасности для подобных комнат следует выбирать модели, у которых степень защиты IP44 и выше.

Дополнительный критерий выбора терморегулятора – цвет и форма, которые позволят ему гармонично вписаться в существующий интерьер комнаты. Что касается размера, то все предложения отличаются компактностью. Также существуют модели, в которых предусмотрена защитная блокировка от детей.

Правильная установка терморегулятора в розетку

Чтобы приобретенный контроллер хорошо выполнял возложенные на него обязанности, следует правильно его установить, учитывая особенности конкретного помещения. Также важно задать нужный температурный режим, и тогда он сможет контролировать работу бытовых обогревателей, делая ее максимально эффективной.

Нельзя подключать к розеточному терморегулятору обогревательные устройства, мощностью более, чем у самого контроллера. Это приведет к поломке

Для правильного восприятия датчиком термостата температурного режима помещения желательно установить его на высоте 1,2–1,5 м от уровня пола. Очень хорошо, если в нужной комнате имеется розетка, расположенная на таком уровне.

В противном случае можно использовать розеточный терморегулятор с выносным датчиком на длинном кабеле – 1,5-2 м. Такой датчик можно расположить в месте, удобном для измерения средней температуры воздуха в комнате.

Не стоит размещать датчик над радиатором отопления или рядом с ним, у окна или на подоконнике – это мешает получить правильные данные о температурном режиме.

Устанавливать устройство нужно только в рабочую розетку. Бытовые обогреватели, подключаемые через терморегулятор, должны быть исправными. Важно, чтобы их мощность соответствовала нагрузке, которую способна выдержать конкретная модель контроллера.

Включив терморегулятор в розетку, нужно выполнить настройки, в соответствии с которыми ему предстоит включать и выключать бытовой обогреватель. В зависимости от приобретенной модели сами настройки и их количество может существенно отличаться.

Полезно перед началом использования устройства ознакомиться с инструкцией, чтобы не возникло вопросов по его настройке

С каждым прибором обязательно в комплекте идет подробная инструкция. В ней хорошо описывается процесс внесения настроек в память устройства, его технические характеристики, возможные режимы работы, а также правила безопасной эксплуатации.

Выводы

Выбрав оптимальную модель терморегулятора и правильно установив его в розетку, можно сделать свою жизнь значительно комфортней. Теперь, чтобы поддерживать в доме/офисе нужный температурный режим, не придется постоянно уделять внимание обогревателю, включая и выключая его. Термостат сам будет контролировать этот процесс, учитывая установленные пользователем настройки, что поможет экономно расходовать электроэнергию.

sovet-ingenera.com

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ «РАДИОФИД СИСТЕМЫ»

Компания Радиофид Системы была образована в 2005 году и на сегодняшний день занимает лидирующие позиции на российском рынке беспроводных решений. Продукты, поставляемые компанией, востребованы в широчайшем спектре отраслей: вендинговом бизнесе, АСКУЭ, распределенном бизнесе, системах охраны и мониторинга, телекоммуникационных компаниях и других.

Высокая конкурентоспособность продукции Радиофид Систем достигается за счет постоянно растущего модельного ряда и поддержки наиболее передовых технологий – LTE, LoRaWAN, NB-IoT, WiFi, BLE, ГЛОНАСС и т.д. Все поставляемые решения проходят обязательную сертификацию и всестороннее тестирование (механические, климатические и температурные испытания).

Основная цель компании – предоставление клиенту надежных и качественных решений, направленных на максимальную оптимизацию его бизнеса. Радиофид Системы своевременно сообщают актуальную информацию обо всех своих продуктах и чутко прислушиваются к пожеланиям клиентов, стремясь удовлетворить их потребности независимо от сложности и масштаба проекта.

Работа компании Радиофид Системы заключается в поставках только современной продукции, соответствующей высочайшим стандартам качества. Решения могут быть изменены под конкретную задачу клиента исходя из его текущих потребностей.

Мы гордимся сотрудничеством со своими партнерами и всегда поддерживаем с ними открытые, дружественные отношения. Наши клиенты – это ведущие производители платежных терминалов, тепло- и газосчетчиков, вендинговых автоматов, охранных систем, рекламной продукции и т.д. Среди заказчиков компании – «Сбербанк России», ОАО «ЮганскНефтеГаз», ГМК «Норильский никель» и многие другие. Благодарим, что Вы доверились нашим решениям в области беспроводных технологий!

Новые модемы iRZ ATM31.A и iRZ ATM31.B

Представляем вашему вниманию новинки серии беспроводных промышленных 3G/GPRS-модемов ATM – iRZ ATM31.A и iRZ ATM31.B. Устройства разработаны компанией iRZ Электроника, признанным лидером M2M-индустрии в России.



Модемы iRZ ATM31 – это 3G-версия надежных, проверенных годами эксплуатации GSM/GPRS-модемов ATM21.

- Работа в режимах «клиент» и «сервер» осуществляется параллельно. Модемы поддерживают одновременно до 5 соеди-

нений, причем для каждого из них можно задать свой режим работы.

- Модемы оснащены двумя интерфейсами: RS-232 и RS-485, функционирование которых может осуществляться параллельно.

- Технологии передачи данных: HSPA, WCDMA, EDGE, GPRS, CSD, SMS, USSD.

- Модемы позволяют сразу нескольким организациям независимо друг от друга опрашивать устройства, подключенные одновременно по двум интерфейсам.

- Настройка и обновление программного обеспечения осуществляется с помощью удобного приложения – ATM Control SE.

Отличия представленных моделей:

- iRZ ATM31.A – без встроенного блока питания ~220В

- iRZ ATM31.B – со встроенным блоком питания ~220В

Оба модема имеют возможность работы от внешнего блока питания (напряжение питания DC от 7 до 40 В).

Роутер iRZ RL22w

Многофункциональный роутер iRZ RL22w предназначен для передачи данных по сетям сотовой связи. Поддержка LTE/UMTS/HSPA+/EDGE/GPRS обеспечивает высокоскоростной доступ к сети Интернет (прием до 100 Мбит/с, передача до 50 Мбит/с). Ключевая особенность RL22w – наличие Galileo/GLONASS/GPS-приемника для определения местоположения устройства.

RL22w имеет внешние интерфейсы RS232, RS485, а также 7 GPIO, работа которых гибко настраивается. В роутере предусмотрены четыре порта Ethernet для подключения локальных устройств. Применение двух SIM-карт делает возможным резервирование связи и работу по расписанию.

Ядром RL22w является высокопроизводительный процессор MIPS. Операционная система Linux обеспечивает высокую эффективность и бесперебойность работы роутера. Открытая платформа позволяет встраивать программное обеспечение и тем самым расширять функционал RL22w.

Роутер поддерживает следующие сетевые функции: DNS, DynDNS, SSH Server, TFTP Client, Wget, SNMP, DHCP Server, VRRP, Firewall, NAT, NTP Client, VLAN. Поддержка туннелей GRE, IPSec и OpenVPN обеспечивает защищенность передаваемых данных. Предусмотрено резервирование интернет-соединения – при обрыве проводного подключения к сети Интернет RL22w передает данные по беспроводному каналу. Широкий диапазон рабочих



температур (–40...+65°C) позволяет использовать роутер в различных климатических условиях.

Высокая скорость передачи данных, открытая программная платформа и широкий диапазон рабочих температур позволяют применять роутер RL22w для подключения к Интернету компьютеров и сетей, платежных и POS-терминалов, торговых аппаратов и банкоматов, промышленного оборудования, систем удаленного мониторинга и управления, а также систем охраны и видеонаблюдения.

Спецификация

Аппаратная часть:

- Процессор MIPS 24KEc 580 Mhz
- Динамическое ОЗУ 64 MB
- Flash-память 16 MB

Стандарты связи:

- GPRS
- EDGE
- UMTS (3G)
- HSPA+ (3G)
- LTE FDD/TDD (4G)
- IEEE 802.11b/g/n (Wi-Fi)

Дополнительные функции:

- Пробо́рос портов для доступа к ресурсам локальной сети
- Клиент DynDNS для обновления информации о доменном имени при использовании динамического IP-адреса

- Туннели GRE, PPTP, EoIP, IPSec, OpenVPN, DMVPN/NHRP, L2TPv2/v3

- Удалённый доступ к внешнему устройству через COM-порт по TCP/IP

- Синхронизация внутренних часов с внешними источниками

- Отправка SMS через Telnet и через Web-интерфейс
- Резервная SIM-карта
- Обслуживание, управление и мониторинг (OAM) через Web-интерфейс

- DHCP Server
- Firewall (iptables)

Интерфейсы:

- 4x 8P8C — Ethernet 10/100 Мбит/с
- Microfit4 – разъем питания
- Внешний COM-порт, который может использоваться для сбора данных или для управления оборудованием средствами дополнительного программного обеспечения по интерфейсам RS232 и CAN (требуется конвертер интерфейсов)

- Разрывной клеммный коннектор:

- Сбор данных или управление оборудованием средствами дополнительного программного обеспечения через интерфейс RS485

- 7 GPIO с настраиваемой конфигурацией

- 2 x SMA-разъем GSM-антенны
- 2 x RP-SMA разъем Wi-Fi-антенны
- 1 x SMA-разъем GPS-антенны
- 2 x слот SIM-карты
- Слот карты microSD
- Кнопка сброса настроек

Электрические характеристики:

- Напряжение питания от 8 до 30 В
- Потребление при напряжении питания 12 В – 1000 мА
- Потребление при напряжении питания 24 В – 500 мА

Физические характеристики:

- Алюминиевый корпус
- Габариты, не более: 121x118x40 мм
- Вес: не более 300 г
- Диапазон рабочих температур: от -40°C до +65°C

На сайте компании Вы совершенно бесплатно можете скачать уникальные программные решения, разработанные ведущими программистами компании Радиофид Системы. Представленное ПО структурировано по направленности – здесь доступно решение для создания среды передачи данных и управления оборудованием с помощью беспроводных технологий, а также программы для настройки и тестирования модемов iRZ. При разработке программного обеспечения были учтены многие пожелания наших клиентов. Компания Радиофид Системы рекомендует использовать данные решения при работе с модемами производства iRZ.

radiofid.ru

РЕШЕНИЯ MICROCHIP ДЛЯ СЧЕТЧИКОВ РАСХОДА РЕСУРСОВ

В СТАТЬЕ ОПИСАНЫ СЕМЕЙСТВА МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ PIC16 И PIC18 КОМПАНИИ MICROCHIP, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ РАСХОДА РЕСУРСОВ. ПРИВЕДЕНЫ ИХ ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Преимущества электронных счетчиков

Электронные счетчики по сравнению с механическими обладают рядом преимуществ. Во-первых, благодаря компактному размеру и отсутствию подвижных частей они обладают повышенной надежностью и прочностью. Это позволяет работать при сложных условиях, например на улице. Электронные счетчики более безопасны. Они имеют защиту от несанкционированного доступа. Повышенная точность и возможность программной настройки параметров позволяет вести учет ресурсов наиболее эффективно и удобно для пользователя. Кроме того, упрощается процедура автоматического считывания показаний, становится возможной тарификация (например, автоматический перевод тарифа в зависимости от времени суток, определение размера предварительной оплаты и т.п.). Для электронных счетчиков энергии немаловажным достоинством является возможность работы с нелинейными нагрузками и нагрузками, имеющими маленький коэффициент мощности. Все больше устройств представляет собой реактивную нагрузку, в то время как механические счетчики, как правило, рассчитаны на работу с активной нагрузкой. Наконец, калибровка электронных счетчиков намного проще, чем механических.

Электронный счетчик можно разделить на несколько функциональных частей: блок временных отсчетов, датчик, дисплей, модуль связи, управление энергопотреблением.

Микроконтроллеры Microchip семейств PIC16 и PIC18 отлично подходят для применения в электронных счетчиках коммунальных ресурсов. Реализованная в них технология оптимизации энергопотребления nanoWatt позволяет не только сократить расход энергии, но и обезопасить работу, сохранив текущие параметры при внезапной потере питания. В подавляющем большинстве случаев источником питания для счетчиков коммунальных услуг является электросеть или источник постоянного тока (батарея, аккумулятор).

Счетчики с питанием от сети

Для счетчиков с питанием от сети задача управления энергопотреблением более сложна, особенно когда речь идет об отключении питания, которое может произойти, например, в момент записи в энергонезависимую память.

Для рассматриваемого типа счетчиков существуют как трансформаторные, так и бестрансформаторные схемы питания.

Бестрансформаторные схемы предпочтительны, поскольку они проще и меньше по размеру. Управление мощностью потребления счетчика помогает уменьшить массогабаритные показатели.

В качестве резервного ИП может использоваться конденсатор большой емкости, ионистор или неболь-

шой литиевый аккумулятор. Во всех новых семействах PIC-микроконтроллеров (PIC16 и PIC18) реализована технология управления потреблением nanoWatt. Эта технология позволяет снизить потребление и повысить надежность счетчиков коммунальных ресурсов. Фактически устройства с nanoWatt не только обладают наименьшим в отрасли потреблением и широким диапазоном напряжений, но и предоставляют очень гибкий набор функций «умного» управления энергопотреблением.

Технология nanoWatt предусматривает 7 режимов работы, каждый из которых что позволяет быстро переключаться на наиболее подходящий тактовый генератор в каждый момент времени.

Стратегия достижения оптимального энергопотребления предполагает следующие действия:

- переводить МК в режим ожидания во время простоя;
- всегда держать включенным и активным таймер реального времени. Для других задач использовать дополнительный резонатор;
- периодически выводить МК из режима ожидания для выполнения легких задач на низкой скорости. Процесс выхода из режима ожидания и выполнение задач, требующих высокоскоростной обработки, производится с использованием второго резонатора с частотой 32 кГц;
- для выполнения более сложных и интенсивных задач допускается включать первичный тактовый генератор.

Пользуясь оценочными значениями, можно рассчитать примерное потребление приложения путем взвешивания каждой задачи с учетом времени использования МК для ее выполнения и потребления в данном режиме работы. Принимая во внимание тот факт, что большинство PIC-микроконтроллеров с технологией nanoWatt содержат до 9 опций выбора резонатора (в т.ч. 4 режима работы кварцевого резонатора, два варианта внешних тактовых генераторов, два варианта внешних часов реального времени, внутренний блок резонаторов, обеспечивающих несколько тактовых частот, выбираемых программно), гибкость тактирования получается практически безграничной.

Счетчики с питанием от источника постоянного напряжения

К данному классу счетчиков относятся приборы для учета воды и газа. Как и для всех устройств с ограниченным источником питания, для них большое значение имеет ток в неактивном режиме. Как мы говорили выше, PIC-микроконтроллеры Microchip с технологией nanoWatt помогают оптимизировать производительность и сократить ток потребления.

Таблица 1 – Рекомендуемые МК для учета расхода коммунальных ресурсов

Модель	Флеш-память, байт	Память данных		Порты ввода-вывода	10-разр. АЦП	ШИМ	MSSP		Таймеры 8/16 разр.	ЖКИ
		ОЗУ, байт	EEPROM, байт				SPI	MI2C		
PIC18F8490	16 384	768	–	66	12	2	1	1	1/3	4×48 (192)
PIC18F6490	16 384	768	–	50	12	2	1	1	1/3	4×32 (128)
PIC16F946	14 336	336	256	53	8	2	1	–	2/1	4×42 (168)
PIC16F917	14 336	352	256	36	8	1	1	–	2/1	4×24 (96)
PIC16F916	14 336	352	256	25	5	2	1	–	2/1	4×15 (60)
PIC16F877A	14 336	368	256	33	8	2	1	–	1/2	–
PIC16F876A	14 336	368	256	22	5	2	1	–	2/1	–
PIC16F77	14 336	368	–	33	8×8 разр.	2	1	–	2/1	–
PIC16F76	14 336	368	–	22	5×8 разр.	2	1	–	2/1	–
PIC16F72	3 584	128	–	22	5×8 разр.	1	1	–	2/1	–
PIC16F648A	7 168	256	256	16	–	1	–	–	2/1	–

Широкий диапазон рабочих напряжений микроконтроллеров PIC, который составляет обычно 2,0...5,5 В, позволяет внести ряд упрощений в схему счетчика и увеличить срок службы батарей. Высокая надежность работы обеспечивается тремя функциональными блоками: сброс по провалу напряжения питания, детектирование низкого уровня напряжения питания и блоком мониторинга безопасного выключения.

Сброс по провалу напряжения (BOR – Brown-out Reset) используется для генерации сигнала сброса МК при падении напряжения питания ниже порога, устанавливаемого программным образом. Это предотвращает некорректную работу МК вне допустимого режима.

Опция обнаружения низкого уровня питания (LVD – Low-Voltage Detect) генерирует сигнал прерывания, когда напряжение питания падает ниже предустановленного значения. Обычно оно чуть выше порога BOR. Это помогает прогнозировать срабатывание схемы сброса и вовремя сохранить важные рабочие параметры в энергонезависимой памяти для безопасного восстановления в будущем.

В отличие от сторожевого таймера блок мониторинга безопасного выключения (FSCM – Fail-Safe Clock Monitor) содержит дополнительную схему, проверяющую правильное функционирование внешнего тактового генератора. В случае обнаружения неполадки схема тактирования МК быстро переключается на внутренний резонатор. Это обеспечивает сохранение работоспособности счетчика в течение некоторого времени, за которое приложение успевает закрыться в безопасном режиме, сохранив все важные параметры и оповестив пользователя о сбое.

Компания Microchip предлагает полный набор ИС для электронных счетчиков. Это микроконтроллеры семейства PIC16 и PIC18, а также все дополнительные элементы, необходимые для их работы: усилители, АЦП и ЦАП, цифровые потенциометры, сигнальные процессоры, контроллеры напряжения, схемы измерения энергии, интерфейсные ИС, в т.ч. ИС для подключения дисплея.

Кроме того, имеется довольно обширная библиотека технической справочной документации, а также руководств по применению продуктов Microchip и решению наиболее распространенных задач, возникающих при проектировании. Все материалы разделены по категориям, что делает поиск быстрым и удобным.

Характеристики микроконтроллеров для счетчиков газа, воды, тепла и электричества сведены в таблице 1..

microchip.com


ТУП «АЛЬФАЧИП ЛИМИТЕД»

Официальный представитель мировых производителей

 MICROCHIP
 ANALOG DEVICES
 Hittite

 SICK
 Honeywell
 LED life

220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16
www.alfa-chip.com www.alfacomponent.com

УНП 192525135

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ



Рост городов и развитие городской инфраструктуры делает всё более актуальным вопрос рационального использования ресурсов. Одной из наиболее развитых городских инфраструктур является система уличного освещения.

В традиционном исполнении система уличного освещения обладает рядом недостатков, которые ведут к большим затратам на ее содержание:

- нет возможности контролировать расход отдельных линий освещения города;
- устаревшие светильники работают с недостаточно высоким КПД и чаще требуют замены;
- традиционные системы контроля освещения не позволяют гибко настраивать уровень освещенности в зависимости от погодных условий, особенностей пространства и времени суток;
- необходимость большого штата сотрудников ЖКХ для поддержания работоспособности системы;
- большое время реагирования на неисправности системы;
- проблемы, связанные с «человеческим фактором».

Устранить эти недостатки существующих систем управления освещением могут интеллектуальные системы управления. Интеллектуальные системы управления освещением обеспечивают удаленный контроль, гибкое реагирование на изменение погодных условий и графика восхода/захода солнца, а также самое главное – высокую энергоэффективность.

Одним из наиболее удачных решений в данной области является интеллектуальная система управления освещением КБ «Авангард», основным преимуществом которой является возможность интеграции в существующую систему освещения без изменения и модернизации кабеленесущих систем.

Как это работает?

В системе использован протокол PLC (Power Line communication), что позволяет использовать обычную

инфраструктуру кабеленесущих систем без изменений.

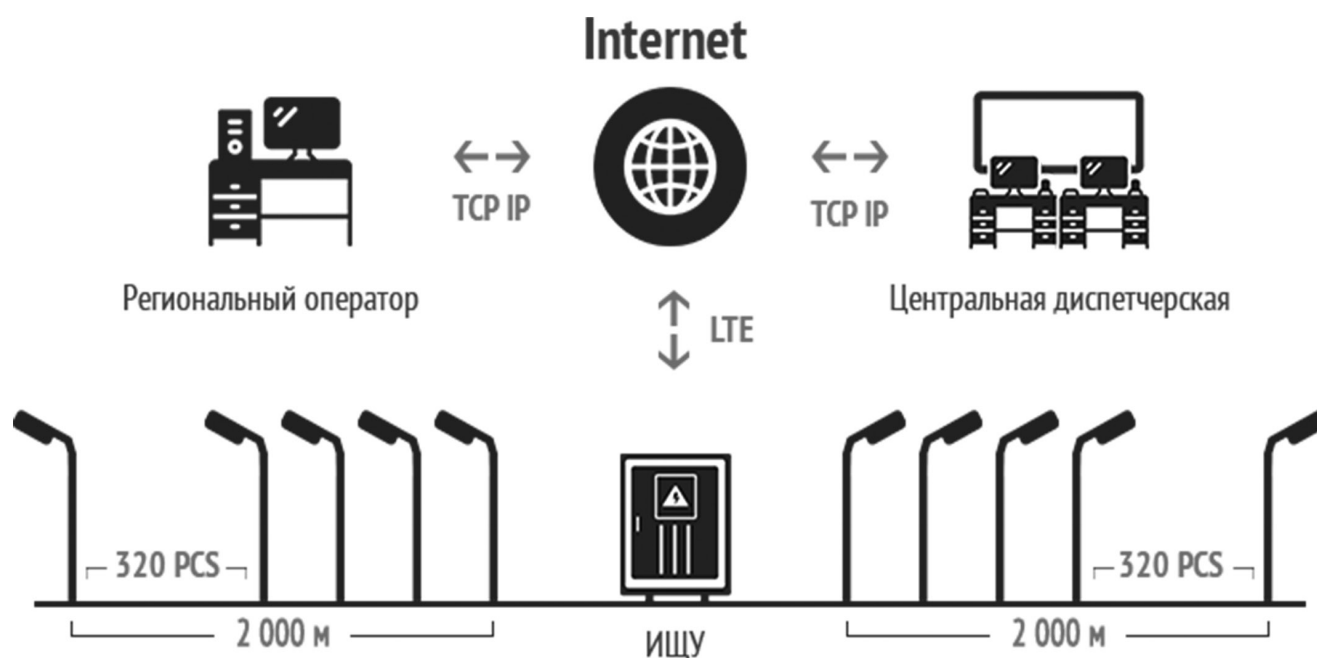
Первичная сторона осветительной системы оснащается контроллером-передатчиком PLC, а вторичная (светильники) – приемниками. PLC позволяет установить связь между системой управления и светильником без необходимости создания дополнительной сети обмена данными. Для обеспечения управления каждым отдельным светильником им назначается свой идентификационный номер ID.

Основные преимущества интеллектуального управления освещением КБ «Авангард»:

- Возможность интеграции в существующую систему освещения без изменения и модернизации кабеленесущих систем;
- Управление освещением согласно предустановленной модели поведения без участия оператора;
- Применение различных датчиков для более тонкого управления уровнем освещенности;
- Изменение яркости (диммирование) в зависимости от предустановленного графика, в зависимости от времени суток. Управление яркостью каждого светильника отдельно, группой или всей линией;
- Удаленное управление всеми точками системы в режиме On-Line из диспетчерской, а также автономная работа в случае отсутствия связи шкафов управления освещением с диспетчерской;
- Отображение информации о неисправностях и нерабочих светильниках в режиме реального времени;
- Полный контроль системы освещения в едином центре управления (улица, район, город, страна);
- Сбор информации о потребляемой энергии за любой период времени;
- Рабочее место оператора может подключаться к центральной диспетчерской удаленно в режиме On-Line.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛР/ДНАТ И УПРАВЛЯЕМЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ НА БАЗЕ LED

Ключевые показатели источников света	ДЛР/ДНАТ	Управляемые светильники на базе LED
Мощность светильников	400 Вт	120 Вт
Световая мощность	До 150 ЛМ\ВТ	До 250 ЛМ\ВТ
Время включения	7 минут	Моментально
Деммирование (управление уровнем яркости)	Нет	Да
Обратный отклик (информация о состоянии лампы)	Нет	Да
Среднее электропотребление светильника	450 Вт	72 Вт
Срок службы	5 000 часов	50 000 часов
Стоимость ежегодного обслуживания 1 светильника	7.20\$ Срок службы ДРЛ - 1 год	0\$ гарантия завода изготовителя 5 лет
Энергосбережение	0%	84%



Система интеллектуального управления освещением КБ «Авангард» была успешно интегрирована и испытана в одном из районов г.Алматы (Казахстан). Система показала себя как стабильно работающая и соответствующая всем заявленным требованиям. В результате, затраты на электроэнергию снижены более чем на треть, число поломок сократилось практически до нуля.

Использование в системе освещения современных LED-светильников, даёт ряд преимуществ:

- светодиодные источники работают в 10-20 раз дольше обычных;
- светят ярче, при этом не раздражают глаз и максимально приближены к условиям дневного света;
- за счет своей экономичности помогают сохранить природные ресурсы, затрачиваемые на энергообеспечение систем освещения.

Система интеллектуального управления освещением КБ «Авангард» позволяет добиться экономии бюджетных средств за счет:

- использования энергоэффективных ярких LED-светильников, которые служат в 10-20 раз дольше обычных;
- использования специальных алгоритмов демирингирования с адаптацией к реальным условиям эксплуатации системы;
- отсутствия необходимости содержания большого штата сотрудников для обслуживания системы освещения;

Система интеллектуального освещения может применяться не только для уличного освещения, но и для сельского хозяйства (в теплицах), на промышленных и складских предприятиях, в строительных компаниях - при строительстве различных объектов.

Научно-технический партнёр
КБ "АВАНГАРД" в Беларуси
ООО "АЙ ЭМ СИ КОМПЬЮТЕРС".

ipc2u.by

ОБЪЕМЫ ЗАКАЗОВ НА РЕШЕНИЯ BOSCH ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ ДОСТИГЛИ 13 МЛРД ЕВРО

Рост сектора решений для мобильности Bosch снова опережает средние показатели по рынку

■ **ДОКТОР ФОЛЬКМАР ДЕННЕР**, Председатель Правления Bosch

Bosch быстро продвигается в разработке решений по электромобильности. Компания обладает огромным опытом и экспертизой. Это подтверждается бизнес-результатами: с начала 2018 года Bosch получила заказы на решения в области электромобильности на сумму около 13 млрд евро, включая проекты по производству аккумуляторных элементов для легковых автомобилей и легких грузовиков. Благодаря этим успешным заказам и мощным инновациям Bosch сохраняет свои позиции в нынешних сложных условиях. В 2019 году темпы развития бизнес-сектора решений для мобильности снова опережают рост мирового автомобильного производства. Несмотря на текущую значительную тенденцию к снижению рынка, доходы от операционной деятельности этого направления будут лишь немного ниже уровня предыдущего года. Текущая трансформация сектора мобильности не только ставит сложные задачи, но и предоставляет новые возможности. С точки зрения технологий, Bosch широко мыслит в плане мобильности будущего. Это и дальнейшее усовершенствование обычных моторов, и быстрый переход к электрификации. Компания также стремится сделать мобильность автоматизированной, персонализированной и подключенной к Интернету. Электроника и программное обеспечение – одни из основных направлений на пути к этим целям. В настоящее время в подразделениях компании, занимающихся решениями для мобильности, работает около 14 000 инженеров-программистов, а ежегодные расходы на развитие экспертизы в этой области составляют 3 млрд евро. Цель состоит в том, чтобы обеспечить мобильность экологически безопасным способом и гарантировать ее всеобщую доступность. «Bosch делает мобильность экологически безопасной и доступной», – говорит доктор Деннер.

Эффективные силовые агрегаты: от двигателей внутреннего сгорания к топливным элементам

Bosch – один из лидеров в борьбе с изменениями климата, и не только благодаря тому, что с будущего года на всех его производственных площадках по всему миру выбросы углерода будут нулевыми. «Мы также занимаемся разработкой решений для мобильности, которые не оказывают заметного влияния на глобальное потепление и качество воздуха», – добавляет д-р Деннер. Каждый год компания инвестирует около 400 млн евро в экологически чистую мобильность. В целом на рынке электроавтомобилей Bosch представлен масштабнее, чем другие компании – от велосипедов до грузовиков и от гибридных 48-вольтовых моделей

аккумуляторов до агрегатов с полной электротягой. А со своей 48-вольтовой батареей Bosch стремится занять лидирующую позицию на рынке. Для достижения этой цели было заключено соглашение о долгосрочном сотрудничестве с китайской компанией Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CATL) для производства элементов питания. В начале года Bosch прогнозировала объем продаж легковых автомобилей и легких грузовиков с компонентами и системами электромобильности на 5 млрд евро к 2025 году. В настоящее время ожидается, что этот показатель будет выше. Какой бы ни была технология, которая обеспечивает мобильность без выбросов, мы должны заставить рынок принять ее. Мы можем достичь этого, только предложив решения с приемлемой ценой. Без таких доступных решений остановить глобальное потепление невозможно. На пути к лидерству на рынке электромобильности, Bosch также планирует сформировать массовый рынок топливных элементов и запускает их в производство. Экономия на масштабе здесь также поможет сделать производство этой все еще дорогой технологии более рентабельным. Bosch сделает альтернативные силовые агрегаты доступными.

Новая технология: меньше твердых примесей в атмосфере, меньше тормозной пыли

Тем не менее, в 2030 году три четверти новых автомобилей всё еще будут обычные двигатели под капотом, некоторые из них с электрической поддержкой от 48-вольтовой системы или от гибридной силовой установки. Поэтому Bosch повышает эффективность не только дизельного, но и бензинового двигателя. В его последней версии внедрены доработки двигателя и современная система очистки выхлопных газов. Это позволит снизить выбросы твердых частиц с выхлопными газами от бензиновых двигателей до уровня 70% ниже стандарта Euro 6d, даже в условиях реального движе-





ния. Bosch также стремится минимизировать выбросы твердых частиц при торможении. Разработки в этой области включают iDisc, который вырабатывает всего 10% от тормозной пыли, производимой обычным тормозным диском, и рекуперативную тормозную систему, которая способна сократить объем тормозной пыли в электромобилях более чем на 95%.

Bosch также сообщает о значительных успехах в области автономного управления. Их основу заложила автоматическая система помощи при вождении. В текущем году Bosch показывает рост на 12% в этом направлении, а объем продаж составит 2 млрд евро. До 2022 г. Bosch инвестирует 4 млрд евро в следующие уровни автономного управления. Для рынков США и Азии Bosch в настоящее время разрабатывает системы 2-го уровня, которые позволяют водителям отрывать руки от руля при движении по автомагистрали. В Германии Bosch и Daimler недавно получили первое в мире разрешение на использование системы 4-го уровня — автоматизированной парковки в гараже музея Mercedes-Benz в Штутгарте. Таким образом, этот проект автоматизированной службы парковки перешел в стадию прототипа. Ожидается, что к концу 2021 года автоматической парковкой будет оснащен еще десяток гаражей.

С развитием индустрии мобильности на рынке появляются новые игроки. Bosch не упускает возмож-

ности совместной работы с ними. Например, компания работает с DiDi, Lyft и Uber — тремя крупнейшими платформами аренды автомобилей с водителем, которые обеспечивают более 50 млн поездок в день по всему миру. DiDi, ведущий китайский поставщик транспортных услуг, использует облачные сервисы батарей Bosch для увеличения срока службы аккумуляторов своих автомобилей.

В будущем подобные поставщики транспортных услуг будут все чаще использовать шаттлы, чтобы по запросу предлагать персонализированный сервис в области мобильности. Ожидается, что к 2025 году по дорогам мира будут курсировать более 2,5 млн шаттлов. Компания Bosch, предлагая свои решения для электрификации, автоматизации, интернет-подключения и персонализации, стремится помочь этим компаниям оказывать услуги аренды автомобилей с водителем с максимальным удобством и безопасностью. Ходовая часть таких шаттлов может представлять собой роллинг-шасси — готовую к вождению модульную платформу, которая служит универсальной основой для различных конструкций кузова. В этой области в начале года Bosch вступил в партнерство с компанией Benteler, экспертом в области шасси, ходовой части и силового блока. Компания Automobili Pininfarina станет первым клиентом, использующим роллинг-шасси для своих автомобилей, а также она выступит в качестве реселлера для шасси.

bosch.by

TG-6 СОЗДАН ДЛЯ ЛЮБЫХ ПРИКЛЮЧЕНИЙ



Компания Olympus представляет новый флагман линейки Tough, камеру Tough TG-6, которая выдерживает любые погодные условия, подводную съемку, давление и падения с большой высоты. Новая камера TG-6 обладает не только знаменитой прочностью Olympus, уникальной системой датчиков и способностью снимать RAW-файлы, но и получила многочисленные улучшения и новые функции: новые режимы подводной съемки и универсальные режимы макросъемки, а также улучшенный монитор с большим разрешением.

Максимальная производительность в любых условиях

Камера Tough TG-6 была разработана как удобный, надежный инструмент, готовый к самым трудным испытаниям в жизни фотографа: водозащищенность на глубине до 15 м, защита от пыли, ударов при падении с высоты до 2.1 м, давления до 100 кг, морозоустойчивость до -10°C, а также прочный объектив из двойного стекла с защитой от запотевания. Новая съемная крышка объектива (LB-T01) еще надежнее защищает объектив от грязи и царапин, подводный бокс PT-059 позволяет вести фото- и видеосъемку на глубине до 45 метров (приобретаются отдельно).

Обновленная система датчиков Olympus записывает данные о местоположении, высоте/глубине, температуре воздуха/воды как во время фотосъемки, так и видеосъемки. Впечатляющее качество изображения благодаря ультрасветосильной диафрагме, высокоскоростному датчику изображения и новейшему графическому процессору Olympus

Благодаря сочетанию объектива с диафрагмой F2.02 и высокоскоростному датчику изображения CMOS с технологией обратной засветки достигается высокая производительность камеры для фото- и видеосъемки. Новый встроенный цифровой телеконвертер удваивает коэффициент 4-кратного оптического зума, позволяя получать максимальное 8-кратное увеличение. Антибликовое покрытие на матрице снижает количество бликов, а графический процессор TruePic VIII от профессиональной камеры OM-D E-M1X снижает уровень шума и улучшает разрешение в областях с низкой контрастностью. Съемка в формате RAW позволяет пользователям TG-6 использовать различные возможности редактирования с помощью Olympus Workspace или другого программного обеспечения для редактирования изображений, поддерживающего файлы TG-6 в формате RAW.

Непревзойденная система макросъемки для превосходных снимков крупным планом с минимальной дистанцией фокусировки 1 см

Для снимков крупным планом Tough TG-6 оснащена системой макросъемки, которая выходит за пределы

того, что видит глаз человека: минимальное расстояние фокусировки от внешней линзы объектива составляет всего 1 см, а 7-кратное увеличение делает потрясающие фотографии микроскопических миров. Система макросъемки состоит из нескольких режимов: Микроскоп, Управление микроскопом, Focus Bracketing и Focus Stacking. В режиме Focus Stacking пользователь может самостоятельно установить нужное количество кадров – от 3 до 10 для более точной настройки параметров во время съемки.



Режимы и линейки аксессуаров для подводной съемки

Чтобы еще больше расширить возможности подводной съемки, камера Tough TG-6 получила пять новых режимов подводной съемки: Подводная широкоугольная съемка, Подводный Snapshot, Подводная макросъемка, Подводный микроскоп и Подводный HDR. Каждый режим устанавливает специальные настройки съемки, необходимые для конкретной ситуации. Режим Подводный баланс белого был расширен: теперь в него входят три типа настроек, подходящих для съемки на разной глубине погружения. Новый fisheye-конвертер FCON-T02 (приобретается отдельно) позволяет делать фотографии циркулярного типа и значительно расширяет ваши возможности.



Дополнительные шесть месяцев гарантии можно получить при регистрации своего фотоаппарата Olympus на сайте my.olympus.eu. Интересную информацию, работы подводных фотографов и секреты подводной съемки с помощью камер Tough можно узнать в разделе Underwater Photography World.

Линейка Tough расширяется новыми аксессуарами для подводной съемки – водозащищенные конвертеры, защитные чехлы и подводный бокс для погружений на большую глубину. Все аксессуары так же надежны, как и камеры, для которых они предназначены.



Новые аксессуары для TG-6:

- Подводный бокс PT-059 для съемки фото и видео на глубине до 45 метров. Все элементы управления доступны для использования во время съемки с подводным боксом. Две внешние подводные вспышки (UFL-3) совместимы с PT-059.

- Силиконовый чехол CSCH-127 защищает корпус камеры от механических царапин. Он также обеспечивает надежное сцепление с камерой во время съемки на морозе или в воде. Рассеиватель для макросъемки с LED-подсветкой LG-1 и вспышка FD-1 можно прикрепить к камере, не снимая силиконовый чехол.

- Крышка объектива LB-T01 защищает внешнюю линзу от грязи и царапин. Крышка легко открывается и закрывается – вы всегда готовы к съемке даже в перчатках.

- Fisheye-конвертер FCON-T02 позволяет быстро переключаться между циркулярным и диагональным fisheye. Требуется адаптер CLA-T01 (приобретается отдельно)

- Зарядное устройство UC-92 полностью заряжает аккумулятор LI-92B приблизительно за 2,5 часа.

Подробная информация о камере Tough TG-6 и совместимых аксессуарах доступна на сайте

olympus.com.ru/tough

ЛИДАР: ТОЧНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОСТРАНСТВА

СОЧЕТАНИЕ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РАДАРОВ С УГЛОВЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ КАМЕР



Высокоэффективная обработка сигналов является одним из основных преимуществ Analog Devices. Мы постоянно бросаем себе вызов в разработке инновационных проектов, чтобы сократить время выхода вашей продукции на рынок и обеспечить эффективную работу конечных узлов в рамках ваших систем. Наш расширенный ассортимент продукции для лидаров позволяет создавать высокоэффективные лидарные системы.

Лидар, то есть прибор для обнаружения, идентификации и определения дальности с помощью света, основан на методе определения глубины пространства, который использует источник света для определения дальности или для создания многомерных карт глубины интересующей сцены.

Предназначенные для обработки сигналов решения ADI расширяют возможности лидарных систем. В ассортименте продукции ADI имеются маломощные трансимпедансные усилители, ЦАП и компараторы, высокоскоростные многоканальные АЦП, работающие со скоростью свыше миллиарда выборок в секунду, квадратурные демодуляторы и большое количество продуктов электропитания для чувствительных архитектур управления питанием.

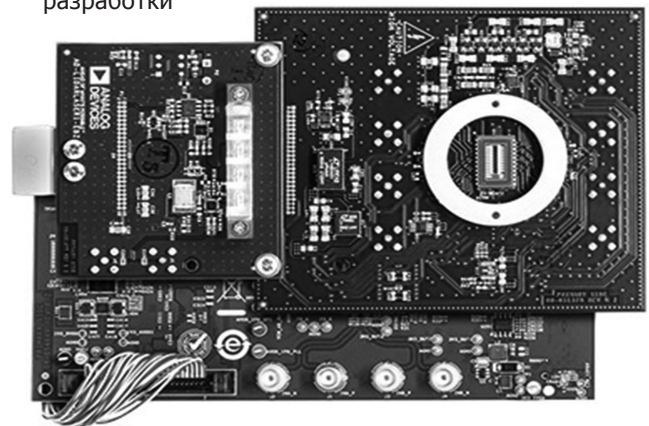
Преимущества компонентов ADI для лидарных систем

- Широкий динамический диапазон
- Высокая пропускная способность
- Низкое общее энергопотребление
- Высокое отношение сигнал/шум
- Низкое энергопотребление на канал

Особенности и преимущества:

- Точечный несканирующий лидар
- Длина волны 905 нм
- Диапазон измерения: без оптики от 1 до 10 м, с возможностью расширения до 60 м и более
- Горизонтальное разрешение: 16 пикселей
- Поле зрения: поле зрения лазера 15 по горизонтали, 30 по вертикали
- Дискретизация данных со скоростью 1 GSPS (млрд. выб/с) по четырем отдельным каналам
- Соответствует классу 1 (Class I) стандарта безопасности лазеров
- Стандартный разъем FMC с большим количеством выводов, подключаемый к выбранной плате с FPGA
- Полноценный программный фреймворк с открытым исходным кодом, интегрируемый в проект заказчика
- Лицензированный фреймворк для интерфейса JESD204
- Оболочка для Matlab и Python
- Специальный программный интерфейс приложения (API) для управления системой и сбора данных

- Поддержка Linux, Windows, Mac OS
- Примеры приложений для MATLAB®, Simulink®, C/C++, Python
- Эталонные проекты с HDL и драйверы для быстрой разработки



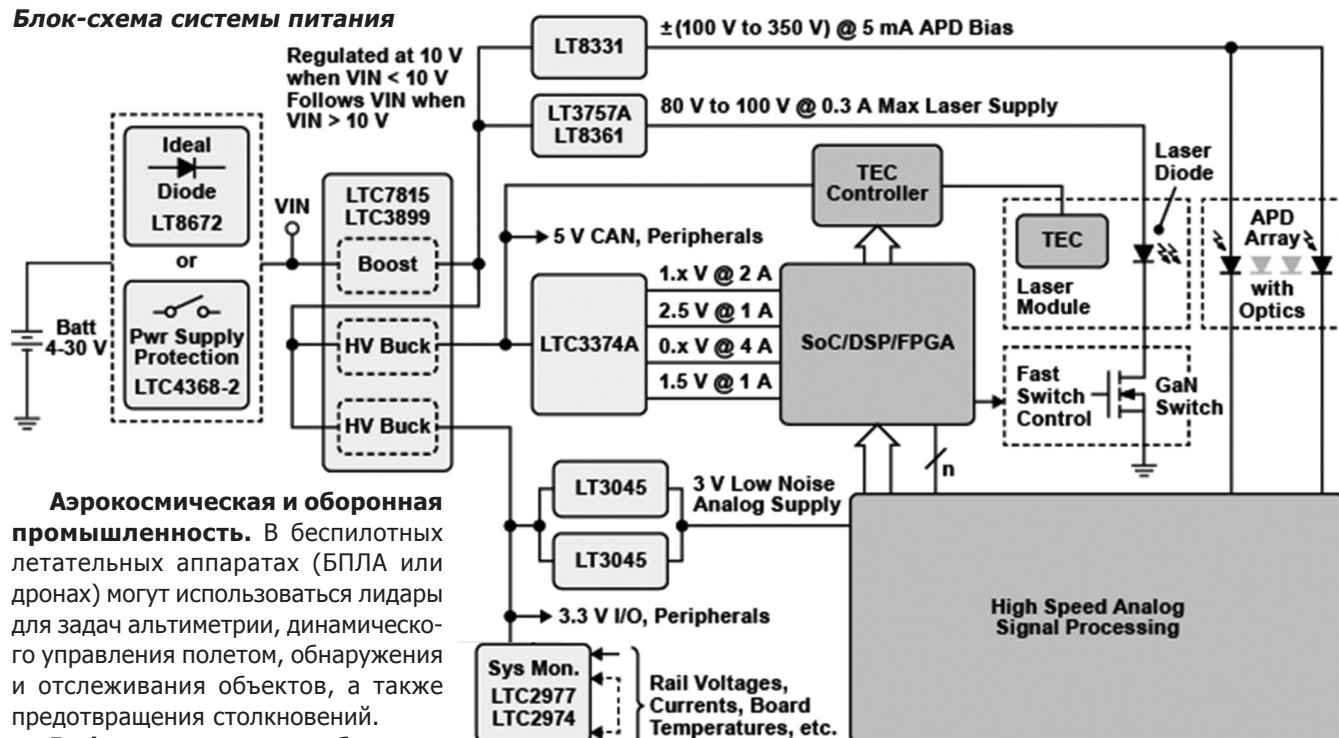
AD-FMCLIDAR1-EBZ представляет собой модульную аппаратную платформу для разработки одномерного несканирующего лидара. Она является универсальной для удовлетворения потребностей индивидуальных проектов, позволяет сократить время выхода продукции на рынок, а также уменьшить сложность разработки лидаров. Платформа включает в себя фреймворк с открытым исходным кодом, который легко интегрируется в проекты заказчика, и оболочки для MATLAB, Python, Dronecode, Baidu Apollo, RobotOS. При подключении к FPGA через разъем FMC эту плату можно использовать для разработки программного обеспечения и алгоритмов для лидаров. Пока разрабатываются алгоритмы и программное обеспечение, проект аппаратной части может быть использован для производства.

В зависимости от предпочтений заказчика и опыта разработки совместно с данной платформой могут использоваться различные платы на основе FPGA. Для более быстрого вывода продукции на рынок мы провели испытания с двумя платформами разработки – Intel Arria10 и Xilinx ZC706.

Области применения:

Автомобильные системы безопасности и системы помощи водителю благодаря применению лидаров могут быть значительно усовершенствованы. К областям применения в данном случае относятся системы предотвращения столкновений, наблюдения за слепыми зонами, экстренного торможения, адаптивного круиз-контроля, динамического управления подвеской и помощи при парковке.

Блок-схема системы питания

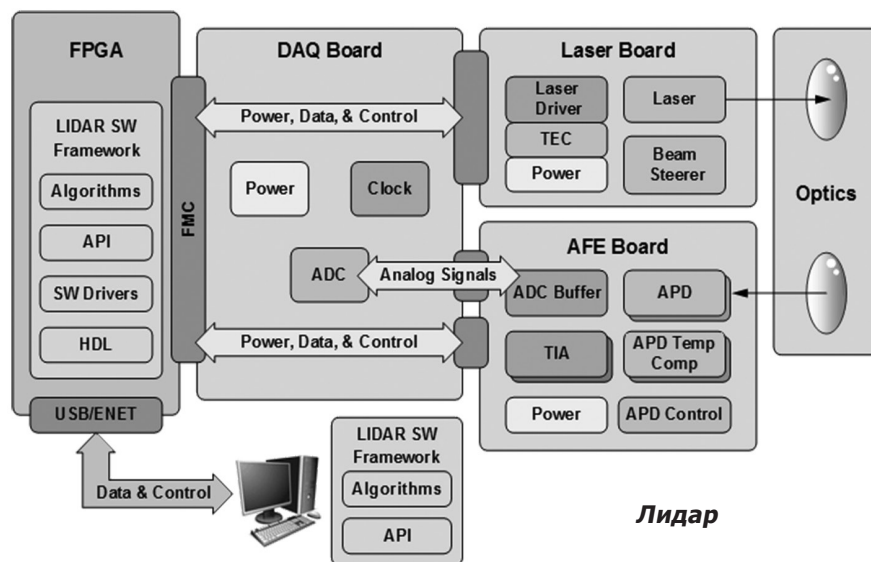


Аэрокосмическая и оборонная промышленность. В беспилотных летательных аппаратах (БПЛА или дронах) могут использоваться лидары для задач альтиметрии, динамического управления полетом, обнаружения и отслеживания объектов, а также предотвращения столкновений.

В сферах транспорта и безопасности обнаружение и отслеживание объектов, оценка заполнения грузом и подсчет количества человек имеют решающее значение для обеспечения безопасности и эффективности рабочего процесса. Лидар представляет собой технологию, необходимую для выполнения этих задач экономически эффективным способом, обеспечивая при этом больше возможностей для наблюдения при меньших затратах и с меньшей долей вмешательства человека в работу системы.

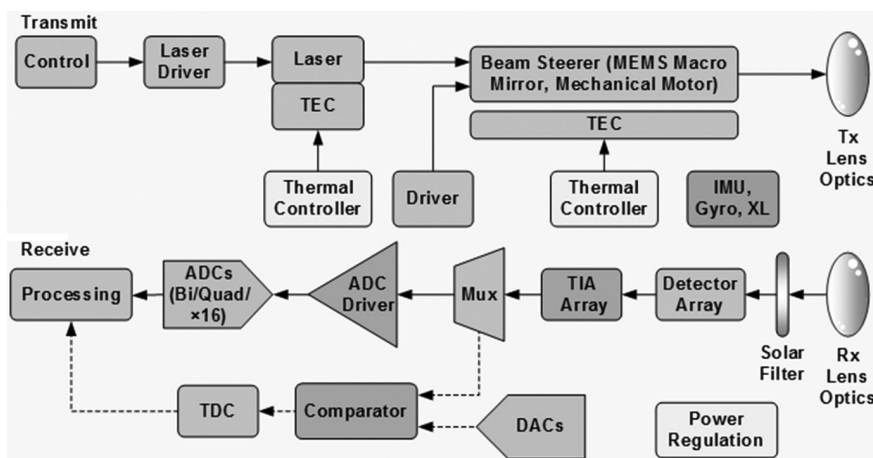
Индустрия 4.0. Фабричные и складские помещения – опасные места. В составе систем управления различными движущимися элементами, а также роботизированными руками и транспортными средствами с автоматизированным управлением (боты или мобильные роботы), лидары могут измерять расстояние от системы до представляющего интерес объекта, позволяя изменять маршрут во избежание столкновений или даже отключая механизм при обнаружении угрозы безопасности. В автономных механизмах, таких как вилочные погрузчики, лидары могут использоваться в качестве защитных средств. В интеллектуальных системах Интернета вещей лидары можно использовать для оценки заполнения грузом дальнемагистральных грузовых и транспортных средств.

analog.com



Лидар

Электрические архитектуры лидаров



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ЦСП TEXAS INSTRUMENTS

ЦСП семейства C5000 Texas Instruments уже зарекомендовали себя как производительные и малопотребляющие изделия для мобильных устройств. В настоящее время Texas Instruments выпустил первую модель третьего поколения ЦСП семейства C5000, построенную на базе недавно объявленного ядра C5000 — TMS320VC5510. Новый ЦСП в 5 с лишним раз производительнее и в 6 раз экономичнее, чем ранее выпущенные процессоры. Обзору этой новой модели ЦСП и нового процессорного ядра, на базе которого она построена, и посвящена эта статья.

■ **ЮРИЙ ГОНЧАРОВ**

ЦСП семейства C5000 Texas Instruments уже зарекомендовали себя как производительные, малопотребляющие и недорогие ЦСП для мобильных устройств, достигнувшие показателя в 0,54 мВт на MIPS при производительности до 100...160 MIPS. ЦСП нового третьего поколения семейства C5000, построенные на новом ядре C55xx, имеют более чем в 5 раз лучшую производительность и более чем в 6 раз меньшее энергопотребление, чем ранее выпускавшиеся ЦСП.

Уже первая младшая модель ЦСП TMS320VC5510 показала рекордное снижение энергопотребления в своем классе. Выпускаемый с начальной тактовой частотой 160 МГц и производительностью 320 MIPS и имеющий на кристалле 320 Кбайт ОЗУ, новый процессор потребляет всего 80 мВт, что составляет половину от энергопотребления в расчете на MIPS от производительности любого другого выпускаемого в настоящее время ЦСП.

В настоящее время выпускается 160-мегагерцовая версия устройства, однако TI планирует в следующем году как поднять частоту до 200 и более мегагерц, так и снизить потребление, выпустив устройство с напряжением питания 1 В. Планируется, что в своем развитии ЦСП C55xx достигнут производительности порядка 800 MIPS при тактовой частоте 400 МГц. При этом энергопотребление ядра снизится до 0,05 мкВт на MIPS, а напряжение питания — до 0,9 В.

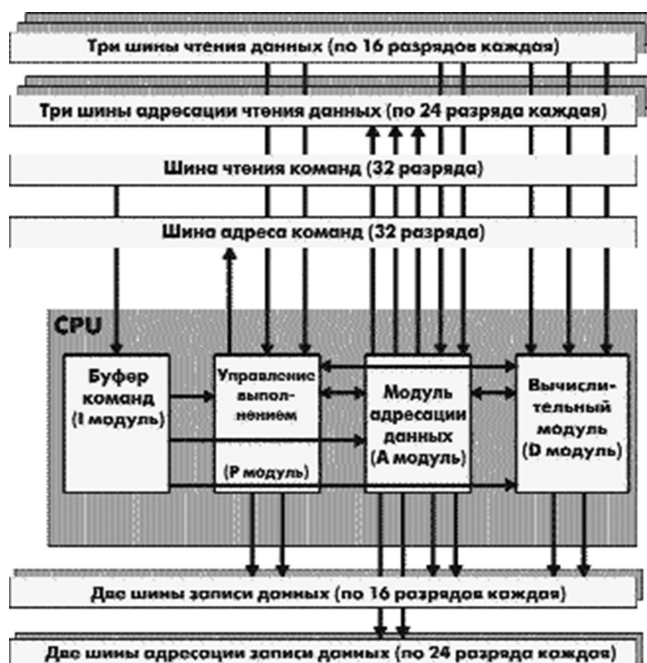


Рисунок 1 – Структура процессорного ядра C55xx

Применение нового ядра расширяет возможности построения мощных, компактных и в то же время дешевых и малопотребляющих узлов для ресурсоемких мобильных устройств, обеспечивая:

- новые возможности мобильных Интернет-решений – внедрение в мобильные телефоны возможностей доступа в Интернет и передачи изображений в формате MPEG4;
- внедрение на новые рынки. Большая мощность и соответственно, новые возможности при том же потреблении питания позволяют радикально преобразовать существующие устройства, переводить традиционные аудио- и видеоприборы на новую цифровую базу;
- увеличение функциональных возможностей за счет роста производительности процессора позволяет дать новый уровень функциональности и новую жизнь уже существующим изделиям.

Сравним показатели нового ядра C55x с C54x:

		TMS320C54x ЦСП	TMS320C55x ЦСП	Улуч- шение
Потребление mW/MIPS		0.32	0.05	5x
MIPS		30-160	140-800	5x
MMACs		30-160	140-800	5x
Размер кода			Переменная длина команд	30%
Функцио- нальные модули	MAC	1	2	
	ALU	1	2	
	ACC	2	4	
	Регистры данных	0	4	
Выборка команд		16 разрядов	32 разряда	
Длина команд		Фиксирован- ная 16 раз- рядов	Переменная 8-48 разрядов	

Суммарно по сравнению с 120-мегагерцовым процессором C54x уже первый реально выпущенный 300-мегагерцовый представитель нового семейства дает выигрыш в 5 раз при потреблении в 1/6 от ядра C54x. При этом за счет использования новой системы команд переменной длины размер кода уменьшается на 30 %.

За счет чего же достигается столь значительный прирост производительности?

Рассмотрим общую структуру ядра C55xx, показанную на рисунке 1.

Ядро процессора построено по традиционной модифицированной Гарвардской архитектуре и содержит 4 функциональных модуля:

- вычислительный модуль (D unit);
- модуль адресации (A unit);
- модуль декодера команд (I unit);
- модуль управления выполнением (P unit).

Модули объединены между собой и с остальными ресурсами ядра большим количеством шин:

- тремя 16-разрядными шинами чтения данных;
- тремя 24-разрядными шинами адреса для шин чтения данных;
- двумя 16-разрядными шинами записи данных;
- двумя 24-разрядными шинами адреса для шин записи данных;
- 32-разрядной шиной чтения команд;
- 24-разрядной шиной адреса для чтения команд.

Такое количество шин обеспечивает высокую степень взаимной независимости функциональных модулей и вычислительных ресурсов и допускает параллельное выполнение сложных многопоточных команд обработки данных без снижения производительности.

Ядро процессора C55xx обладает большим количеством вычислительных ресурсов и допускает параллельное выполнение операций как различными функциональными модулями ядра, так и различными ресурсами внутри модулей. При этом параллельность выполнения для более полного использования ресурсов процессора может определяться как программистом, так и компилятором при трансляции программы с языка высокого уровня.

Вычислительный модуль (D-модуль)

Это основной вычислительный блок ядра, его сердце. В ядре C55xx установлен существенно расширенный вариант уже отработанного и хорошо зарекомендовавшего себя ядра C5000. В состав вычислительного ядра входят два MAC-модуля. Причем MAC-модуль – это не просто умножитель, а законченная вычислительная единица, не требующая для выполнения операции умножения и сложения дополнительного АЛУ. В MAC-модуль входит умножитель 17х17, 40-разрядный сумматор/вычитатель и 40- или 32-разрядный ограничитель. Для промежуточного хранения данных используется четыре 40-разрядных аккумулятора.

В состав D-модуля также входит отдельное 40-разрядное АЛУ, которое может выполнять либо одно действие над 40-разрядным аккумулятором, либо выполнять параллельно две 16-разрядных операции. Кроме работы с аккумуляторами, АЛУ может получать непосредственные значения из I модуля (константы, входящие в состав команд) и работать напрямую с памятью, регистрами A- и P-модулей.

Следует отметить и отдельный 40-разрядный сдвигатель, которые позволяет производить одновременный сдвиг 40-разрядного значения аккумулятора на любое число разрядов – до 31 разряда влево и до 13 разрядов вправо.

Разрядность вычислительного модуля больше разрядности самого процессора – умножители имеют разрядность 17х17, а накопительные регистры, АЛУ и сдвигатель –

40-разрядные. Такое увеличение разрядности позволяет существенно снизить накапливающиеся ошибки округления и усечения при длительных целочисленных вычислениях. Причем увеличенная разрядность MAC-модулей, АЛУ и аккумуляторов позволяет избавиться от большей части проблем с переполнением и соответствующим ограничением результата.

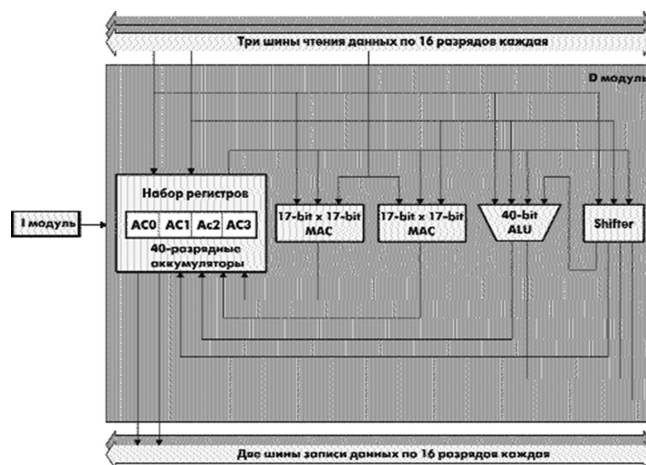


Рисунок 2 – Структура вычислительного модуля (D-модуля)

Однако построить параллельное вычислительное ядро – еще не значит построить законченный ЦСП, иначе все производители давно бы поставили в ядро несколько десятков MAC-модулей и решили этим задачу достижения максимального быстродействия. У параллельного вычислительного ядра имеются две основные проблемы: распараллеливание задачи и обеспечение непрерывности загрузки мощного вычислительного ядра, то есть непрерывность подачи данных и съем результатов. Оставив первую проблему за рамками данной статьи как проблему построения алгоритмов, рассмотрим подробнее вторую, непосредственно касающуюся архитектуры ЦСП.

На первый взгляд, простым решением являлось бы увеличение числа шин подачи и съема данных для параллельного вычислительного ядра, однако шины данных должны подключаться к памяти. Здесь и начинаются проблемы – в идеале память имеет всего одну шину. Следующий шаг – память с двойным доступом – значительно более дорогое и объемное устройство. Память с тройным доступом уже не применяются – слишком сложная ячейка. Вспомним и еще одно обстоятельство: всю память для любой задачи внутри микросхемы разместить сложно – приходится работать и с внешней памятью, а у внешнего ОЗУ шина всего одна, плюс ограничения по скорости обмена, плюс ограничения по разрядности, поскольку количество выводов у корпуса ограничено и желательно его минимизировать.

При нарушении баланса между вычислительным ядром и памятью получаем печальный опыт процессоров x86, когда разницу между 700-мегагерцовым процессором и 100-мегагерцовой памятью пытаются сгладить путем установки маленькой, но быстрой кэш-памяти первого

уровня, затем более объемной, но менее скоростной кэш-памяти второго уровня, а затем еще более объемной, но еще менее скоростной кэш-памяти третьего уровня. Возможно, что такое решение и проходит в процессорах общего назначения, но никак не подходит для задач ЦОС, работающих с потоками данных, для которых скорость работы системы вырождается до скорости обмена с конечным ОЗУ.

Посмотрим, как в процессорах семейства C55xx решается описанная проблема.

Мощность ядра C55xx определяется сбалансированной архитектурой, обеспечивающей максимальную загрузку вычислительного ядра в условиях реальной работы. Решение проблемы подачи и съема данных для вычислительного ядра заключается в продуманном распределении шин памяти, а также в принятии специальных решений по сокращению количества циклов доступа к ОЗУ как для основных, так и для резервных операций, например, за счет сокращения циклов на выборку команд и на сохранение промежуточных результатов. Архитектура позволяет оптимально загрузить вычислительное ядро без чрезмерного усложнения подсистемы памяти.

Вернемся к рассмотрению структуры ЦСП. Ядро C55x имеет 5 шин данных по 16 разрядов – три шины чтения данных и две шины записи данных, то есть может обеспечить одновременную выборку трех 16-разрядных слов и запись двух 16-разрядных и одного 32-разрядного слова. При непрерывном выходном потоке на два умножителя приходится две шины записи, а при накопительных операциях – одна, но большей разрядности. Рассмотрим входные шины: на два MAC-модуля приходится три шины – по одной к каждому модулю и одна общая. При ближайшем рассмотрении на такую, казалось бы, неполную архитектуру достаточно оптимально с естественным параллелизмом укладываются простые и известные задачи. Приведем несколько примеров.

1. КИХ-фильтр с симметричными коэффициентами: на отдельные шины подаются части потока данных, а на общую – одинаковый набор коэффициентов, при этом параллельно считаются половинки фильтра, а в конце потока суммируется результат.

2. Любая многоканальная обработка: по общей шине подается входной поток данных, а по отдельным шинам – одновременно два набора коэффициентов. Результаты либо накапливаются в аккумуляторе, либо выводятся двумя потоками в память. Причем, имея запас по производительности, можно одновременно, при помощи мощного адресного блока, обрабатывать 4 канала, сохраняя результат в 4 аккумуляторах.

3. БИХ-фильтр: одновременная обработка прямого и обратного потоков.

Как видно из приведенных примеров, использование параллельной обработки даже на базовых операциях при работе в C55xx не вызывает трудностей при распределении потоков данных.

Теперь вспомним про память, к которой ведут все потоки данных, и оценим, возможно ли обеспечить реальную

пропускную способность для пяти вышеуказанных шин при внутреннем 16-разрядном ОЗУ? Причем рассматривать будем не некое абстрактное процессорное ядро, а реально выпускаемый ЦСП TMS320VC5510. На кристалле VC5510 размещено 160 К 16-разрядных слов ОЗУ, из них 64К с двойным доступом (DARAM) и 256 К с одинарным доступом (SARAM).

Одна из основных особенностей подсистемы памяти ЦСП: весь массив памяти разбит на отдельные блоки – восемь блоков DARAM по 4Кх16 и 32 блока SARAM по 4Кх16. Блок памяти представляет собой законченный модуль ОЗУ со своим дешифратором адреса, схемой управления, шиной адреса, шиной чтения данных и шиной записи данных. Каждый блок DARAM имеет по две шины данных, две шины адреса и две шины управления и обеспечивает одновременно проведение двух операций чтения, или двух операций записи, или одной операции чтения и одной операции записи. Каждый блок SARAM обеспечивает проведение одной операции чтения или одной операции записи. Ключевое слово здесь каждый, то есть можно параллельно обращаться к нескольким блокам DARAM или SARAM и выполнять одновременно несколько операций.

Фактически между ядром и памятью размещен коммутатор, к которому с одной стороны подходят шесть линий адреса и данных от ядра (в том числе и шина чтения команд), 6 каналов DMA и расширенный HPI, а с другой стороны суммарно несколько десятков шин от блоков памяти, плюс шины интерфейса внешней памяти (EMIF).

Имея 8 блоков DARAM и 32 блока SARAM + EMIF, одновременно можно выполнить $8 \times 2 + 32 + 1 = 49$ операций с различными участками ОЗУ, а шин от вычислительного ядра подходит всего-то 12. Реально такое количество не нужно, но разбиение памяти на мелкие участки, во-первых, увеличивает быстродействие за счет уменьшения объема дешифратора адреса и самого поля ОЗУ, а во-вторых, упрощает распределение параллельных потоков обмена по разным блокам памяти, что минимизирует вероятность конфликтов при обращении к одному и тому же участку памяти.

Не стоит забывать, что малый объем блока выгоден и с точки зрения его реализации – снижается размер поля памяти, что ведет к снижению емкости внутренних шин, а следовательно, к снижению энергопотребления.

Таким образом, видно, что архитектура ядра C55xx позволяет реально обеспечить максимальную производительность не на специально построенных под его архитектуру тестовых примерах и вычислительных моделях, а на реальных задачах обработки общего вида.

Модуль адресации (А-модуль)

Продолжим рассмотрение структуры ядра C55xx. Для обеспечения работы с большим количеством потоков данных требуется мощный модуль адресации, который в ядре C55xx выделен в отдельный функциональный узел – А-модуль. Структура его показана на рисунке 3.

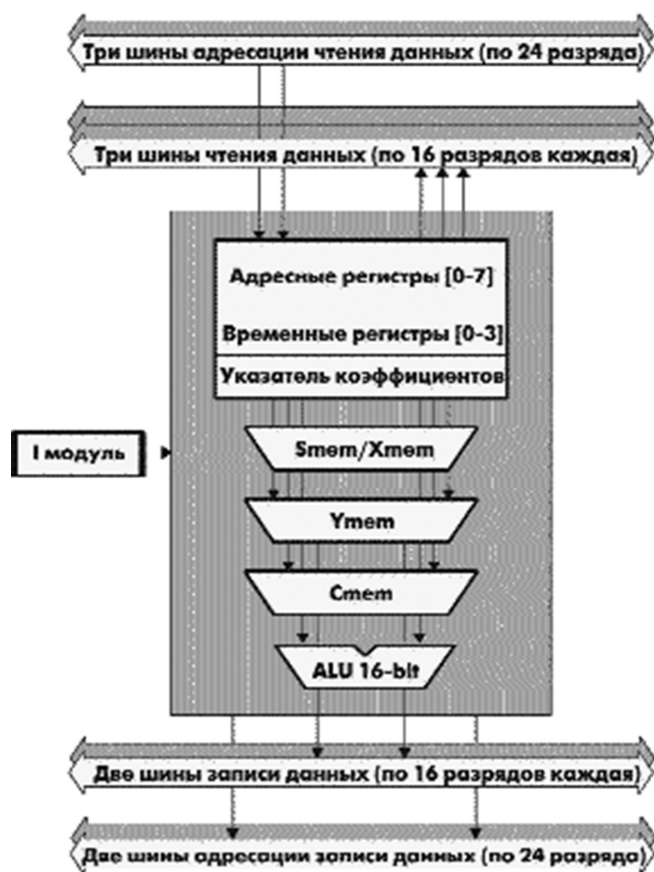


Рисунок 3 – Структура модуля адресации (D-модуля)

В своем развитии модуль адресации перевоплотился в законченный отдельный процессор со своими регистрами и своим АЛУ и, фактически, со своей программой, задаваемой адресными полями команды или специальными командами для А-модуля.

А-модуль содержит: 16-разрядное АЛУ, 8 адресных регистров, 4 временных регистра, регистры указателей и кольцевых буферов.

А-модуль управляет 5 адресными шинами по 24 разряда – тремя шинами чтения данных и двумя шинами записи данных. Причем все индексные регистры 24-разрядные, доступ ко всему адресному пространству производится напрямую, без какого-либо дополнительного деления на сегменты и т. п.

А-модуль имеет 8 адресных регистров и 5 регистров для организации кольцевых буферов и обеспечивает широкий набор режимов адресации для оптимизации подачи и съема данных для вычислительного модуля.

Система выборки и декодирования команд

Вычислительный модуль вместе с блоком адресации необходимо непрерывно снабжать потоком управляющей информации. Для этого существует система выборки и дешифрации команд, которая в ядре C55x построена по новой схеме и состоит из модуля декодера команд (I-модуль) и модуля управления выполнением (Р-модуль).

Модуль декодера команд (I-модуль) выполняет выборку команд из памяти и форматирование потока инструкций для остальных трех модулей (Р-модуля, А-модуля и D-модуля).



Рисунок 4 – Структура модуля декодера команд (I-модуль)

В ЦСП семейства C55xx применен новый подход к системе управления – новая, революционная для ЦСП стратегия выборки команд. Вместо прямой выборки из памяти команды фиксированного размера, равного одному, двум или трем словам применяется система команд переменной длины от 1 до 6 байт при фиксированной ширине выборки команд из памяти.

Переменная длина команды – важное нововведение ядра C55xx, позволяющее одновременно использовать и длинные, сложные команды для операций обработки, максимально использующие возможности ядра, и в то же время – использовать предельно короткие команды для операций управления.

Суммарно выигрыш по объему кода при переходе от команд фиксированного размера ядра C54x к командам переменной длины ядра C55x может достигать 30 %.

Еще одно нововведение – расширенная шина выборки команд.

В ядре C55xx I модуль считывает из памяти команд по 32 бита за одну выборку и размещает считанные команды в буфере емкостью 64 байта (то есть в буфере может быть от 10 до 64 команд), которые затем декодируются и параллельным потоком, шириной до 6 байт поступают на исполняющие модули.

Что дает суммарное использование широкой шины выборки совместно с буфером команд? Во-первых, уменьшается количество обращений к ОЗУ за счет повышенной ширины выборки.

Во-вторых, становится возможным выполнять блоки команд, помещающиеся в буфер, вообще без обращений к памяти команд (локальное повторение), что весьма существенно с точки зрения производительности. Не стоит забывать и о том, что процессор ориентирован на мобильные устройства, а любое обращение к шине – это переключение мощных буферов, приводящее к скачку потребления. То есть уменьшение количества обращений снижает и энергопотребление устройства. Отметим, что применение буфера команд на таком простом примере, как фильтр, может сократить количество обращений к ОЗУ примерно на 30–50 %.

Еще одним преимуществом буфера команд является возможность прогностической выборки при условных изменениях выполнения программы (условный переход, обращение и т. п.). При этом не тратится время на такты очистки конвейера.

Отметим, что I-модуль не занимается динамическим перераспределением последовательности выполнения команд, находящихся в буфере. Это делает заранее определенным и предсказуемым время выполнения программы, что весьма важно при разработке и выполнении приложений реального времени.

Модуль управления выполнением (Р-модуль)

Контролирует последовательность и процесс выполнения команд. Он формирует адрес для выборки команд из памяти при последовательном выполнении, при формировании аппаратных циклов, условных переходов, условного выполнения, при работе с подпрограммами и при обработке прерываний.

Р-модуль генерирует полный 24-разрядный адрес и может напрямую адресоваться к байтовым командам без выравнивания. Использование 24-разрядного адреса позволяет работать со всей адресуемой памятью команд размером до 16М 32-разрядных слов.



Рисунок 5 – Структура модуля управления выполнением (Р-модуль)

Р-модуль оптимизирован на максимально эффективное выполнение программы с минимальными нарушениями

режима работы конвейера. Логика генерации адреса Р-модуля независима от остального ядра. Она позволяет для минимизации задержек определять адрес условного перехода при нахождении условия тестирования еще внутри конвейера. Модуль управления выполнением является параллельным устройством, позволяющим выполнять команду управления выполнением и команду обработки данных за одну фазу выполнения.

Еще одним дополнением Р-модуля является наличие логики предсказания ветвления для минимизации простоя конвейера при выполнении условных переходов.

Модуль выполнения также отвечает за обеспечение вызова и возврата подпрограмм и прерываний. При этом обеспечиваются функции быстрого вызова и возврата при обработке прерываний, а также система сохранения и восстановления контекста программы. Совместно со стеком, разделенным на стеки данных и команд, эти возможности позволяют легко реализовывать на C55xx мощные операционные системы реального времени с малым временем отклика. Фактически, входящие в состав технологии eXpressDSP средства DSPBios и являются прототипом такой системы.

Интерфейс внешней памяти

Следует особо обратить внимание на этот функциональный узел ЦСП. Процессоры на базе ядра C55xx имеют новый 32-разрядный интерфейс внешней памяти EMIF. Помимо традиционной асинхронной памяти, EMIF обеспечивает прямую поддержку скоростной синхронной памяти типа SBSRAM и SDRAM, работающей на половинной или на полной частоте процессора, что позволяет подключать к процессору десятки мегабайт скоростной и относительно дешевой памяти. Для примера: 1 Мбайт 10–12 нс SRAM – это 4 корпуса, стоимостью около \$20–40 за корпус и потреблением порядка 100–200 мА за корпус. При этом еще нужно разместить эти корпуса на плате, развести все шины и заставить стабильно работать на 100 МГц в принципе асинхронное устройство, что является не самой простой задачей. Теперь берем 2 корпуса SDRAM емкостью 64 Мбит и рабочей частотой 133 МГц и получаем за вдвое меньшую цену в 16 раз больше более быстрой (на 30 %) памяти. А ведь есть и 166-мегагерцовая SDRAM, как будто специально сделанная для 300-мегагерцовых ЦСП. При этом SDRAM и SBSRAM имеют изначально спроектированные для работы на высоких скоростях синхронные интерфейсы.

Снижение потребления

Поскольку семейство C55x ориентировано на мобильные устройства, то при его проектировании очень важное место уделялось мерам по снижению потребления. В конструкцию ЦСП заложен ряд решений, которые позволяют вывести процессор на фактически новый уровень снижения потребления. Одним из немаловажных факторов является высокая вычислительная мощность ядра, позволяющая производить параллельно несколько операций, тем самым уменьшая количество активных тактов процессора на выполнение задачи.

Следующим преимуществом архитектуры является уменьшение количества циклов доступа ко внешней и внутренней памяти. Поскольку цикл доступа к памяти –

относительно энергоемкая операция, то их минимизация существенно сказывается на общем потреблении устройства. В качестве мер по минимизации циклов доступа можно отметить уже упоминавшиеся 32-разрядную внешнюю шину памяти и 32-разрядную выборку команд, а также переменную длину команд, позволяющую существенно минимизировать количество кода для описания задачи, сократив число тактов для его выборки. Также уменьшению количества циклов выборки из памяти способствует буфер команд, позволяющий выполнять операции внутреннего повторения достаточно сложных функций, работающий вообще без обращения к памяти команд. Следует также вспомнить и преимущества с точки зрения энергопотребления структуры малых блоков ОЗУ.

Кроме общих архитектурных решений, низкому потреблению C55xx способствует и специальный набор функций по управлению энергопотреблением отдельных функциональных узлов. Ядро C55xx автоматически управляет потреблением размещенной на кристалле периферии и памяти. Это управление полностью автоматизировано, прозрачно для пользователя и никаким образом не влияет на производительность выполняемого приложения.

Если к блоку памяти нет доступа, то он автоматически переводится в состояние малого потребления. При затребовании доступа блок памяти автоматически возвращается в рабочее состояние без возникновения каких-либо задержек. Казалось бы, это просто, однако вспомним, что микросхемы быстродействующего статического ОЗУ имеют одну неприятную особенность – достаточно высокое потребление и в статическом режиме, поэтому такой старт без задержки с практически нулевым потреблением в выключенном режиме является не совсем простой операцией.

Аналогично ядро C55xx управляет и состоянием встроенной периферии – выводя ее из состояния низкого потребления только по мере надобности.

Еще одно слагаемое снижения энергопотребления – ручное включение и отключение функциональных узлов процессора. В дополнение к общим режимам снижения потребления IDLE, ядро C55xx имеет специальный регистр, разряды которого отвечают за перевод функциональных модулей процессора в состояние низкого потребления и возврат их к активной работе простой установкой и сбросом битов в регистре. Каждый функциональный модуль – CPU, DMA, периферия, интерфейс внешней памяти (EMIF) и тактовый генератор – может быть включен или отключен независимо от остальных модулей.

Все эти меры позволили процессорам семейства C55xx приблизиться к рекордной планке – 0,05 мВт на MIPS.

Совместимость с предыдущими моделями

При выпуске нового мощного процессорного ядра C55xx фирмой Texas Instruments ставилась цель не просто взять новый рубеж производительности и потребления, но и предоставить все эти новые возможности разработчикам семейства C5000. Необходимо не просто выбросить новую модель на рынок, но и обеспечить плавный переход на нее всех уже наработанных решений от теперь уже предыдущего лидера семейства – ядра C54xx. Для

обеспечения совместимости ядро C55xx поддерживает выполнение программ для ядра C54xx, обеспечивая, процитируем TI, «идентичные до бита результаты». При этом просто замена используемого процессора с C54x на C55x без переделки программы уже дает улучшение по производительности и по потреблению питания за счет преимуществ нового ядра. А для программ, написанных по рекомендации TI на языке высокого уровня C, с использованием технологии eXpressDSP для использования всей мощности нового процессорного ядра требуется только перекомпилировать код для нового процессора.

В заключение можно сказать, что Texas Instruments в очередной раз подтвердила свое положение лидера индустрии, выпустив мощный и малопотребляющий ЦСП, установивший новый промышленный уровень параметров для устройств подобного класса.

Процессор C55xx – это продуманное и сбалансированное решение, позволяющее всем его элементам максимально использовать заложенные в них конструктивные возможности при выполнении реальных практических задач.

Остается только ждать прихода устройств на базе нового DSP в нашу повседневную жизнь. Судя по темпам, с которым фирма TI прошла всю цепочку от анонсированного ядра до первого выпущенного представителя семейства – TMS320VC5510, и по его реальным параметрам, ждать осталось весьма и весьма недолго.

texas.ru



БелПлата

220068, г. Минск, ул. Некрасова, 114,
оф. 238, 2 этаж, e-mail: info@belplata.by

тел. +375 17 287 85 66
факс +375 17 287 85 65
тел. моб. +375 44 707 36 30

Разработка и поставка печатных плат:
любой класс точности, широкий спектр покрытий, изготовление образцов от 5 дней.

Поставка фотошаблонов

Поставка трафаретов:
из нержавеющей стали и латуни.

Материалы для печатных плат:
защитные маски, маркировочные краски, фоторезисты, паяльные пасты.

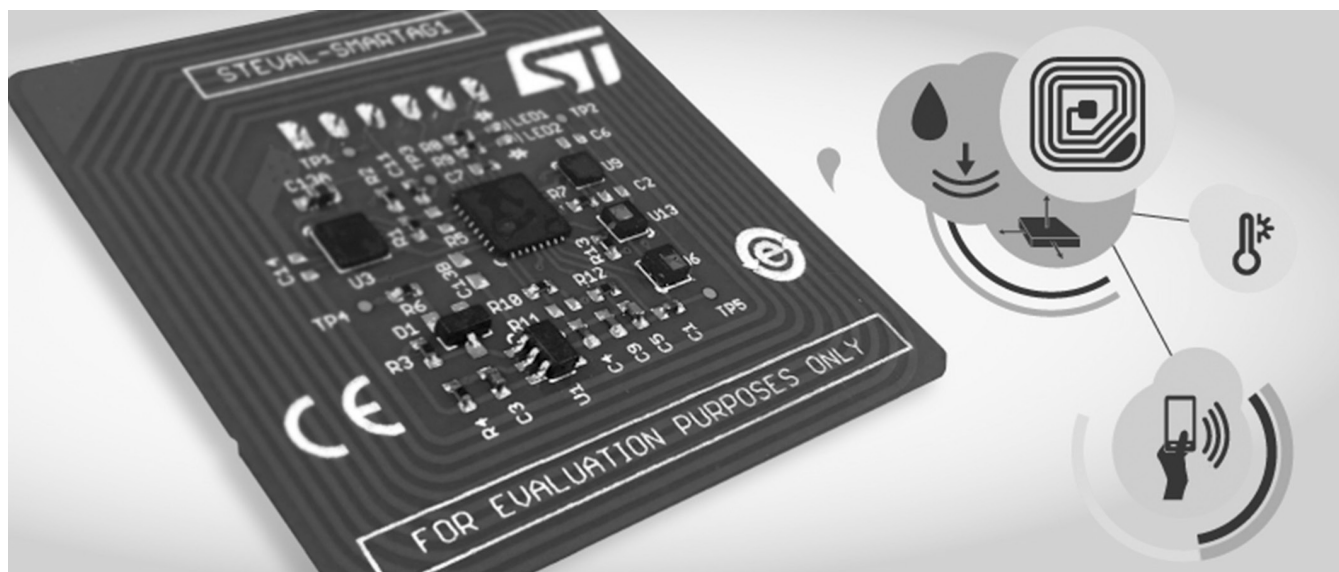
Поставка изделий из феррита:
любые виды сердечников CI, EE, EEM, EP, EER, ETD, EC, EF, ED, EFD, EI, EPO, EPX, EPC и т.д.

Поставка электронных компонентов:
STMicroelectronics, NXP Semiconductors, Vishay, Holtek Semiconductor.

www.belplata.by

УНП 190533632

ОТ МЭМС – В «ОБЛАКО»: БЕСПРОВОДНОЙ NFC-ДАТЧИК ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



Измерение параметров окружающей среды важно для различных приложений, начиная с автономных датчиков интернета вещей и заканчивая смартфонами и системами промышленной автоматизации. Сейчас для этого используются МЭМС-сенсоры, которые обладают компактными размерами, минимальным потреблением и невысокой стоимостью. Однако разработчикам, как правило, требуется также передать полученную информацию, например, в «облако» или на смартфон. Компания STMicroelectronics использует для передачи данных беспроводную технологию NFC и в качестве примера представляет референсный датчик STEVAL-SMARTAG1.

Современные МЭМС-сенсоры настолько компактные, малопотребляющие и экономичные, что их удастся интегрировать в самые различные устройства: бытовую технику, медицинские приборы, промышленное оборудование, носимую электронику и так далее. Кроме того, МЭМС-сенсоры позволяют создавать автономные интеллектуальные датчики для интернета вещей (IoT). При проектировании автономных датчиков разработчики должны не только решить проблему потребления и габаритов, но и организовать передачу получаемой информации в «облако» или на смартфон.

Для передачи данных могут использоваться различные проводные и беспроводные интерфейсы. Проводные интерфейсы (RS-485, CAN и другие) обеспечивают высокую надежность связи и относительно невысокую стоимость реализации. Однако необходимость проводного соединения усложняет инфраструктуру сети и затрудняет подключение новых датчиков. Беспроводные технологии (Bluetooth, Wi-Fi и прочие), наоборот, позволяют быстро расширять сеть устройств, но стоимость реализации беспроводной связи обычно оказывается высокой, особенно если речь идет о значительных расстояниях. В то же время, если расстояние между датчиком и считывающим устройством невелико, оптимальным выбором может стать NFC-технология (рисунок 1).

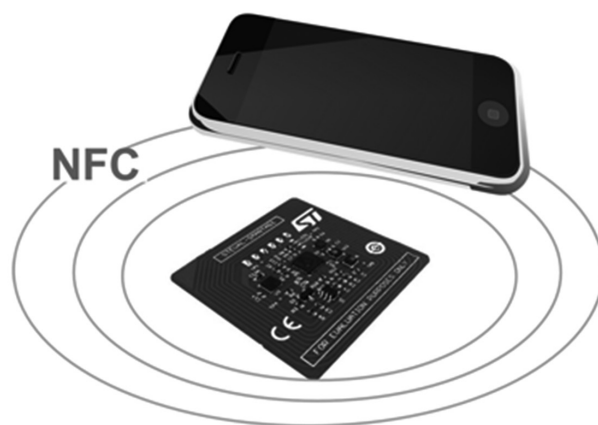


Рисунок 1 – NFC-датчики не требуют кнопок, дисплея, а в ряде случаев могут обходиться и без разъемов

NFC (Near Field Communication) – беспроводная технология обмена данными на частоте 13,56 МГц. Исторически NFC является развитием популярных стандартов бесконтактных карт ISO/IEC 14443 и ISO/IEC 15693, и обеспечивает с ними обратную совместимость. NFC-устройства, совместимые с ISO/IEC 14443, позволяют осуществлять обмен данными на расстоянии до 10 см со скоростью 106...848 кбит/с. NFC-устройства,

совместимые с ISO/IEC 15693, позволяют осуществлять обмен данными на дистанции до 1 м со скоростью до 53 кбит/с.

Для многих устройств, таких, например, как автономные датчики температуры или влажности, будет вполне достаточно NFC-канала с небольшим радиусом действия. При этом датчик получает все преимущества беспроводного интерфейса, в том числе отсутствие проводных соединений и мобильность. Кроме того, у NFC есть еще несколько очень важных достоинств. Во-первых, NFC-датчик может питаться от ридера или смартфона с NFC, что расширяет область применения таких устройств. Например, можно полностью герметизировать датчик. Во-вторых, огромным дополнительным плюсом NFC становится простота разработки и низкая стоимость реализации.

Чтобы упростить себе работу при разработке собственного NFC-устройства, имеет смысл ознакомиться с референсным NFC-датчиком STEVAL-SMARTAG1 производства STMicroelectronics. Давайте рассмотрим особенности этого датчика и возможности бесплатного пакета программного обеспечения FP-SNS-SMARTAG1.

Что нужно для создания беспроводного NFC-канала?

В отличие от большинства беспроводных интерфейсов, организовать NFC-канал достаточно просто. В частности, STMicroelectronics предлагает различные типы NFC-микросхем для создания пассивных и динамических меток, а также ридеров. Особый интерес для разработчиков представляют микросхемы EEPROM с двойным интерфейсом серий M24LR, M24SR, ST25DV-I2C и ST25DV-PWM (таблица 1). Серии M24LR, M24SR, ST25DV-I2C обеспечивают доступ к EEPROM как со стороны NFC-ридера по радиоканалу, так и со стороны управляющего микроконтроллера по интерфейсу I²C. Серия ST25DV-PWM вместо I²C имеет ШИМ-выходы.

На настоящий момент наиболее совершенной в линейке NFC-EEPROM STMicroelectronics является ST25DV-I2C. Именно микросхемы ST25DV-I2C являются ключевым элементом референсного датчика STEVAL-SMARTAG1.

Стоит отметить главные преимущества ST25DV-I2C с точки зрения создания автономных датчиков для IoT и аналогичных приложений:

Таблица 1 – Характеристики NFC-EEPROM с двойным интерфейсом

Параметр	M24SR	M24LR	ST25DV-I2C	ST25DV-PWM
Тип памяти	EEPROM	EEPROM	EEPROM	EEPROM
Объем памяти, кбит	2/4/16/64	4/16/64	4/16/64	2
Защита данных	Пароль 128 битов	Пароль 32 бита	Пароль 64 бита	Пароль 64 бита, цифровая подпись
ВЧ-диапазон	Ближний диапазон (до 10 см)	Дальний диапазон (до 1 м)	Дальний диапазон (до 1 м)	Дальний диапазон (до 1 м)
Стандарт	ISO14443	ISO15693	ISO15693	ISO15693
Скорость обмена, кбит/с	106	До 53 (стандарт 26 кбит/с)	До 53 (стандарт 26 кбит/с)	26
Последовательный интерфейс	I ² C, скорость 1 МГц	I ² C, скорость 400 кГц	I ² C, скорость 1 МГц	–
Функция быстрого обмена (Fast Transfer mode)	–	–	Есть (буфер 256 байт)	–
Функция сбора энергии (Energy Harvesting)	–	Есть	Есть	–
Цифровые выходы	С открытым стоком (open drain)	С открытым стоком (open drain)	С открытым стоком или КМОП	ШИМ
Дополнительные функции	Отключение ВЧ-интерфейса	–	Режим пониженного потребления	Режим пониженного потребления
Срок хранения данных	200 лет при 55°C	40 лет при 55°C	40 лет при 55°C	40 лет при 55°C
Циклов записи/чтения	1 млн циклов при 25°C, 600 тыс циклов при 85°C, 500 тыс циклов при 105°C	1 млн циклов при 25°C, 100 тыс циклов при 85°C	1 млн циклов при 25°C, 600 тыс циклов при 85°C, 500 тыс циклов при 105°C, 400 тыс циклов при 125°C	100 тыс циклов при 85°C
Диапазон рабочих температур, °C	-40...85, -40...105 (85°C RF)	-40...85	-40...85, -40...105 (85°C RF)	-40...85, -40...105 (85°C RF)
Корпус	SO8, TSSOP8, UDFPN8, SBN*	SO8, TSSOP8, UDFPN8, SBN*	SO8, TSSOP8, UDFPN8, WLCSP10, SBN*	SO8, TSSOP8

* – Ряд моделей может поставляться в бескорпусном исполнении SBN.

- большой радиус действия, который упрощает считывание данных, так как ридер или смартфон не приходится подносить вплотную к датчику. Связь со смартфоном возможна на расстоянии до 7 см, а мощный ридер с большой антенной может обеспечить связь до 1 м;

- высокоскоростной I²C-интерфейс с частотой до 1 Мбит/с, который обеспечивает максимальную скорость обмена данными с управляющим микроконтроллером, что позволяет уменьшить длительность фазы активности и тем самым снизить потребление;

- буфер FIFO размером 256 байт, с помощью которого удастся реализовать функцию быстрого обмена данными (Fast Transfer mode) между контроллером и внешним NFC-устройством;

- функция сбора энергии Energy Harvesting, которая позволяет микросхемам ST25DV-I2C собирать энергию внешнего электромагнитного поля, создаваемого ридером или смартфоном, и использовать ее как для собственного питания, так и для питания других микросхем (до 3 В, 5 мА);

- возможность реализации полностью герметичных «вечных» датчиков благодаря функции Energy Harvesting.

NFC-микросхеме для создания беспроводного канала требуется антенна. В большинстве случаев оптимальным вариантом станет печатная антенна, расположенная на той же плате. STMicroelectronics предлагает множество плат с референсными печатными антеннами, а также специализированную утилиту Antenna Design для расчета антенн разного размера (рисунок 2).

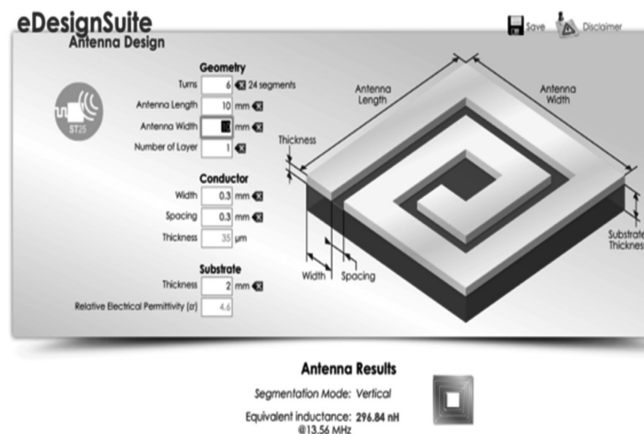


Рисунок 2 – Утилита для расчета печатной антенны

Референсный NFC-датчик STEVAL-SMARTAG1

Отладочный набор STEVAL-SMARTAG1 представляет собой полностью законченный NFC-датчик, выполненный в виде печатной платы, на которой размещен микроконтроллер, датчики, антенна и слот для батареек CR2032 (рисунок 3). Для STEVAL-SMARTAG1 доступен бесплатный программный пакет FP-SNS-SMARTAG1, в состав которого входят утилиты для демонстрации совместной работы датчика и смартфона.

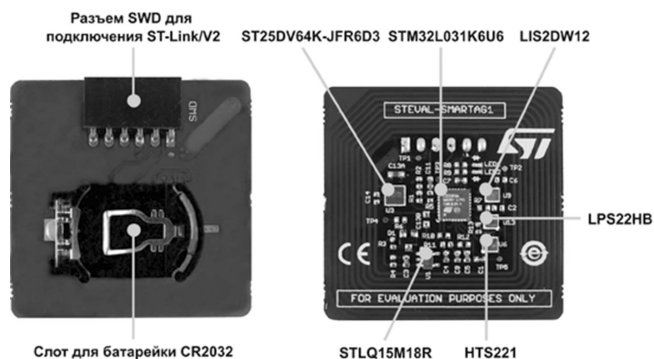


Рисунок 3 – Референсный NFC-датчик STEVAL-SMARTAG1

Ключевыми компонентами STEVAL-SMARTAG1 являются:

- ST25DV64K-JFR6D3 – микросхема EEPROM с двойным интерфейсом емкостью 64 кбит. Именно эта микросхема вместе с антенной используется для организации беспроводного NFC-канала, а также для питания датчика в одном из рабочих режимов. Взаимодействие ST25DV64K-JFR6D3 с управляющим микроконтроллером осуществляется по I²C.

- STM32L031K – малопотребляющий 32-битный микроконтроллер, построенный на базе процессорного ядра ARM Cortex-M0+ с максимальной рабочей частотой 32 МГц. Данный микроконтроллер имеет 32 кбайт Flash, 8 кбайт ОЗУ, 1 кбайт EEPROM. На борту у STM32L031K присутствует 12-битный АЦП, 2 компаратора, 16-битный таймер для режимов пониженного потребления, три 16-битных таймера общего назначения, RTC, сторожевые таймеры, коммуникационные интерфейсы (I²C, SPI, USART).

- LIS2DW12 – цифровой малопотребляющий 3-осевой МЭМС-акселерометр с диапазонами измерений 2/4/8/16 г и программируемой частотой выборки 1,6...1600 Гц. Среди достоинств LIS2DW12 можно выделить малое потребление, встроенный 32-уровневый буфер FIFO и возможность работы по прерываниям.

LPS22HB – цифровой компактный пьезорезистивный датчик давления с рабочим диапазоном 260...1260 гПа. LPS22HB способен выполнять измерения с программируемой частотой 1/10/25/50/75 Гц. Датчик отличается малым потреблением, например, при частоте измерений 1 Гц ток составляет 3 мкА, а при переводе в режим ожидания падает до 1 мкА.

HTS221 – цифровой емкостной датчик относительной влажности и температуры. HTS221 позволяет выполнять 16-битные измерения в диапазоне 20...80% гН. Достоинствами датчика является возможность программирования частоты измерений 1/7/12,5 Гц и малое потребление: от 2 мкА при частоте измерений 1 Гц.

STLQ015 – малопотребляющий LDO-стабилизатор с выходным током до 150 мА, входным напряжением 1,5...5 В и собственным падением всего 112 мВ. Важным преимуществом STLQ015 также является очень малое потребление – всего 1,4 мкА.

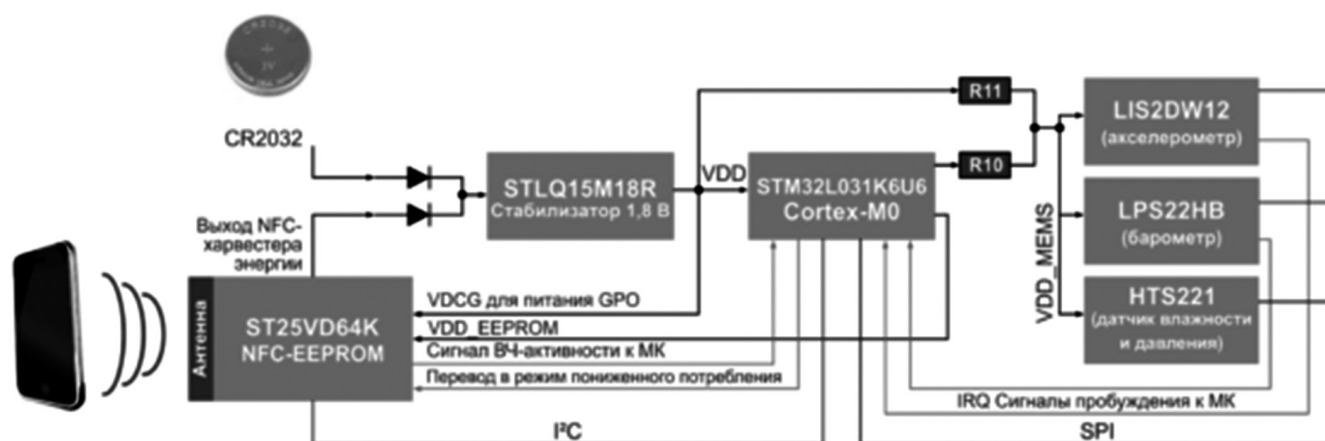


Рисунок 4 – Структурная схема референсного датчика STEVAL-SMARTAG1

Особенности схемы питания и потребления NFC-датчика STEVAL-SMARTAG1

Как уже отмечалось выше, организация системы питания становится одной из главных задач при разработке автономных датчиков. В референсном NFC-датчике STEVAL-SMARTAG1 эта задача решена достаточно успешно (рисунок 4). Благодаря наличию в микросхеме ST25DV64K функции Energy Harvesting, питание датчика STEVAL-SMARTAG1 может осуществляться не только от батарейки CR2032, но и от энергии электромагнитного поля, создаваемого смартфоном.

Выходы харвестера энергии (ST25DV64K) и батарейки CR2032 объединены по схеме монтажного «ИЛИ» с помощью диодов Шоттки BAT54CFILM. Собственное падение диодов при токе нагрузки 1 мА составляет около 320 мВ и возрастает до 500 мВ при токе 30 мА. Далее сигнал поступает на LDO-стабилизатор STLQ015, который преобразует входное напряжение в напряжение питания схемы VDD = 1,8 В (рисунок 4).

Напряжение VDD используется в первую очередь для питания микроконтроллера, который, в свою очередь, питает датчики (VDD_EEPROM) и память (VDD_MEMS) с помощью обычных портов ввода-вывода. Это стало возможным благодаря сверхмалому потреблению всех используемых компонентов.

На плате также расположены перемычки R11 и R10, которые необходимы для выбора источника питания МЭМС-сенсоров. По умолчанию питание датчиков осуществляется от порта ввода-вывода микроконтроллера, поэтому перемычка R10 установлена, а R11 отсутствует. Если же предполагается работа по прерыванию от датчиков, например, с пробуждением по сигналу акселерометра при ударе, тогда разумным будет перевод микроконтроллера в режим ожидания с отключением портов ввода-вывода. При этом, чтобы МЭМС-сенсоры не остались без питания, необходимо напрямую подключить их к стабилизатору напряжения STLQ015. Для этого потребуются удалить перемычку R10 и установить перемычку R11.

Стоит отметить, что диоды Шоттки и стабилизатор нужны только из-за использования харвестера энергии.

Если от харвестера энергии отказаться, то и диоды Шоттки со стабилизатором можно исключить. Дело в том, что диапазоны рабочих напряжений для датчиков и микроконтроллера оказываются очень широкими: 1,62...3,6 В для LIS2DW12, 1,65...3,6 В для STM32L031K, 1,7...3,6 В для HTS221 и HTS221, 1,8...5,5 В для ST25DV64K. Таким образом, они могут без каких-либо проблем питаться напрямую от батарейки. Кроме того, в случае необходимости питание датчиков можно осуществлять от порта ввода-вывода микроконтроллера STM32L031K, у которого есть встроенный регулятор напряжения. При питании схемы от харвестера энергии рекомендуется использовать стабилизатор напряжения с малыми значениями падения и тока собственного потребления.

Итак, как уже было сказано выше, огромным плюсом всех используемых датчиков является их малое потребление. Тем не менее, существуют способы дополнительной экономии энергии:

- Уменьшить потребление можно за счет снижения рабочей частоты микроконтроллера. В демонстрационном примере используется частота всего 2 МГц.

- Существенную экономию энергии удастся получить, если в промежутках между фазами активности переводить микроконтроллер в один из режимов пониженного потребления, например, Standby или Stop. Для пробуждения из спящих режимов может использоваться встроенный модуль часов реального времени (RTC). Кроме того, выход из режима Stop может осуществляться по прерыванию от любого из портов ввода-вывода. Выход из режима Standby также возможен по внешнему сигналу, но только от конкретных входов. В случае со STEVAL-SMARTAG1 сигнал пробуждения от акселерометра LIS2DW12 приходит на вход PA0, а сигнал пробуждения от барометра LPS22HB поступает на PA

- Для дополнительного уменьшения потребления следует ограничить частоту измерений МЭМС-датчиков. Чем ниже частота опроса (ODR), тем ниже потребление. Как уже говорилось выше, все используемые сенсоры позволяют управлять частотой измерений.

- Если питание датчиков осуществляется от портов ввода-вывода, то микроконтроллер может полностью их

Таблица 2 – Режимы работы референсного датчика STEVAL-SMARTAG1

Режим работы	Спящий режим МК между измерениями	Использование перемычек
Однократные измерения, питание от NFC (без батарейки)	Не имеет значения	R10 (питание МЭМС от МК) или R11 (питание МЭМС от с LDO)
Синхронные измерения с RTC, питание от батарейки	Stop с RTC	R10 (питание МЭМС от МК) или R11 (питание МЭМС от с LDO)
	Standby с RTC	R10 (питание МЭМС от МК) или R11 (питание МЭМС от с LDO)
Асинхронные измерения по прерыванию от МЭМС, питание от батарейки	Stop без RTC	R10 (питание МЭМС от МК) или R11 (питание МЭМС от с LDO)
	Standby без RTC	R11 (питание МЭМС от с LDO)
Синхронные и асинхронные измерения по прерыванию от МЭМС и по сигналу RTC, питание от батарейки	Stop с RTC	R10 (питание МЭМС от МК) или R11 (питание МЭМС от с LDO)
	Standby с RTC	R11 (питание МЭМС от с LDO)
	Standby с RTC	R11 (питание МЭМС от с LDO)

Таблица 3 – Типовые параметры потребления в примере из программного пакета FP-SNS-SMARTAG1

Компонент	Потребление в активной фазе, мкА	Потребление в режиме ожидания, мкА
STM32L0	245 (Run, 2 МГц)	<1 (Stop или Sstandby)
LED	150 (On)	0 (выкл)
ST25DV NFC EEPROM	110...300 (чтение-запись)	<1,5 (выкл)
Акселерометр LIS2DW12	3 (LP, 50 Гц)	0,05 (выкл)
Датчик влажности HTS221	22,5 (макс. ср., 1 Гц)	0,5 (выкл)
Барометр LPS22HB	4 (LP, однократные измерения)	1 (выкл)
Стабилизатор STLQ015	1	<0,2

отключать, если они не используются в текущий момент. В идеальном случае активным должен быть только один сенсор. Такой подход также позволит сгладить пики потребления.

С учетом всего вышесказанного можно выделить несколько основных режимов работы (таблица 2).

Естественно, возникает желание оценить общее потребление датчика STEVAL-SMARTAG1. STMicroelectronics предоставляет всю необходимо информацию, в том числе типовые значения тока потребления в активном режиме и в режиме ожидания для всех компонентов (таблица 3).

С помощью этих данных можно рассчитать среднее потребление STEVAL-SMARTAG1 с учетом длительности фазы активности и фазы ожидания. Для демонстрационного примера получены следующие результаты [1]:

- среднее потребление в активной фазе составляет около 420 мкА при длительности фазы около 360 мс;
- среднее потребление в режиме ожидания составляет менее 2,8 мкА (микроконтроллер находится в режиме Standby или Stop, датчики отключены с помощью портов ввода-вывода).

Стоит отметить, что речь идет о средних значениях. Пиковые значения тока оказываются существенно выше – до 30...35 мА, однако так как эти импульсы имеют минимальную длительность (менее 0,1 мс), то батарейка CR2032 без проблем с ними справляется.

Зная средние значения потребления в активном и спящем режимах и задавая период пробуждений, можно рассчитать среднее потребление датчика и длительность работы от стандартной батарейки (рисунки 5 и 6).

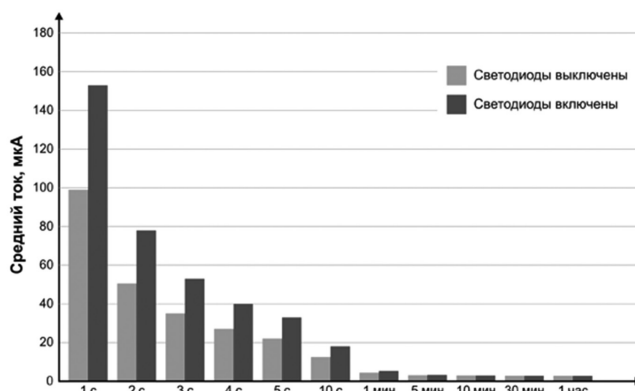


Рисунок 5 – Средний ток потребления при различном периоде пробуждений датчика STEVAL-SMARTAG1

Запуск демонстрационного примера для референсного NFC-датчика STEVAL-SMARTAG1

Чтобы оценить удобство работы с датчиком STEVAL-SMARTAG1, следует запустить штатный демонстрационный проект, который входит в состав программного пакета FP-SNS-SMARTAG1. Для этого понадобятся следующие компоненты:

- отладочный набор STEVAL-SMARTAG1, в который входит 6-выводной плоский кабель для подключения к программатору ST-Link;
- смартфон с операционной системой Android™ или iOS™ и установленным мобильным приложением ST SmartTag. Данное приложение может быть бесплатно скачано с сайта ST;
- ПК или ноутбук с ОС Windows 7 или выше;

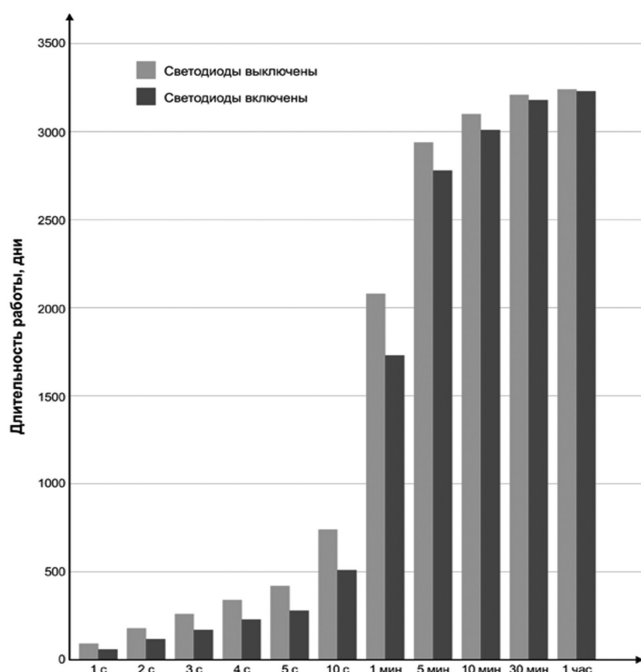


Рисунок 6 – Длительность работы от одной батарейки CR2032 (220 мА*ч) при различном периоде пробуждений датчика STEVAL-SMARTAG1

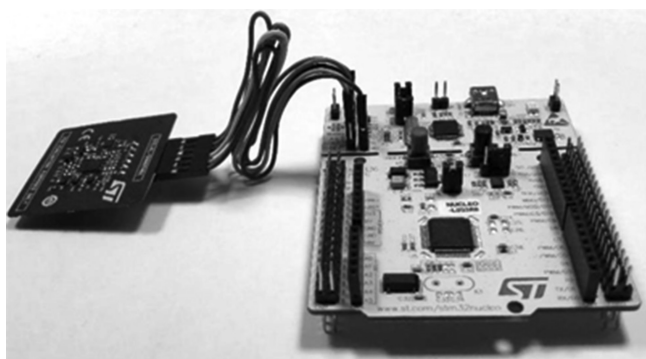


Рисунок 7 – Подключение STEVAL-SMARTAG1 к программатору ST-Link (или ко встроенному программатору ST-Link отладочной платы STM32-Nucleo) с помощью гибкого кабеля

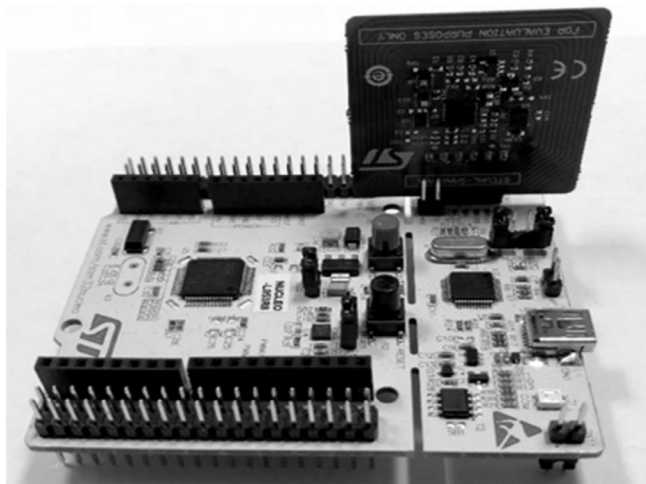


Рисунок 8 – Прямое подключение STEVAL-SMARTAG1 к отладочной плате STM32-Nucleo

- отдельный или встроенный в плату STM32-Nucleo программатор ST-Link;
- кабель USB type A – Mini-B USB для подключения ST-Link.

Датчик STEVAL-SMARTAG1 может питаться от батарейки, от поля смартфона или напрямую от программатора ST-Link, который в свою очередь питается от USB-порта компьютера. Подключение STEVAL-SMARTAG1 может быть выполнено с помощью гибкого 6-жильного плоского кабеля, идущего в комплекте с датчиком (рисунок 7), либо напрямую к разъему SWD (рисунок 8).

После подключения датчика к ПК остается только скачать программный пакет FP-SNS-SMARTAG1, установить приложение ST SmartTag на смартфон и приступить к отладке.

Стоит упомянуть, что программный пакет FP-SNS-SMARTAG1 поддерживает не только работу со STEVAL-SMARTAG1, но и со стеком, включающим плату расширения X-NUCLEO-NFC04A1 (NFC-метка), плату расширения X-NUCLEO-IKS01A2 (МЭМС-датчики) и отладочную плату NUCLEO-L053R8 (рисунок 9). При использовании этого стека отладка имеет тот же вид, что и в случае со STEVAL-SMARTAG1.

X-NUCLEO-NFC04A

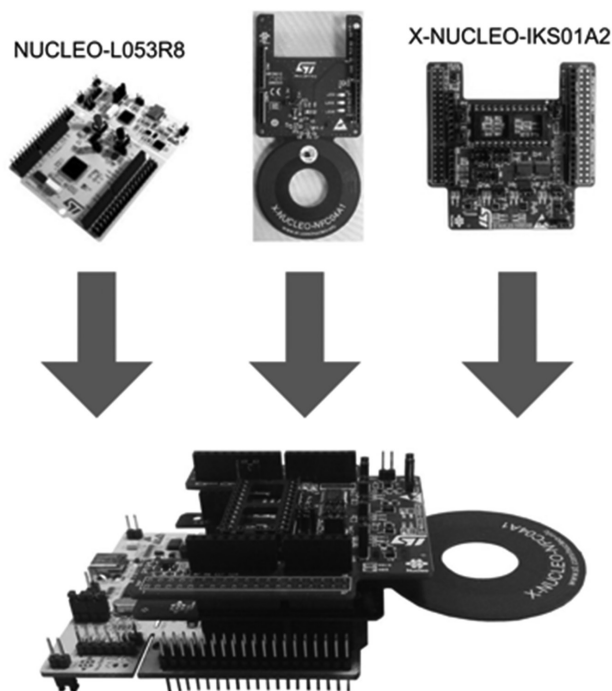


Рисунок 9 – Для работы с FP-SNS-SMARTAG1 может быть использован стек отладочных плат

Для отслеживания активности датчика, подключенного через ST-Link, используется виртуальный последовательный порт и любая удобная терминальная программа, например Tera Term (рисунок 10).

После запуска терминала пользователю будет доступен лог активности датчика, начиная от инициализации и установки связи со смартфоном по NFC, и заканчивая оповещением о текущих событиях (рисунок 11).

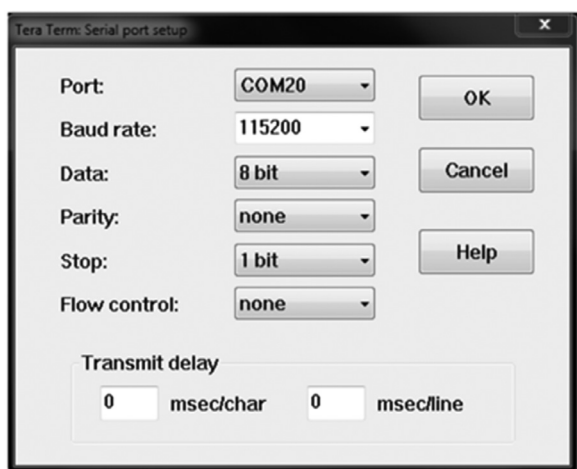


Рисунок 10 – Настройка терминала последовательного порта



Рисунок 11 – Отображение обмена со смартфоном на терминале последовательного порта

Для взаимодействия с датчиком со стороны смартфона используется мобильное приложение ST SmarTag. Для начала следует выполнить настройку датчика. На первой вкладке пользователь может задать режим работы STEVAL-SMARTAG1:

- синхронный с заданным интервалом измерений (по умолчанию);
- синхронный или асинхронный обмен по прерыванию от датчиков (для активации необходимо установить соответствующую галочку);
- режим с однократными измерением (для активации необходимо установить соответствующую галочку).

На следующей странице пользователь должен задать максимальные и минимальные показания датчиков, не-

обходимые при работе по прерыванию. В таком режиме данные будут фиксироваться, только если показания выйдут за границу указанных диапазонов.

SmarTag позволяет использовать режим асинхронного обмена по прерыванию с пробуждением от акселерометра, например, при ударе, повороте и так далее. Эти параметры также могут быть настроены.

Отображение результатов измерений производится в различной форме. Например, в виде минимальных и максимальных значений или в виде графиков.

При работе в режиме с однократным измерением пользователю будут предоставляться последние текущие результаты (рисунок 12).

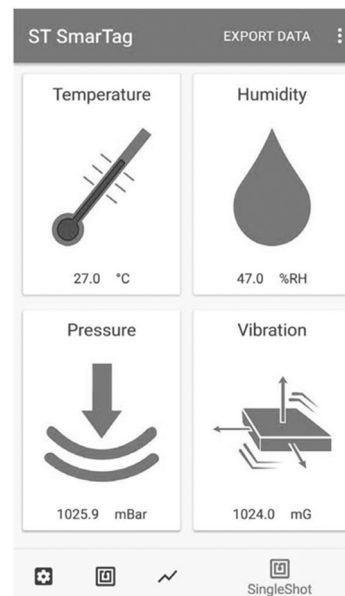


Рисунок 12 – Отображение однократных измерений

Заключение

Беспроводной стандарт NFC широко применяется в промышленности, логистике, медицине, автоматизации зданий, портативной электронике и многих других областях. При этом возможности обычных NFC-меток значительно возрастают за счет использования современных малопотребляющих и компактных МЭМС-сенсоров.

В данной статье были рассмотрены особенности референсного NFC-датчика STEVAL-SMARTAG1, который позволяет измерять параметры окружающей среды (давление, температуру, влажность) и передавать их по NFC-каналу на смартфон. При этом питание датчика может осуществляться не только от батарейки, но и от электромагнитного поля, создаваемого смартфоном.

Литература

1. User manual. How to use the ST NFC Sensor TAG evaluation board. STMicroelectronics, 2018;
2. User manual. Getting started with the STM32Cube function pack for IoT node with Dynamic NFC Tag, environmental and motion sensors. STMicroelectronics, 2018.

compel.ru

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СИЛОВЫХ МОП-ТРАНЗИСТОРОВ ДЛЯ РЕЗОНАНСНЫХ LLC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

В статье рассматриваются особенности работы МОП-транзисторов (MOSFET) в резонансных LLC-преобразователях. Особое внимание уделяется режиму переключений при нулевых напряжениях (Zero Voltage Switching, ZVS). В ней также приведены методы повышения надежности и эффективности работы MOSFET. Статья будет полезной для опытных разработчиков источников питания, желающих повысить надежность и эффективность работы своих схем.



В последнее время повышение эффективности и увеличение плотности мощности становятся основными проблемами при создании источников питания. Рост общего уровня потребления неизбежно приводит к увеличению стоимости энергии. Это вызывает повышение спроса на источники питания, обладающие высоким КПД, компактными размерами и высокой мощностью. Резонансные LLC-преобразователи все шире применяются в силовой технике благодаря отличной эффективности, высокой плотности мощности и малому уровню электромагнитных помех.

Выбор оптимальных силовых МОП-транзисторов для резонансного LLC-преобразователя определяется как эффективностью, так и надежностью их работы. При этом необходимо анализировать не только основные параметры MOSFET, например, корпусное исполнение, номинальное напряжение «сток-исток», номинальный ток стока и сопротивление открытого канала [1], но и учитывать выполнение двух дополнительных условий:

- возможности реализации переключений силового МОП-транзистора при нулевых напряжениях (режим ZVS);
- возможность решения проблемы неполного восстановления встроенного обратного диода силового МОП-транзистора.

В данной статье анализируются особенности работы силовых МОП-транзисторов в резонансных LLC-преобразователях, а также рассматриваются методы повышения их надежности и эффективности.

Режим переключений при нулевых напряжениях ZVS

Одним из преимуществ резонансных LLC-преобразователей является их способность обеспечивать коммутацию силовых транзисторов при нулевых напряжениях

ZVS в заданном диапазоне нагрузок. При этом потери на переключения в силовом каскаде первичной стороны практически отсутствуют. Для обеспечения режима ZVS при коммутации силовых МОП-транзисторов в резонансном LLC-преобразователе необходимо выполнение трех условий:

- нагрузка силового каскада LLC-преобразователя должна носить индуктивный характер;
- для управления МОП-транзисторами верхнего и нижнего плеча полумоста необходимо использовать комплементарные сигналы (сдвинутые друг относительно друга на 180°) с коэффициентом заполнения 50%;
- выбор длительности мертвого времени не должен противоречить режиму ZVS.

На рисунке 1а представлена принципиальная схема полумостового резонансного LLC-преобразователя. Благодаря индуктивному характеру нагрузки коммутация МОП-транзисторов происходит при нулевых напряжениях – напряжение опережает ток по фазе (рисунок 1б). Для достижения ZVS схема должна работать с индуктивной нагрузкой (то есть сопротивление резонансного контура должно носить индуктивный характер), а ток резонансной индуктивности должен быть достаточно высоким, чтобы разряжать выходную емкость («сток-исток») силовых МОП-транзисторов.

Влияние выходной емкости C_{oss}

Когда оба МОП-транзистора закрыты, ток, циркулирующий в резонансном контуре, будет заряжать и разряжать выходные емкости силовых ключей. Эквивалентная схема полумостового резонансного LLC-преобразователя в момент, когда Q1 и Q2 отключены («мертвое время»), показана на рисунке 2.

Точка А является средней точкой между силовыми МОП-транзисторами Q1 и Q2. Используя уравнение резонансного L-C-контура, можно определить напряжение в узле А (формула 1):

$$V_A = (V_{IN} - V_C) + I_{D,off} \times \sqrt{L_{eq} C_{eq}} \times \sin(\omega t), \quad (1)$$

$$V_A = (V_{IN} - V_C) + I_{D,off} \times \sqrt{L_{eq} C_{eq}} \times \sin(\omega t), \quad (1)$$

где V_{IN} – напряжение на $C_{0,PFC}$, V_C – напряжение на C_r , L_{eq} – сумма L_r и L_m , C_{eq} – эквивалентная емкость в эквивалентной схеме и

$$\omega r = 1 \sqrt{L_{eq} \times C_{eq}}, \omega r = 1 \sqrt{L_{eq} \times C_{eq}}.$$

Для получения режима ZVS необходимо, чтобы до включения Q1 напряжение в узле А отвечало требованию (формула 2):

$$(V_{IN} - V_C) + I_{D,off} \times \sqrt{L_{eq} C_{eq}} \times \sin(\omega t) > V_{IN} \quad (2)$$

$$(V_{IN} - V_C) + I_{D,off} \times \sqrt{L_{eq} C_{eq}} \times \sin(\omega t) > V_{IN} \quad (2)$$

Поскольку максимальное значение для синуса равно 1, формулу 2 можно упростить (формула 3):

$$L_{eq} \times I_{D,off} > C_{eq} \times V_{IN}^2 \quad (3)$$

Формула 3 определяет условие для ZVS с точки зрения резонансной энергии. При этом оказывается, что время заряда-разряда выходной емкости силового МОП-транзистора в течение «мертвого времени» определяется резонансной частотой контура L_{eq} и C_{eq} . Кроме того, C_{eq} не является постоянной величиной и зависит от напряжения VDS (рисунок 3). Это связано с тем, что распределение заряда силового МОП-транзистора определяется напряжением VDS. Таким образом, изменения эквивалентной емкости C_{eq} также должны учитываться при рассмотрении условий ZVS.

Возникает вопрос: какую величину имеет эта емкость? Как видно из эквивалентной схемы, представленной на рисунке 2, выходные емкости двух силовых МОП-транзисторов в полумостовой схеме подключены параллельно относительно эквивалентной индуктивности. Сумма напряжений VDS обоих силовых МОП-транзисторов, соединенных последовательно, равна входному напряжению преобразователя. Таким образом, учитывая зависимость паразитной емкости от напряжения «сток-исток» VDS силового MOSFET (рисунок 3а), можно представить зависимость эквивалентной емкости в схеме полумостового резонансного LLC-преобразователя (рисунок 3б).

Как видно из графика, эквивалентная емкость экспоненциально возрастает при $V_{DS} < 50$ В и $V_{DS} > 350$ В. Диаграмму изменения напряжения VDS при выключении МОП-транзистора полумостового резонансного LLC-преобразователя можно разделить на четыре части, как показано на рисунке 4: (1) 380 В → 300 В; (2) 300 В → 200 В; (3) 200 В → 100 В; (4) 100 В → 0 В. Несмотря на то, что в сегменте 1 наблюдается падение всего на 80 В, общая продолжительность интервалов 1 и 4 составляет две трети от полного времени разряда. Это связано с тем, что эквивалентная емкость C_{eq} экспоненциально возрастает при $V_{DS} < 50$ В и $V_{DS} > 350$ В. Поэтому разряд выходной емкости во временных сегментах 1 и 4 замедляется, что приводит к увеличению резонансного периода L-C-контура и росту общего времени разряда.

Выбор силового МОП-транзистора с малой выходной емкостью при низких напряжениях VDS, упрощает задачу обеспечения ZVS (при сохранении величины тока индуктивности). Кроме того, повысить эффективность можно за счет сокращения длительности мертвого времени.

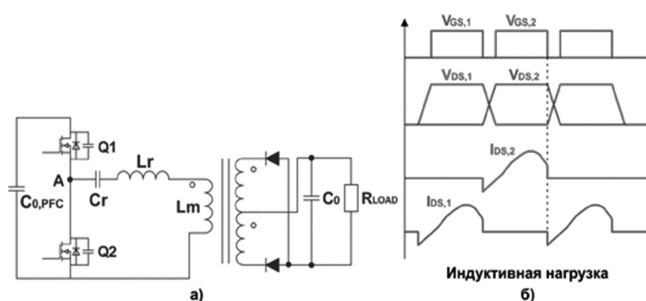


Рисунок 1 – а) схема полумостового резонансного LLC-преобразователя; б) рабочие диаграммы токов и напряжений при индуктивной нагрузке

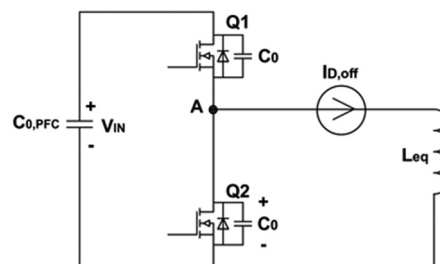


Рисунок 2 – Эквивалентная схема полумостового резонансного LLC-преобразователя в момент, когда Q1 и Q2 отключены («мертвое время»)

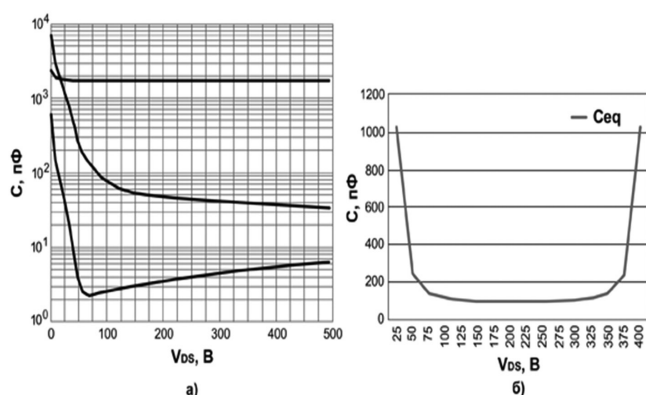


Рисунок 3 – а) зависимость паразитных емкостей от напряжения VDS силового MOSFET CoolMOS™ IPP60R190P6; б) зависимость C_{eq} эквивалентной схемы полумостового резонансного LLC-преобразователя CoolMOS™ IPP60R190P6

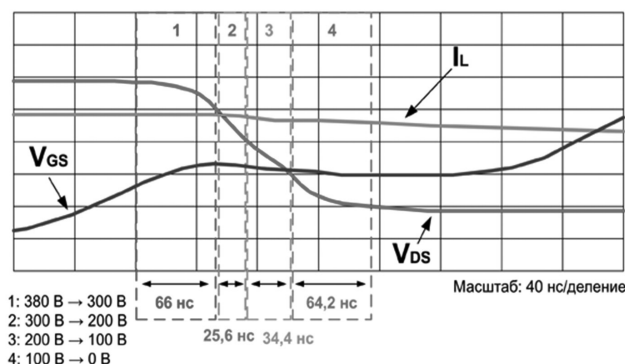


Рисунок 4 – Разряд выходной емкости C_{oss} МОП-транзистора полумостового резонансного LLC-преобразователя

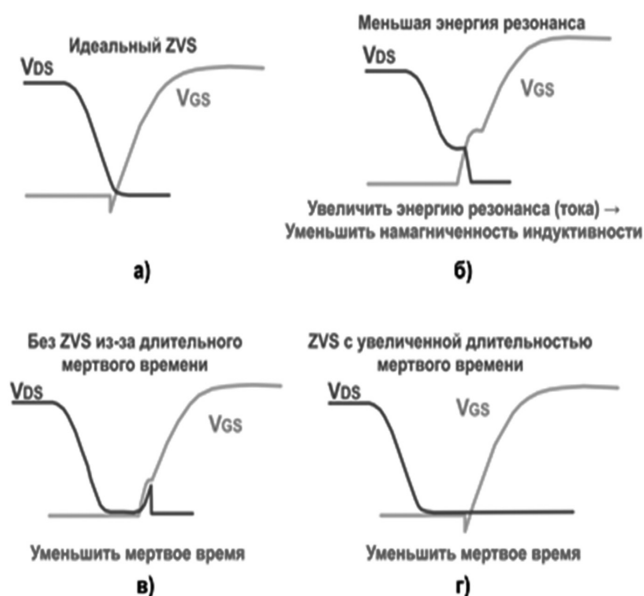


Рисунок 5 – Четыре варианта коммутации МОП-транзисторов и рекомендации по увеличению эффективности

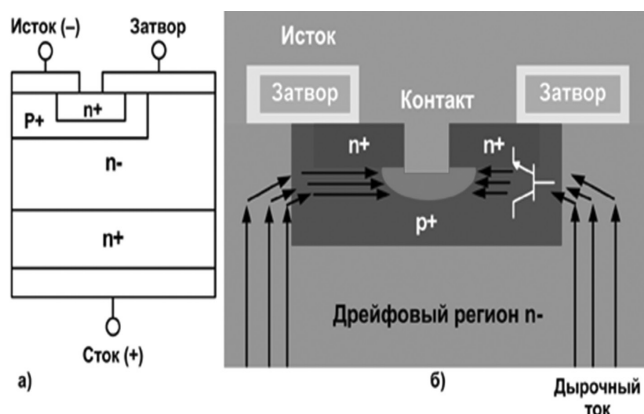


Рисунок 6 – а) структура элементарной ячейки МОП-транзистора; б) механизм разрушения элементарной ячейки МОП-транзистора

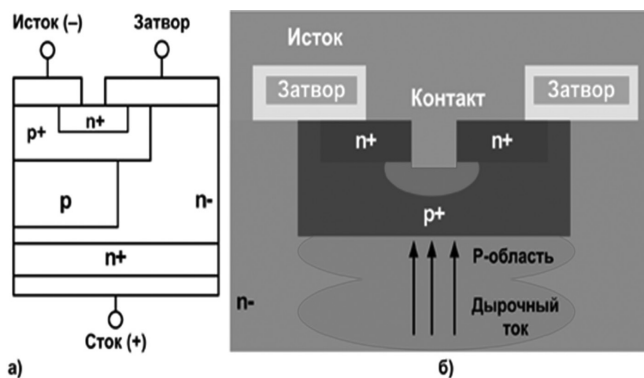


Рисунок 7 – а) структура элементарной ячейки CoolMOS™; б) дырочный ток направлен вертикально вверх к металлическому электроду

Влияние «мертвого времени»

Введение «мертвого времени» необходимо для полного разряда эквивалентной емкости C_{eq} , что является условием обеспечения режима ZVS. Для определения требуемой длительности мертвого времени необходимо учитывать два важных ограничения. Первое ограничение заключается в наличии минимального времени выключения МОП-транзистора. Его длительность можно рассчитать, используя данные, приведенные в документации: время восстановления встроенного обратного диода, время задержки включения и выключения, время нарастания и спада. Второе ограничение связано с минимальным «мертвым временем», необходимым для достижения ZVS в самом худшем случае, например, когда на входе преобразователя присутствует максимальное напряжение при минимальном выходном напряжении и минимальной нагрузке. Возможны ситуации, когда минимальное «мертвое время», необходимое для обеспечения ZVS, оказывается больше минимального времени выключения транзистора. Тогда приходится выбирать большее из двух значений. Однако, такой подход неизбежно приведет к снижению эффективности преобразователя.

В документации на транзисторы серии CoolMOS™ приводятся три значения COSS: COSS для заданной величины V_{DS} , $Co(er)$ и $Co(tr)$. $Co(tr)$ – эквивалентная фиксированная емкость транзистора, необходимая для определения времени зарядки-разряда COSS независимо от применяемой топологии. Выбор «мертвого времени» должен обеспечивать режим ZVS двух МОП-транзисторов, работающих с максимальной частотой коммутации при зарядке и разрядке COSS минимальным током намагничивания. Формула 4 определяет соотношение между мертвым временем и емкостью $CO(tr)$ МОП-транзистора:

$$t_{dead} = 2 \times CO(tr) \times VIN_{mag_min}, \quad (4)$$

$$t_{dead} = 2 \times CO(tr) \times VIN_{mag_min}, \quad (4)$$

где I_{mag_min} – минимальный ток намагничивания, обеспечивающий заряд и разряд C_{oss} .

Существует четыре варианта мягкой коммутации МОП-транзистора (рисунок 5).

На рисунке 5а показана диаграмма идеального режима ZVS. На рисунке 5б видно, что V_{DS} не успевает уменьшиться до 0 В прежде чем появляется сигнал управления V_{GS} , поэтому в данном случае рекомендуется снизить индуктивность намагничивания трансформатора, увеличить длительность «мертвого времени» или заменить силовой МОП-транзистор ключом с более высоким $R_{DS(on)}$. На рисунке 5в переключение МОП-транзистора происходит при ZVS, но тока индуктивности не хватает для удержания смещения встроенного диода. Чтобы этого избежать, рекомендуется слегка уменьшить «мертвое время». На рисунке 5г переключение МОП-транзистора также происходит при ZVS, но избыточная длительность «мертвого времени» приводит к снижению эффективности. В этом случае рекомендуется сократить величину «мертвого времени».

Неполное обратное восстановление встроенного диода

Для достижения режима ZVS в резонансном LLC-преобразователе встроенные диоды МОП-транзисторов должны обеспечивать протекание тока в течение части

периода. По этой причине важно рассмотреть условия, при которых диоды будут находиться в проводящем состоянии. Резонансный LLC-преобразователь использует резонанс нагрузки и позволяет обеспечивать высокую эффективность благодаря использованию МОП-транзисторов в режиме ZVS. Вопросы применения MOSFET в LLC-топологии оказываются гораздо проще, чем в топологии ZVS Phase Shift, так как она менее чувствительна к временным параметрам транзистора. Кроме емкостного характера сопротивления резонансного контура, которое наблюдается при пуске преобразователя или при КЗ на выходе, следует учитывать возможность неполного восстановления встроенных обратных диодов МОП-транзисторов. Далее будет рассматриваться именно проблема неполного восстановления обратных диодов МОП-транзисторов и пути ее решения.

Общие особенности неполного восстановления обратного диода МОП-транзистора

Структура обычного МОП-транзистора содержит встроенный обратный диод. Неполное восстановление этого диода может приводить к катастрофическим последствиям. На рисунке 6а показана структура элементарной ячейки обычного силового МОП-транзистора, в которой присутствует паразитный диод, образованный областями p+ и n-. На рисунке 6б представлен механизм разрушения ключа за счет протекания тока восстановления, образованного носителями, накопленными за время прямого смещения диода. Ток, проходя через низколегированный дрейфовый слой n-, входит в p-область с боковой стороны и достигает металлизации истока. Протекание тока приводит к появлению падения напряжения. Это вызовет прямое смещение p-n-перехода, образованного p-областью и областью n+. Если смещение окажется достаточно большим, то может произойти включение паразитного биполярного транзистора. Так как ток биполярного транзистора имеет положительный температурный коэффициент, то он способен вызвать тепловой пробой одной или нескольких ячеек MOSFET.

На рисунке 7а показана структура элементарной ячейки транзистора CoolMOS™. По сравнению с рисунком 6а здесь есть только одно важное отличие: p-область имеет увеличенную глубину.

Такая форма p-области выполняет балансировку заряда в канале проводимости и позволяет использовать более высокую степень легирования, сохраняя при этом величину рабочего напряжения.

Как показано на рисунке 7б, ток в CoolMOS™ направлен теперь вертикально к металлизации истока. Причиной такого поведения является тот факт, что p- и n-столбы создают горизонтальное электрическое поле глубоко внутри MOSFET. Это поле разделяет электроны и дырки. В итоге транзисторы CoolMOS оказываются более устойчивыми к открытию паразитного биполярного pnp-транзистора и, таким образом, менее подвержены сбоям при работе в режиме ZVS.

Проблема неполного восстановления обратного диода МОП-транзистора

На рисунке 8 показаны четыре фазы коммутации МОП-транзистора в режиме ZVS:

- на затворе транзистора присутствует малое напряжение VGS, ток эквивалентной индуктивности разряжает выходную емкость (Coss) силового MOSFET, а встроенный диод находится в открытом состоянии и проводит обратный ток ($S \rightarrow D$);
- на затворе транзистора присутствует высокое напряжение VGS, внутренний диод и силовой MOSFET одновременно проводят обратный ток ($S \rightarrow D$);
- на затворе транзистора присутствует высокое напряжение VGS, силовой MOSFET открыт и проводит ток в прямом направлении ($D \rightarrow S$);
- на затворе транзистора присутствует малое напряжение VGS, эквивалентная индуктивность заряжает выходную емкость силового МОП-транзистора.

В данном случае есть три параметра, на которые следует обратить внимание: длительность «мертвого времени» (t_d), ток выключения MOSFET ($I_{d,off}$) и максимальный ток MOSFET во включенном состоянии ($I_{d,max}$). Согласно приведенной осциллограмме, произведение максимального тока MOSFET в проводящем состоянии и сопротивления канала МОП-транзистора ($I_{d,max} \times R_{DS(on)}$) определяет максимальное обратное смещение встроенного диода силового MOSFET. Если это смещение слишком мало или прямой ток ($D \rightarrow S$) отсутствует, то диод не может полностью восстановиться или даже начать процесс восстановления.

Предположим, что диод первого MOSFET не успел восстановиться. Тогда при следующем включении второго МОП-транзистора полумоста формируется значительный импульс обратного тока восстановления с очень высокой скоростью нарастания (di/dt). Этот импульс вызовет перенапряжение, которое способно повредить МОП-транзистор.

Стоит отметить, что достижение ZVS в силовом МОП-транзисторе не гарантирует полного восстановления обратного диода. Как показано на рисунке 9а, несмотря на то, что переключение МОП-транзистора происходит при нулевом напряжении, коммутация сопровождается мощным импульсом тока с очень высокой скоростью нарастания. Это как раз и вызвано невысоким током транзистора во включенном состоянии ($I_{d,max}$). Для увеличения тока МОП-транзистора во включенном состоянии можно снизить индуктивность намагничивания. В результате к диоду будет прикладываться большее обратное напряжение (рисунок 8, сегмент 3) и он будет успевать восстановиться. В результате импульс обратного тока исчезнет, как показано на рисунке 9б.

В традиционном резонансном LLC-преобразователе емкость C_r , индуктивность L_r и трансформатор соединены последовательно, а затем подключены к полумосту, как показано на правой части рисунка 10.

Во время запуска рассматриваемой схемы через оба МОП-транзистора протекает значительный ток. При запуске преобразователя в момент включения верхнего силового транзистора Q1 происходит нарастание напряжения в точке А и заряда выходной емкости транзистора Q2. Ток через Q1 может быть определен по формуле 5:

$$VPFC - VCR(t)L_r + L_m \times t(5)VPFC - VCR(t)L_r + L_m \times t \quad (5)$$

Спустя время t_{ON} ток через индуктивность, согласно формуле 6, будет равен:

$$VPFC - VCR(t)L_r + L_m \times t_{ON} \quad (6)$$

$$VPFC - VCR(t)Lr + Lm \times tON \quad (6)$$

При выключении Q1 этот ток начинает протекать через встроенный диод нижнего МОП-транзистора Q2.

В момент включения Q2 через него течет ток (формула 7):

$$-VPFC - VCR(t)Lr + Lm \times tON \quad (7)$$

$$-VPFC - VCR(t)Lr + Lm \times tON \quad (7)$$

Этот стартовый ток увеличивается со скоростью, вычисляемой по формуле 8:

$$VCR(t)Lr + Lm(8)VCR(t)Lr + Lm \quad (8)$$

В результате уравнение тока для включенного Q2 имеет вид (формула 9):

$$i2(t) = -VPFC - VCR(t) \quad (9)$$

$$Lr + Lm \times tON + VCR(t)Lr + Lm \times t$$

$$i2(t) = -VPFC - VCR(t) \quad (9)$$

$$Lr + Lm \times tON + VCR(t)Lr + Lm \times t \quad (9)$$

Из вышесказанного можно отметить, что скорость нарастания тока Q1 определяется напряжением на резонансном конденсаторе $Vcr(t)$. При этом чем выше будет ток Q1 в момент t_{on} , тем больше будет начальный ток транзистора Q2.

Чем меньше скорость нарастания тока $i2(t)$ при включении транзистора Q2, тем больше потребуется времени, чтобы его значение достигло 0. При этом может оказаться, что к моменту выключения Q2 ток $i2(t)$ так и останется отрицательным. В результате напряжение в узле A будет на уровне 0 В из-за того, что внутренний диод Q2 не успел восстановиться. При следующем включении Q1 начнет протекать ток восстановления обратного диода транзистора Q2. Таким образом, в данном случае не удастся избежать мощного импульса тока с большим di/dt и вызванного им перенапряжения. Иногда это перенапряжение превышает максимально допустимое значение, что приводит к пробоя МОП-транзистора, как показано на рисунке 11.

Решение проблемы неполного обратного восстановления диода МОП-транзистора

При разработке мощных ИП использованием МОП-транзистора с меньшим сопротивлением открытого канала и увеличенной резонансной емкостью только ухудшит ситуацию. Выбор MOSFET со встроенным диодом, отличающимся меньшим временем восстановления и малым Q_{rr} , позволяет сгладить выброс напряжения, но не устраняет его полностью. Наиболее эффективные и применимые на практике решения данной проблемы приведены на рисунке 12.

Увеличение сопротивления включения $R_{g,ON}$ в цепи затвора верхнего транзистора эффективно ограничивает скорость нарастания тока восстановления встроенного диода нижнего

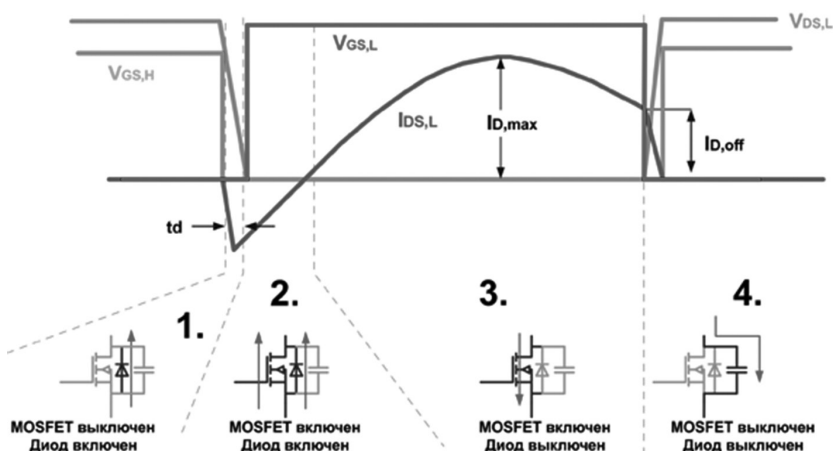


Рисунок 8 – Четыре состояния МОП-транзистора при работе в режиме ZVS

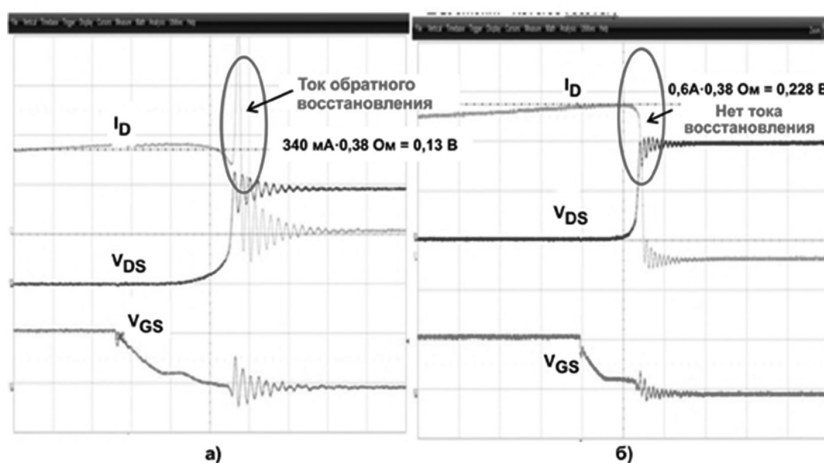


Рисунок 9 – а) обратный ток восстановления, когда внутренний диод восстановился не полностью; б) обратный ток восстановления отсутствует, когда диод восстановился полностью

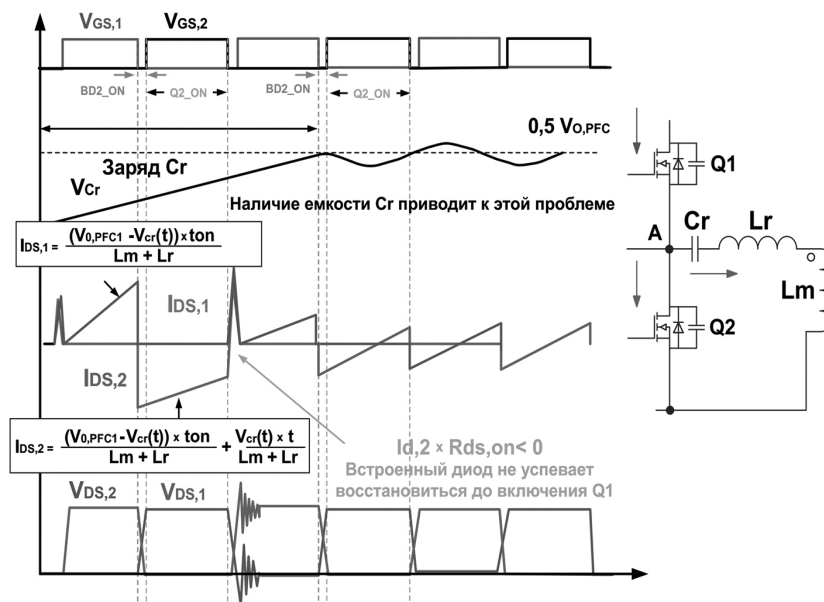


Рисунок 10 – Возможное повреждение силового МОП-транзистора вследствие неполного восстановления обратного диода

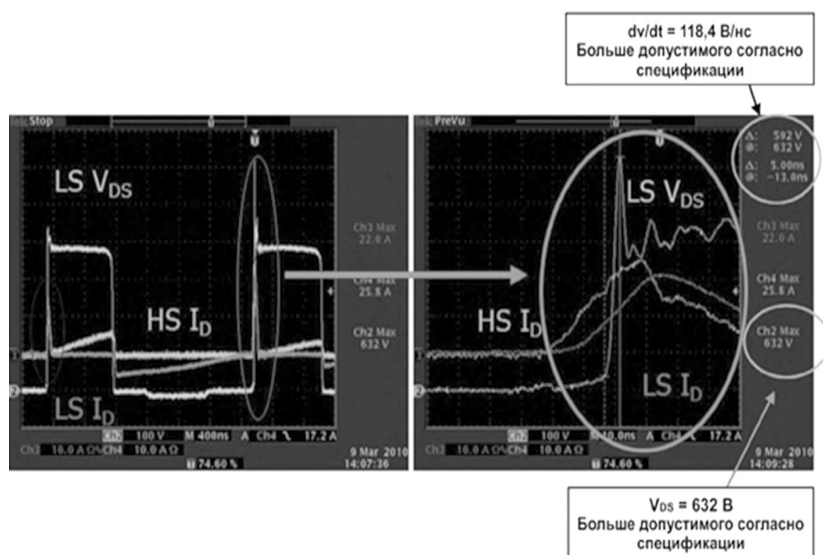


Рисунок 11 – Перенапряжение, вызванное обратным током восстановления

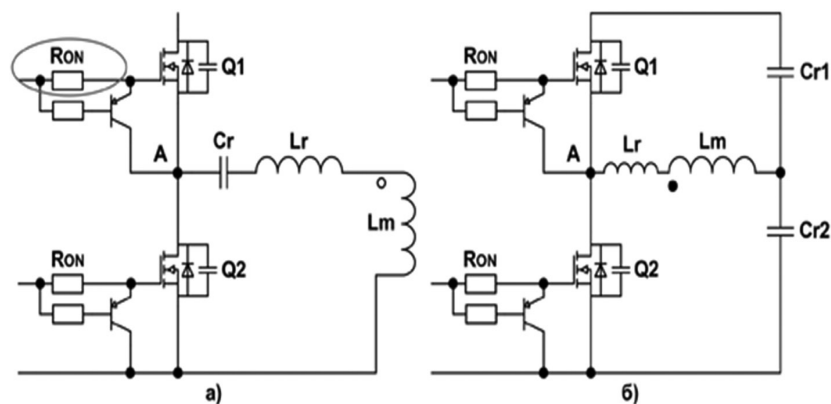


Рисунок 12 – Решения проблемы перенапряжений: а) увеличение сопротивления в цепи затвора $R_{g,ON}$; б) разделение резонансного конденсатора

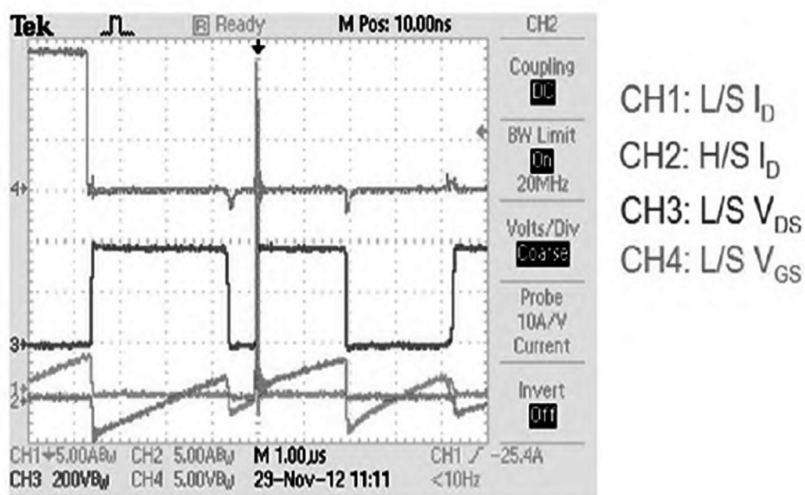


Рисунок 13 – Перегрузка по току MOSFET, вызванная несимметричным сигналом управления

транзистора, что уменьшает выброс напряжения при коммутации (рисунок 12а).

Если дискретный резонансный конденсатор (Cr2) подключать напрямую к выходу схемы, то отпадает необходимость его зарядки через верхний МОП-транзистор (рисунок 12б). Кроме того, зарядка будет происходить в соответствии с изменением выходного напряжения. Таким образом, проблема токовых перегрузок исчезает.

Есть и еще одна распространенная проблема возникает при использовании обычных ШИМ-контроллеров. Если скорости включения верхнего и нижнего транзисторов не совпадают или если в момент запуска LLC-преобразователя коэффициенты заполнения управляющих сигналов верхнего и нижнего ключей оказываются неравны, то это неизбежно приводит к перекосу токов в течение нескольких первых циклов коммутации. В самом худшем случае один из транзисторов может совсем не включаться. При этом встроенные диоды не успевают восстанавливаться, что влечет значительные токовые перегрузки. На рисунке 13 показан пример подобного поведения схемы. Как видно из осциллограммы, перегрузка произошла из-за того что нижний транзистор полумоста не включался вследствие отсутствия управляющего сигнала от ШИМ-контроллера.

Решить данную проблему можно несколькими способами:

- уменьшить значение резонансного конденсатора Cr, если это возможно;
- использовать контроллеры, формирующие симметричные сигналы управления;
- использовать МОП-транзистор с быстродействующим диодом, с меньшим временем восстановления.

Эти рекомендации позволяют уменьшить пиковый ток, вызванный обратным восстановлением диода, и минимизировать риск выгорания МОП-транзисторов.

Критерии выбора МОП-транзисторов для LLC-преобразователя

В соответствии со всем вышесказанным можно отметить, что при выборе МОП-транзисторов для резонансного LLC-преобразователя следует проанализировать два ключевых фактора: возможность обеспечения режима ZVS и возможность обеспечения полного восстановления встроенного диода.

Q_g и C_{oss} МОП-транзисторов

Существует простое правило выбора МОП-транзисторов для обеспечения режима ZVS. Оно заключается в том,

что при равных значениях $RDS(on)$ следует выбирать MOSFET с минимальным $CO(tr)$. Именно эти параметры определяют время заряда/разряда паразитной емкости МОП-транзистора в течение «мертвого времени». Чем меньше значение $CO(tr)$, тем короче время разряда. С помощью стандартного параметра $CO(tr)$ можно выполнять сравнение времени заряда/разряда различных МОП-транзисторов. Однако не стоит забывать о том, что COSS экспоненциально зависит от напряжения VDS в диапазоне $VDS < 50$ В и $VDS > 350$ В. Характер этой зависимости был показан на рисунке 36. Очевидно, что значение COSS при $VDS < 50$ В или $VDS > 350$ В намного выше, чем COSS в диапазоне 100...300 В.

При необходимости достижения режима ZVS критериями выбора MOSFET для резонансного LLC-преобразователя являются:

- малое значение Q_g , которое обеспечивает увеличение скорости переключений и уменьшение уровня потерь;

- малые значения $CO(tr)$ и COSS (при $VDS < 50$ В), которые приводят к уменьшению тока намагничивания, снижению длительности «мертвого времени» и увеличению времени проводящего состояния встроенного диода.

Для обеспечения максимальной эффективности при работе с большинством управляющих контроллеров и микросхем идеальным выбором станут МОП-транзисторы серий CoolMOS C7 и CoolMOS P7. Они отличаются наименьшими значениями Q_g , $CO(tr)$ и COSS (при $VDS < 50$ В).

Восстановление встроенного обратного диода

Проблема восстановления обратного диода в LLC-преобразователе сильнее всего проявляется во время запуска схемы и заряда резонансной емкости C_r . Очевидно, что чем больше значение резонансной емкости и чем выше начальная частота коммутаций, тем сложнее обеспечить полное восстановление обратного диода. В некоторых приложениях, таких как источники питания, работающие в широком диапазоне мощностей, светодиодное освещение и зарядные устройства, требуется более высокий коэффициент усиления напряжения резонансного контура в заданной полосе рабочих частот. Другими словами, высокая резонансная емкость (более 330 нФ) необходима для увеличения коэффициента усиления в LLC-преобразователе.

Рекомендации по решению проблемы неполного восстановления встроенных обратных диодов были изложены в предыдущем разделе. Скорость нарастания тока восстановления встроенного диода (di/dt) и величину пикового напряжения VDS нижнего МОП-транзистора можно ограничить с помощью более высокого сопротивления затвора верхнего транзистора (рисунок 12а). Однако если ток восстановления оказывается слишком высоким, может потребоваться увеличение сопротивления в цепи затвора до 100 Ом и выше, что негативно скажется на уровне эффективности.

Применение дискретных резонансных емкостей является хорошим решением проблемы неполного восстановления встроенных обратных диодов (рисунок 12б). Однако при высокой выходной мощности нелегко

вместить резонансные конденсаторы из-за габаритных ограничений. Использование транзисторов серии CoolMOS CFD с минимальным зарядом восстановления также помогает решать эту проблему.

Заключение

В статье были рассмотрены важные особенности работы МОП-транзисторов в составе полумостового резонансного LLC-преобразователя. МОП-транзисторы серий CoolMOS C7 и CoolMOS P7 отличаются наименьшими значениями Q_g , $CO(tr)$ и COSS (при $VDS < 50$ В) и способны обеспечить максимальную эффективность при работе с большинством управляющих контроллеров и микросхем.

Процесс восстановления встроенного диода определяется параметрами МОП-транзистора: максимальным током во включенном состоянии и сопротивлением канала $RDS(on)$. В полумостовом резонансном LLC-преобразователе неполное восстановление диодов с высокой вероятностью приведет к возникновению импульсов тока и напряжения, которые способны повредить транзисторы при запуске схемы. Увеличение сопротивления $R_{g,ON}$ в цепи затвора верхнего МОП-транзистора (более 68 Ом) и использование дискретного резонансного конденсатора поможет эффективно решить данную проблему. Применение транзисторов серии CoolMOSTM CFD также снижает риск возникновения нештатных ситуаций благодаря минимальному заряду восстановления.

Литература

1. Infineon Technologies: How to Select the Right CoolMOS™ and its Power Handling Capability, Application note, V1.2, January 2002;
2. Infineon Technologies: What's the Benefit of CoolMOS™ in the Phase Shifted ZVS Bridge, Application note, V1.1, January 2002;
3. Infineon Technologies: 600V CoolMOSTM P6, 600V Superjunction MOSFET for Server, Telecom, PC Power and Consumer, Application note, V1.0, November 2012;
4. Infineon Technologies: LLC converter design note, V1.0, March 2013;
5. Infineon Technologies: Analog controlled 600W LLC converter for Server PSU applications, V1.0 2014.

compel.ru



поставка электронных компонентов

контрактное производство

+375 17 317-92-95

+375 17 317-92-98

e-mail: info@horntrade.net

УНП 190491237

ADN4654 – ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ИЗОЛЯТОР LVDS-СИГНАЛОВ ПРОИЗВОДСТВА ANALOG DEVICES

Летом 2019 г. компания Analog Devices начала серийное производство трех микросхем: ADN4654, ADN4655 и ADN4656. Эти микросхемы являются гигабитными двухканальными цифровыми изоляторами низковольтных дифференциальных сигналов (LVDS-сигналов), которые имеют одинаковые электрические характеристики, но различаются направленностью двух внутренних независимых каналов передачи, см. рисунок 1.

Микросхемы ADN4654, ADN4655 и ADN4656 обеспечивают гальваническую изоляцию для низковольтных дифференциальных сигналов при помощи трансформаторной связи, встроенной в микросхему. Эти микросхемы, также, являются буферами для сигналов, обеспечивая выходной ток порядка 3 мА с низким джиттером на скоростях передачи данных до 1,1 Гбит / с

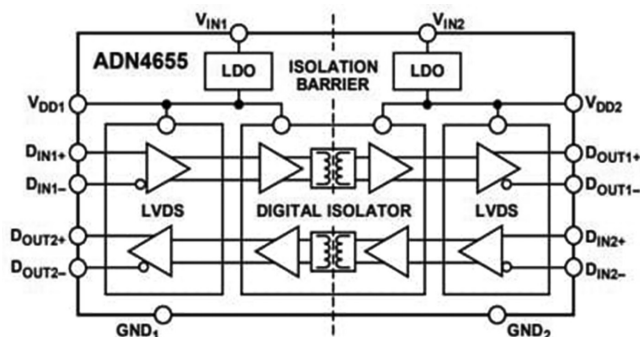


Рисунок 1 – Функциональный чертёж микросхемы ADRF4655

Микросхемы ADN4654, ADN4655 и ADN4656 обеспечивают низкое дрожание фазы сигнала (низкий джиттер) в размере 90ps при работе на трафике 1,1 Гб/с и 2,6 пс при работе на меньших скоростях. Все внутренние сигнальные цепи и схемы работают при низком напряжении питания 2,5 В, данное напряжение обеспечивается двумя встроенными линейными стабилизаторами (LDO), которые гальванически изолированы друг от друга. Встроенные ядра линейных стабилизаторов, в свою очередь, должны быть запитаны от внешнего напряжения 3, 3 В. Но через специальные выводы микросхему можно запитать напрямую от источника 2,5 В.

Микросхемы ADN4654, ADN4655 и ADN4656 поставляются в 20-выводных корпусах разного типа, от которого зависит величина изоляции по напряжению. Например, для корпуса SOIC_W обеспечивается изоляция в размере 5 кВ СКЗ, а для корпуса SSOP изоляция составляет 3,75 кВ СКЗ.

Области применения данных микросхем:

- Изолированная передача видеопотока;

- Изолированная передача тактирующих сигналов;
- Изолированная передача цифровой информации широкого назначения;

Технические характеристики микросхем:

- Обеспечивают гальваническую изоляцию на уровне 3,75 кВ СКЗ и 5 кВ СКЗ для сигналов LVDS;
- Соответствуют стандарту TIA/EIA-644-A LVDS;
- Предоставляют полностью дифференциальный двухканальный тракт передачи сигналов;
- Обеспечивают скорость цифровых данных до 1,1 Гб/с,
- Имеют максимальное дрожание фазы на уровне 90 пс, а типичное значение – на уровне 2,6 пс;
- Имеют типичную задержку сигнала на уровне 4 нс;
- Позволяют работать при напряжении питания 2,5 В либо 3,3 В;
- Обеспечивают подавление помех по питанию на уровне -75 дБн;
- Успешно проходят испытания встроенного изоляционного барьера на устойчивость к электростатическим разрядам в соответствии со стандартом ± 8 кВ IEC 61000-4-2 ESD;
- Все микросхемы стабильно работают в промышленном диапазоне температур от -40 до +125 °C;

Для ускорения практического процесса по изучению работы микросхем ADN4654, ADN4655 и ADN4656, инженерами Analog Devices была создана отладочная плата EVAL-ADN4654, содержащая микросхему ADN4654, см. рисунок 2.

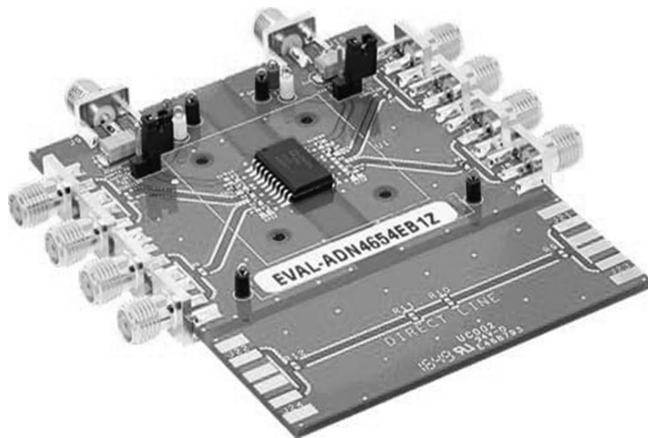


Рисунок 2 – Фотография отладочной платы EVAL-ADN4654

Данная отладочная плата и документация на нее может служить референс-дизайном для разработки собственных проектов, содержащих рассматриваемые микросхемы.

analog.com

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

Ю. Я. Кувшинов, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой, МГСУ,
Р. Ш. Мансуров, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой, Оренбургский государственный университет

В статье рассмотрен пример построения интеллектуальной системы управления процессами микроклимата помещений, позволяющей обеспечить эффективное управление энергоснабжающими системами для поддержания нормативных параметров микроклимата в помещении в зависимости от технологических или санитарно-гигиенических требований.

В настоящее время невозможно представить систему обеспечения микроклимата помещения (СОМ) без системы автоматизированного управления (САУ). САУ позволяет оптимизировать работу климатического оборудования снижая расходы на эксплуатацию, например, за счет уменьшения энергопотребления. САУ также свободно интегрируется в систему централизованного контроля и управления инженерными, технологическими, информационными и коммуникационными системами, то есть в систему диспетчеризации. Кроме того, САУ повышает надежность СОМ и обеспечивает защиту отдельных ее элементов и узлов от преждевременного износа и выхода из строя под воздействием различных факторов.

Необходимость снижения энергопотребления в системах обеспечения микроклимата требует применения энергосберегающего оборудования, энергосберегающих технологий обработки воздуха, различных организационных энергосберегающих мероприятий.

Применительно к системам вентиляции (СВ) и кондиционирования воздуха (СКВ) часто используемым энергосберегающим оборудованием являются рекуперативные или регенеративные утилизаторы теплоты и теплонасосные установки (ТНУ).

В качестве энергосберегающих технологий обработки воздуха распространение получили байпасирование, 1- и 2-рециркуляция и частотное регулирование производительности вентилятора при изменении воздухообмена в помещении в зависимости от содержания различных вредностей в воздухе рабочей зоны (теплоты, влаги, CO₂, пыли и других вредных веществ).

Из организационных энергосберегающих мероприятий можно выделить автоматически управляемые процессы по снижению температуры в зависимости от времени суток и дня недели, прерывистое отопление (охлаждение) и вентиляцию помещений, учет ассимилирующей способности воздушного объема помещения, теплоаккумулирующих свойств ограждающих конструкций помещения и т. п.

Каждое из перечисленных технических решений дает возможность рационально использовать и экономить энергоресурсы. Желание объединить все в едином комплексе устройств и технологий по снижению энергопотребления до уровня, при котором сохраняются оптимальные параметры микроклимата в помещении,

требует применения соответствующей системы автоматизированного управления СОМ.

С ростом применения сложных комплексных СОМ наметился определенный разрыв в понимании поставленной задачи между проектировщиками СОМ и проектировщиками САУ. Зачастую заложенное в проект дорогостоящее оборудование используется неэффективно из-за не достатка знаний у проектировщиков СОМ в области автоматизированного управления и непонимания термодинамических процессов обработки воздуха, процессов формирования микроклимата у проектировщиков САУ.

Преодолеть этот разрыв можно только предложив проектировщикам готовое многовариантное решение по автоматизированному управлению системой обеспечения микроклимата. Многовариантное решение в виде компоновочных решений СОМ и алгоритмов САУ предполагает максимально возможное сочетание энергосберегающих технологий, организационных мер и энергосберегающего оборудования, реализованное в системе обеспечения микроклимата на единой платформе устройств и оборудования. Единая платформа дает возможность проводить исследования по нахождению оптимальных вариантов сочетания технологий, оборудования и мероприятий и алгоритмов функционирования систем при различных внешних и внутренних возмущающих и регулирующих воздействиях на помещение. Единая платформа базируется на свободно программируемом контроллере с большим объемом памяти, что позволяет тестировать алгоритмы управления системой обеспечения микроклимата.

Одновременное применение всех перечисленных составляющих энергоэффективной СОМ на практике не встречается, что обусловлено с трудностями реализации автоматизированного алгоритма взаимодействия между ними. Сложность разработки алгоритма связана с недостаточной изученностью процессов взаимодействия элементов СОМ и процессов управления их взаимодействием на единой платформе с целью оптимизации энергопотребления. Другая причина возникающих трудностей связана с увязкой логики отдельных элементов, являющихся составной частью систем обеспечения микроклимата. Например, «жестко» программируемые контроллеры «прошиты» на заводе-изготовителе и при проектировании САУ не позволяют выйти за пределы заводских настроек, что не всегда соответствует оптимальному режиму работы СОМ в целом. Даже в «свободно» программируемые контроллеры загружена программа, написанная фирмой – поставщиком оборудования для выполнения конкретной задачи, что не всегда соответствует заявленным целям.

Что же должен собой представлять алгоритм выбора варианта, при котором энергопотребление СОМ будет оптимальным? Прежде чем дать ответ на этот вопрос, следует понять, как система управления СОМ будет достигать заданную цель – поддержание заданных параметров микроклимата в помещении.

Возможны два варианта:

а) при соответствующих параметрах наружного климата и микроклимата система выбирает заранее просчитанный алгоритм управления СОМ;

б) система управления сама просчитывает различные комбинации схемных решений и выбирает из них те, которые отвечают поставленной перед ней цели.

Если в первом случае все понятно – следует разработать многовариантную систему алгоритмов, то во втором случае системе управления необходима способность самой синтезировать алгоритм управления для достижения цели, то есть определять в зависимости от целевой функции, например, оптимизации энергопотребления, последовательность управляющих действий для обеспечения заданных параметров микроклимата при изменяющихся воздействиях внешней среды.

В этом случае система управления, активно оценивая информацию от датчиков (сенсоров) об окружающей среде и о текущем состоянии самой СОМ, просчитывает возможные варианты схемных решений и выбирает нужное, после чего принимает решение о последовательности действий, то есть синтезирует алгоритм для достижения цели. Причем алгоритм действий и даже сама цель могут корректироваться исходя из целевой функции и внешних обстоятельств. Таким образом, система управления становится в полном смысле интеллектуальной (ИСУ).

Пример построения ИСУ

Приведем пример. Один из блоков ИСУ (назовем его «базой знаний»), основываясь на информации, полученной от соответствующих сенсоров, ведет мониторинг состояния микроклимата помещения, в результате которого ИСУ «знает», что суббота и воскресенье – нерабочие дни, «знает» начало и окончание рабочего дня. Ведя статистику, оценивая повторяемость событий, то есть пополняя и используя «базу знаний», ИСУ может планировать целевым образом суточную, недельную производительность вентагрегата, тепловую мощность воздухонагревателя, то есть адаптироваться к планово меняющимся условиям, тем самым оптимизируя затраты на потребляемые ресурсы. Если цель достигнута, ИСУ «запоминает» оптимальный вариант, внося его в «базу знаний», и в дальнейшем будет переходить на него при соответствующем состоянии окружающей среды. Если цель по каким-либо причинам недостижима, например, недостаточна мощность теплообменника при текущих параметрах наружного климата, ИСУ корректирует цель, «ухудшая» до допустимого порога параметры микроклимата, снижая, например, производительность вентагрегата или температуру воздуха в помещении.

Система обеспечения микроклимата является сложной динамической системой с высокой степенью неопределенности. Ее поведение невозможно в полной

мере достоверно описать математически. В таких системах неопределенность проявляется в виде внутренней и внешней. Внутренняя связана с характером поведения отдельных элементов СОМ, сложным динамическим взаимодействием между ними, стохастическим характером термодинамических параметров внутри самой СОМ. Внешняя неопределенность – это неопределенность взаимодействия с внешней по отношению к СОМ окружающей средой, имеющей, как правило, случайный, часто непредсказуемый характер. Следовательно, работа ИСУ – это адаптация к меняющимся условиям внутреннего состояния СОМ и внешней среды. В такой постановке адаптация означает возможность системы управления «прогнозировать» или «просчитывать» термодинамическое состояние объекта управления (СОМ) под влиянием изменяющихся факторов внешней среды в «будущем» с заданной вероятностью.

Прогнозировать состояние СОМ система управления может с помощью виртуальной (математической) модели физически реальной СОМ, обладающей способностью к распознаванию изменений параметров внешней среды. Такая модель, построенная с применением математических методов, адекватно реагирующая на воздействия внешней среды, должна иметь способность постоянно тестировать действительные параметры оборудования СОМ для «подстройки» виртуальной модели к реальным характеристикам оборудования. Например, после замены вышедшего из строя агрегата ИСУ, периодически тестируя оборудование СОМ, «подстраивает» виртуальную модель, учитывая индивидуальные особенности «нового» агрегата. Таким образом, основным преимуществом ИСУ перед традиционной системой автоматического управления является адаптация к изменяющимся внешним условиям. Причем алгоритм адаптации не прописан «жестко» в памяти системы управления, он нечеткий, неявный и постоянно корректируется в процессе «жизни» СОМ.

Каким же образом свойство адаптации вырабатывается в процессе «жизни» СОМ? В момент запуска в эксплуатацию системы обеспечения микроклимата ИСУ работает так же, как САУ, подчиняясь «жесткому» алгоритму, заложенному изначально в память системы управления. С течением времени система управления эволюционирует в интеллектуальную, используя данные мониторинга, накапливаемые в «базе знаний». По истечении определенного времени полученный опыт трансформируется в закономерности изменения определяющих факторов, оказывающих существенное влияние на параметры микроклимата. Выявленные закономерности, обработанные в виде матриц или зависимостей, позволяют ИСУ прогнозировать параметры микроклимата и затраты на их поддержание при различных вариантах схемных решений СОМ. После завершения выполнения алгоритма ИСУ сравнит прогнозируемые параметры микроклимата с реально достигнутыми параметрами. Если результат работы СОМ совпадет с целью, ИСУ «запомнит» вариант схемного решения СОМ, внесет его в «базу знаний» и будет его применять в дальнейшем при соответствующем сочетании внешних факторов. Таков механизм эволюции ИСУ в жизненном цикле СОМ.

При этом адекватность ИСУ в области управления процессами формирования микроклимата зависит лишь от полноты информации, полученной от системы датчиков, от оснащенности эффективным оборудованием от плавности и глубины регулирования производительности оборудования СОМ. Это означает, что интеллектуальная система управления требует для своей корректной работы значительное количество сенсоров (температуры, относительной влажности, концентрации CO₂ и т. д.) и управляющих элементов (сервоприводов, регуляторов мощности и т. п.) различного назначения как для самого объекта регулирования (СОМ), так и для контроля над микроклиматом помещения и наружным климатом. Дооснащение дополнительными сенсорами может потребоваться ИСУ для контроля над другими инженерными системами или конструктивными элементами здания, которые непосредственно влияют на работу СОМ или на параметры микроклимата.

Таким образом, увеличивая сложность системы обеспечения микроклимата (вариативность схемных решений) и ее системы управления (переход от САУ к ИСУ), мы увеличиваем ее эффективность за счет получения таких новых возможностей СОМ, которыми не обладают ее составляющие элементы в отдельности (эффект эмерджентности). Следовательно, мы получаем технически более сложную систему обеспечения микроклимата, чем традиционные системы климатизации зданий, но в то же время более экономичную, гибкую и эффективно функционирующую.

Одним из ключевых блоков в составе ИСУ является математическая модель СОМ. Виртуальная модель СОМ представляет собой взаимосвязанную систему, состоящую из отдельных моделей элементов СОМ, например, вентилятора, воздухонагревателя, воздуховода и т. д. Механизм работы элемента СОМ в динамике очень сложен и во многих случаях до конца неизвестен. В случае, когда сам механизм работы реального элемента неважен, а имеет значение лишь ее результат, элемент можно заменить так называемым «черным ящиком», в котором важна только функциональная связь «входов» и «выходов». В этом случае задача состоит в формировании функциональной зависимости, в соответствии с которой «черный ящик» реагирует на произвольно меняющиеся входные сигналы (например, температура и скорость входящего в элемент потока воздуха) точно так же, как реальный элемент СОМ.

Функциональная зависимость «черного ящика» в рассматриваемой задаче представляет собой достаточно простую передаточную функцию для каждого элемента СОМ, идентификация которой возможна двумя путями:

- а) на основе сопоставления с результатами расчета по математической модели, отражающей достаточно точно физическую сущность процессов в элементе;
- б) на основе сопоставления с данными эксперимента на реальной физической модели.

Первый путь требует, как правило, громоздкого математического аппарата [1], который сам нуждается в подтверждении адекватности реальным условиям, а также в значительных вычислительных ресурсах, поэ-

тому для разработки интеллектуальной системы управления он подходит плохо. Наиболее эффективным для решения задачи представляется второй путь, реализация которого не вызывает сомнения в достоверности данных и открывает таким образом возможности для формирования ИСУ СОМ и ее развития в описанной выше последовательности.

Основу для формирования реальной ИСУ составляет экспериментальное исследование передаточных функций элементов СОМ. Следует иметь в виду, что исследованию подлежит широкий круг вариантов работы технических устройств, что необходимо для обобщенного представления вариантов технологий эффективного обеспечения микроклимата.

Экспериментальная установка СОМ

Специально для реализации цели построения ИСУ в рассматриваемой постановке на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции Оренбургского государственного университета создана и введена в эксплуатацию экспериментальная установка СОМ. Помимо традиционной установка включает энергосберегающее оборудование: пластинчатый воздушный рекуператор, утилизатор промежуточным теплоносителем и тепловой насос. Компонировка установки позволяет изменять технологию обработки воздуха с использованием рециркуляции и байпасирования воздуха. Встроенная система управления, реализованная на «свободно» программируемом логическом контроллере (ПЛК) под управлением компьютера, позволяет реализовать и исследовать различные алгоритмы управления оборудованием СОМ, а также обеспечивает автоматизированный съем показаний различных датчиков (сенсоров) по заданному плану экспериментальных исследований. Принципиальная схема стенда (в настоящее время без камеры увлажнения) приведена на рис. 1, а вид стенда – на рис. 2.

Экспериментальная установка СОМ включает в себя следующее оборудование (обозначения в тексте соответствуют обозначениям, приведенным на рис. 1):

- систему приточных и вытяжных воздуховодов, воздушных клапанов с сервоприводами (Мп1, Мп2, Мп3, Му1, Му2, Мб1, Мб2, Мб3), байпасов и фильтров;
- приточный и вытяжной вентиляторы (Вп, Вы);
- рециркуляционный воздуховод с воздушным клапаном с сервоприводами (Мр1);
- электрический воздухонагреватель (ВТел1);
- пластинчатый воздушно-воздушный рекуператор (РВВ);
- рекуператор с промежуточным теплоносителем (РПТ) в составе: 2-х водяных воздушных теплообменников (ВТw1, ВТw2), трубопроводов, 3-х ходового клапана с сервоприводом (Мw1), 2-х циркуляционных насосов (Н1, Н2);
- теплонасосную установку (ТНУ) в составе: 2-х фреоновых воздушных теплообменников (ВТг1, ВТг2), компрессорно-конденсаторного блока (ККБ);
- 4-трубную систему тепло- и холодоснабжения в составе: пластинчатого водо-водяного теплообменника (ТО), 1-го циркуляционного насоса (Н3), 2-х ходового

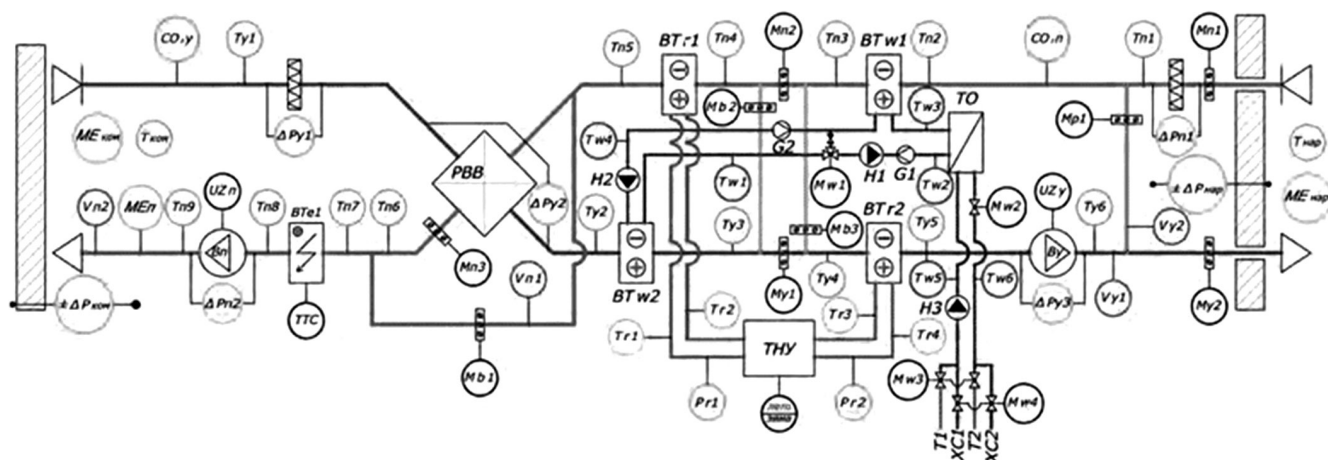


Рисунок 1 – Принципиальная схема экспериментальной системы обеспечения микроклимата

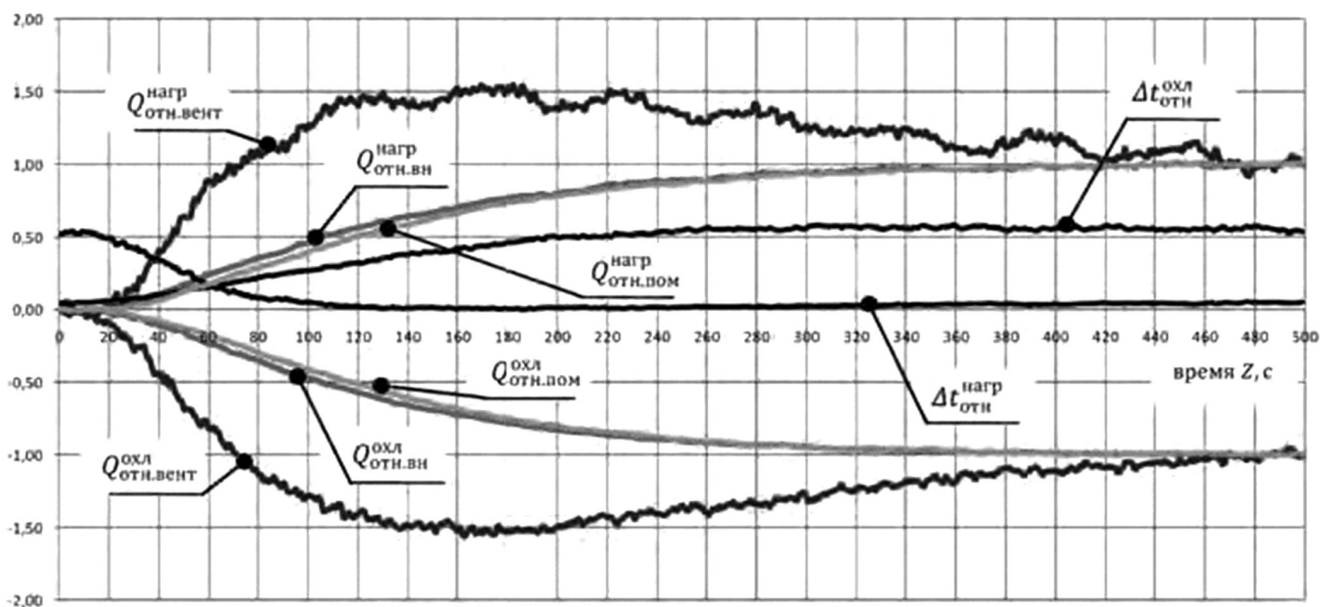


Рисунок 2 – Общий вид экспериментальной системы обеспечения микроклимата

клапана с сервоприводом (Mw2), 4-х попарно сдвоенных запорных клапанов с управляющими устройствами (Mw3, Mw4) (эта система в настоящее время в разработке).

Контрольно-измерительные приборы, исполнительные механизмы и регуляторы представлены следующими устройствами:

- сенсорами температуры приточного воздуха (Тп1–Тп8), удаляемого воздуха из помещения (Ту1–Ту6), тепло(хладо)носителя – антифриза (Тw1–Тw4) и фреона (Тr1–Тr4);
- датчиками относительной влажности: наружной (МЕнар), канальной (МЕп) и комнатной (МЕком);
- датчиками дифференциального давления для измерения перепада давления на приточном и вытяжном вентиляторах (ΔРп2, ΔРу3) и реле давления для контроля засоренности воздушных фильтров (ΔРп1, ΔРу1) и обмерзания воздухо-воздушного пластинчатого рекуператора (ΔРу2);
- канальными датчиками скорости воздушного потока в приточном воздуховоде (Vп1), в байпасе PBB (Vп2), в вытяжном (Vу1) и рециркуляционном (Vу2)

воздуховодах и канальными инфракрасными датчиками концентрации двуокиси углерода (CO_{2п}, CO_{2у});

- электронными регуляторами частоты вращения приточного (UZп) и вытяжного вентиляторов (UZу) и электронным регулятором мощности электровоздуонагревателя (ТТC);
- датчиками дифференциального давления (для измерения перепада давления между помещением лаборатории и коридором (±ΔРком), а также между помещением лаборатории и улицей (±ΔРул).

Модель COM, оснащенная оборудованием единой платформы устройств, осуществляя различные технологии обработки воздуха, позволяет реализовать следующие режимы:

- круглогодичное проветривание помещения при поддержании в помещении заданной температуры с использованием только наружного воздуха;
- создание в обсуживаемом помещении дисбаланса давлений различной полярности за счет изменения расходов приточного и вытяжного воздуха;
- изменение воздухообмена в помещении в зависимости от тепло- и влагоизбытков, а также от содержания CO₂;

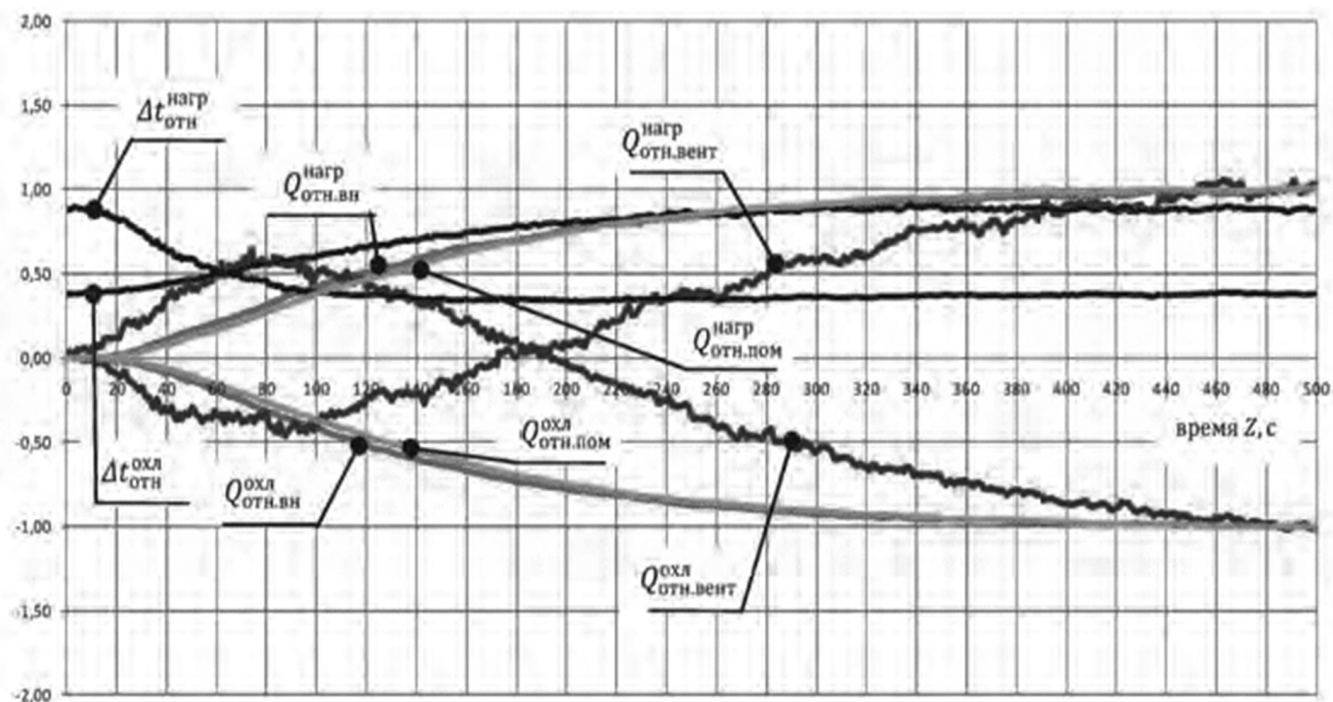


Рисунок 3 – Параметры работы блока «воздухонагреватель-вентилятор» при режиме вентилятора 0,6 ($70 \times 0,6 = 42 \text{ Гц}$); воздухонагревателя при изменении мощности от 0,1 до 0,3

- охлаждение помещения в теплый период года при использовании ТНУ в режиме охлаждения (теплообменник на приточном воздуховоде в роли испарителя ТНУ);

- отопление помещения в переходный период года при использовании ТНУ в режиме нагрева (теплообменник на приточном воздуховоде в роли конденсатора ТНУ);

- круглогодичное проветривание помещения с использованием только наружного воздуха;

- поддержание заданной температуры воздуха помещения в холодный период года;

- нагрев приточного воздуха в пластинчатом воздухо-воздушном рекуператоре за счет утилизации теплоты вытяжного воздуха приточным воздухом в переходный и холодный периоды года;

- охлаждение приточного воздуха в пластинчатом воздухо-воздушном рекуператоре за счет утилизации теплоты приточного воздуха вытяжным воздухом в теплый период года.

В настоящее время на опытном стенде ведется моделирование режимов работы отдельных элементов СОМ [2]. В качестве примера на рис. 3 и 4 представлены графики экспериментальных зависимостей в относительных величинах переходных процессов при совместной работе электрического воздухонагревателя и приточно-центробежного канального вентилятора, полученные по данным всей 221 серии измерений.

Выводы

Анализируя результаты проведенных экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Продолжительность и, соответственно, инерционность переходных процессов нагрева и охлаждения воздуха в элементах систем обеспечения микроклимата оказывают значимое влияние на запаздывание температуры воздуха помещения. Этот факт необходимо учитывать при проектировании алгоритмов автоматизированных систем управления климатическими системами.

2. Экспериментальные зависимости переходных процессов в исследуемых элементах систем обеспечения микроклимата в относительных величинах имеют характерный, не случайный вид и практически симметричны при нагреве и охлаждении воздуха. Это обстоятельство открывает возможность регрессионного анализа экспериментальных данных с целью выявления функциональных связей между различными влияющими и зависимыми параметрами. Это позволит реализовать следующий шаг построения интеллектуальной системы управления – разработать специальную математическую модель того или иного исследуемого элемента системы обеспечения микроклимата.

Литература

1. Кувшинов Ю. Я. Динамические свойства помещения с регулируемой температурой воздуха // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1993. – № 4.
2. Мансуров Р. Ш. Экспериментальное исследование переходных процессов в системах обеспечения микроклимата / Сб. докладов 4-й международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». – М. : МГСУ, 2011.

abok.ru

СПЛАВ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА ДАЕТ РЕЗУЛЬТАТ

¹Маркевич М.И., ²Стедьмах В.Ф., ¹Чапманов А.М.

¹Физико-технический институт НАН Беларуси,

²Белорусский государственный университет

Современный мир немыслим без мобильных телефонов, компьютерных технологий, роботов, интернета и т.п. Микроэлектроника – наиболее передовая и быстро развивающаяся отрасль производства, успехи которой главным образом определяются новыми технологиями и материалами. Как никогда в настоящее время наука связана, прежде всего, с решением практических задач и с самого начала она формировалась и развивалась как технаука.

Общество, прежде всего, ждет от науки не новых истин, а новых технологий. Показательно, что самая престижная научная премия носит имя А. Нобеля, который изобрел динамит [1].

На настоящем этапе развития общества материальное производство становится тесно связанным с достижениями науки и использованием ее результатов [1, 2].

Запросы промышленности, производства являются главной движущей силой развития науки, и благосостояние стран непосредственно зависит от ее развития. Страны, которые успешно осваивают наукоемкие технологии, занимают ведущие позиции в мире. Важным фактором развития экономики является интенсификация инновационной деятельности.

Развитие космической техники в нашей стране ставит перед разработчиками технологий и аппаратуры задачи по улучшению надежности, увеличению сроков ее активного использования. Поэтому необходимо развитие научно-технической базы, создания новых технологий и материалов.

Отметим также, что существуют проблемы экспорта электронной компонентной базы (ЭКБ) из других стран относительно новых и радиационно-стойких микросхем, в том числе при приобретении зарубежных разработок существует опасность трудноконтролируемых аппаратных закладок.

Как правило, аппаратные закладки либо блокируют информацию, либо полностью выводят системы из строя, нарушая её функционирование.

Таким образом, источники поставок ЭКБ для специальных применений должны быть из Беларуси или России.

В Физико-техническом институте АН БССР (ныне ФТИ НАН Беларуси) были начаты исследования в области физики тонких пленок и тонкопленочной технологии применительно к электронике, которые привели к организации в ноябре 1970 года лаборатории физики тонких пленок. Возглавил лабораторию д.т.н., профессор, чл.-корр. Э.И. Тоцицкий. В лаборатории были исследованы процессы зарождения и роста тонких металлических пленок, полученных методом

термического нанесения в вакууме, изучена кинетика начальных стадий кристаллизации и образования зародышей [3-5]. Методами электронной микроскопии и электронографии было установлено влияние условий кристаллизации на структуру и структурные изменения в тонких пленках в процессе термообработки. Установлено, что предварительно осажденные на поверхность монокристаллических подложек частицы островковых пленок играют роль искусственных центров кристаллизации при последующем нанесении сплошных пленок и понижают температуру эпитаксиального нарастания [3-6]. Ученые Беларуси были на острие микроэлектроники, как в 70-тые годы, так и в настоящее время.

В 1976 г. лаборатория физики тонких пленок из ФТИ была переведена в институт Электроники.

Сотрудниками лаборатории были установлены основные закономерности и принципиальные особенности структурных превращений, протекающих в пленках и системах металл-полупроводник при стационарном отжиге и обработке мощными лазерными пучками. При этом были определены оптимальные условия для получения тонкопленочных систем со стабильными электрофизическими параметрами, как для стационарного, так и импульсного лазерного отжига [7-12]. Разработан процесс на основе использования ультрафиолетового излучения лазерной вакуумной литографии, позволяющей стабильно воспроизводить в резистивных покрытиях элементы топологического рисунка интегральных микросхем (ИМС) [6].

В 2008 г. лаборатория перешла в Физико-технический институт НАН Беларуси. На всех этапах научных исследований лабораторией руководили: чл.-корр., д.т.н., проф. Э.И. Тоцицкий, д.ф.-м.н., проф. А.М. Чапманов, д.ф.-м.н., проф. М.И. Маркевич.

За время пребывания в составе Института электроники в лаборатории было защищено 9 кандидатских и 4 докторских диссертаций.

На всех этапах научных разработок лаборатория сотрудничала с флагманом белорусской микроэлектроники ОАО «Интеграл» – управляющая компания холдинга «Интеграл».

Данное предприятие реализует весь комплекс работ: проектирование, производство и освоение, и сопровождение продукции у потребителя.

Предприятие имеет значительный опыт проектирования и создания электронной компонентной базы – интегральных микросхем и дискретных полупроводниковых приборов, в отличие от ряда зарубежных компаний [2].

И в настоящее время работы проводятся на новом качественном уровне по установлению особенности фазовых превращений, происходящих в системах Ni(5at%Pt)/Si и Ni/Pt/Si при быстрой термической обработке для производства диодов Шоттки и больших интегральных схем (БИС) и сверхбольших интегральных схем (СБИС) с субмикронными размерами. Было установлено, что при быстрой термической обработке (БТО) системы Ni(5at%Pt)/Si с планарной стороны на поверхности кремниевой пластины образуется силицид Ni₂Si при всех выбранных режимах БТО, т.е. в интервале температур 600–9000 С.

Существенно, что проведение быстрой термической обработки с непланарной стороны кремниевой пластины стимулирует образование и рост на поверхности пластины силицида NiSi, который образуется и растет в интервале температур 600 – 9000С. Получение необходимого силицида обусловлено особенностями кинетики их образования в зависимости от направления теплового потока, падающего на кремниевую пластину при такой обработке. Например, установлено, что при БТО системы Ni/Pt/Si на поверхности кремниевой пластины образуется слой силицида Ni_xPt_{1-x}Si, как при обработке с планарной стороны пластины, так и при обработке с непланарной стороны пластины и толщина слоя образовавшегося силицида Ni_xPt_{1-x}Si с непланарной стороны больше, чем при обработке с планарной стороны [17-19].

Отметим также. Что в ФТИ совместно с БГУ и ОАО «Интеграл» – управляющая компания холдинга «Интеграл» стало развиваться новое направление по установлению особенностей формирования структуры тонких пленок дисилицида титана при быстрой термической обработке в технологии производства субмикронных МОП интегральных микросхем.

Данное крупное исследование выполнялось в рамках заданий республиканских научно-технических программ.

Новизна разработок подтверждена также защитой диссертации работником ОАО «Интеграл» – управляющая компания холдинга «Интеграл» Колосом В.В. (руководитель – д.ф.-м.н., проф. Маркевич М.И.).

При выполнении работы достигнуты уникальные результаты:

- впервые обнаружены полупроводниковые свойства тонких пленок дисилицида титана в структурной модификации C49 с переменной шириной запрещенной зоны. Обнаружено, что сформированные методом БТО структуры Au/TiSi₂(C49)/Si обладают фоточувствительностью в спектральном диапазоне от 300 до 1050 нм. Расширение диапазона спектральной фоточувствительности связано с варизонностью структуры TiSi₂(C49), формируемой на основе различающихся размеров зерен. Максимум спектральной чувствительности находится в районе 800 нм и составляет 40 мкА/Вт [13, 16];

- установлен оптимальный путь синтеза дисилицида титана в модификации C54 с использованием БТО

под слоем нитрида титана в две стадии 650 оС и 850 оС и временем обработки 30 с на каждой стадии. Проведение синтеза в две стадии с использованием галогенных ламп позволило сформировать в системе TiN/Ti/Si слой низкоомного дисилицида титана с удельным сопротивлением 15 мкОм.см, которое соответствует образованию однофазного дисилицида титана TiSi₂ (C54) [14,15];

- были установлены также особенности формирования дисилицида титана на основе механизма взаимной диффузии в гетеросистеме TiN/Ti/Si в процессе быстрой термической обработки;

Разработанный процесс формирования силицидных структур характеризуется ровышенной воспроизводимостью и термической стабильностью контактных структур в соответствии с ОСТ 11 14.1012-99 и параметрами на уровне лучших мировых образцов.

Результаты данной работы использованы в серийном производстве на заводе 12 ОАО «Интеграл» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» на всей номенклатуре изделий с проектными нормами 0.35 мкм производственной линии 200 мм.

Таким образом, разработана приоритетная технология получения дисилицида титана в модификациях C(54), C49 защищены авторскими свидетельствами [20, 21].

Приоритет разработчиков Республики Беларусь по использованию полупроводниковых свойств TiSi₂(C49) в оптоэлектронных устройствах в качестве не только фотоприемных, но и излучающих элементов, совместимых с кремниевой технологией также защищен [22].

В настоящее время данная технология востребована производством и продолжает развиваться.

Существенно, что указанные приоритетные результаты получены при тесном научно-техническом сотрудничестве научных и промышленных организаций: ФТИ НАН Беларуси, БГУ, ОАО «Интеграл» – управляющая компания холдинга «Интеграл».

Литература

1. Кузнецов, Б.Г. Ценность познания. Очерки современной теории науки. /Б.Г. Кузнецов //М.: Наука. – 1975. – 167 с.
2. Нано – и микросистемная техника. От исследований к разработкам. Сборник статей под редакцией д.т.н., проф. П.П. Мальцева//Москва. – Техносфера. – 2005. – с.592.
3. Северденко, В.П., Точицкий, Э.И., Обухов, В.Е. Декорирование поверхности хлористого натрия и аморфных углеродных пленок /В.П. Северденко, Э.И. Точицкий, В.Е. Обухов В.Е. // Вест. Акад. Наук Белорусской ССР. – 1972. – № 1. – С. 30 – 34.
4. Северденко, В.П., Точицкий, Э.И. Структура тонких металлических плёнок / В.П. Северденко, Э.И. Точицкий // Минск. – Наука и техника – 1969. – с 56.
5. Точицкий, Э.И. Кристаллизация и термообработка тонких плёнок /Э.И. Точицкий. – Минск. – Наука и техника, – 1976. – С.85–120.

6. Tochitsky, E.I., Obukhov, E.I., Sharendo, A.I., Boksha, V.V., Kasparov, K.N. Dry patterning through masks of organic materials/ E.I. Tochitsky, E.I. Obukhov, A.I. Sharendo, V.V. Boksha, K.N. Kasparov// Vacuum, Volume 42. – Issues 1–2. – 1991. – p. 117–120.
7. Анищик, В.М., Маркевич, М.И., Пискунов, Ф.А., Чень Чао, Янушкевич, В.А. Модификация материалов лазерными и ионными пучками / В.М. Анищик, М.И. Маркевич, Ф.А. Пискунов, Чень Чао, В.А. Янушкевич // Минск. – Унитех. – 1998. – 143 с.
8. Маркевич, М.И., Чапланов, А.М. О возможности закалки пленок алюминия при лазерной обработке /М.И. Маркевич, А.М. Чапланов // Физика металлов и металловедение. – 1985. – Т.60. – №2. – С.405–407.
9. Маркевич, М.И., Чапланов, А.М. Особенности перераспределения вакансий в тонких пленках никеля во время закалки /М.И. Маркевич, А.М. Чапланов // Изв. АН СССР. – 1986. – сер. Металлы. – №1. – С.179 – 182.
10. Маркевич, М.И., Тоцицкий, Э.И., Чапланов, А.М. Изменение концентрации вакансий в пленках алюминия на подложках при импульсной термообработке / М.И. Маркевич, Э.И. Тоцицкий, А.М. Чапланов // Физика и химия обработки материалов. – 1987. – № 6. – С.92–100.
11. Markevich, M.I., Tochizki, I.I., Chaplanov, A.M. On the kinetics of redistribution of vacancies in f.c.c. metals films under high rate heating / M.I. Markevich, I.I. Tochizki, A.M. Chaplanov //Thin Solid Films. – 1989. – V. 168. – №3 – P.363–368.
12. Markevich, M.I., Piskunov, F.A. Pulsed Laser-induced Syntesis of Metal Sulfides in Sylphurous Liquids under Action of Shock Waves //High Power Lasers–Science and Engineering / Edited by R. Kossowsky, M. Elinek, R.F. Walter. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers – 1996. – Vol. 7. – P. 561–565.
13. Емельяненко, Ю.С., Колос, В.В., Маркевич, М.И., Стельмах, В.Ф., Чапланов, А.М. Использование полупроводниковых свойств некоторых модификаций силицидов титана, полученных методом быстрой термической обработки, для создания фотоприемников / Ю.С. Емельяненко, В.В. Колос, М.И. Маркевич, В.Ф. Стельмах, А.М. Чапланов //Оптический журнал. – 2010. – 77. – №8. – С.72–74.
14. Маркевич, М.И., Чапланов, А.М., Щербакова, Е.Н., Колос, В.В. Формирование нитрида титана и дисилицида титана для СБИС / М.И. Маркевич, А.М. Чапланов, Е.Н. Щербакова, В.В. Колос //2-я Международная научно-техническая конференция Приборостроение – 2009. – Минск. – 2009. – С. 296–297.
15. Колос, В.В., Маркевич, М.И., Стельмах, В.Ф., Чапланов, А.М., Емельяненко, Ю.С. Формирование дисилицида титана в системе TiN/Ti/Si при быстрой термической обработке / В.В. Колос, М.И. Маркевич, В.Ф. Стельмах, А.М. Чапланов, Ю.С. Емельяненко// Вести Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-математических наук, – №1. – 2011. – С.98–101.
16. Маркевич, М.И., Журавлева, В.И., Першукевич, П.П., Стельмах, В.Ф., Чапланов, А.М. /М.И. Маркевич, В.И. Журавлева, П.П. Першукевич, В.Ф. Стельмах, А.М. Чапланов Люминесценция пленок дисилицида титана в модификации С49 на кремнии // Сборник научных трудов VIII Международной научно-технической конференции «Современные методы и технологии создания и обработки материалов», г.Минск, 18-20 сентября 2013 г. Книга 3, С.150–155.
17. Маркевич, М.И., Чапланов, А.М., Малышко, А.Н., Солодуха, В.А, Соловьев, Я.А., Сарычев, О.Э., Щербакова, Е.Н. Формирование и исследование диодов Шоттки на основе силицидов платины и никеля /М.И. Маркевич, А.М. Чапланов, А.Н. Малышко, В.А. Солодуха, Я.А. Соловьев, О.Э. Сарычев, Е.Н. Щербакова //Вести БарГУ. Серия технические науки. – 2016. – вып.4. – С.48–54.
18. Турцевич, А.С., Колос, В.В., Адашкевич, С.В., Стельмах, В.Ф., Маркевич, М.И., Чапланов, А.М. Установка для получения пленки дисилицида титана / А.С. Турцевич, В.В. Колос, С.В. Адашкевич, В.Ф. Стельмах, В.Ф., М.И. Маркевич, А.М. Чапланов // Материалы 4-й международной научно-технической конференции «Приборостроение-2011», Минск. – С. 409–411.
19. Маркевич, М.И., Чапланов, А.М., Соловьев, Я.А., Сарычев, О.Э., Кушев, С.Б., Сербин, О.В. Быстрая термическая обработка системы двухслойная пленка Pt/Ni-Si /М.И. Маркевич, А.М. Чапланов, Я.А. Соловьев, Я.А., О.Э. Сарычев, С.Б. Кушев, О.В. Сербин // Электроника плюс. – 2019. – №1. – С.57–59.
20. А.М. Чапланов, С.В. Адашкевич, А.С. Турцевич, М.И. Маркевич, В.Ф. Стельмах, В.В. Колос. Способ формирования пленки дисилицида титана на кремниевой подложке Заявитель: филиал НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «Интеграл». – №U 20110787; заявл. 04.08.11; опубл. //Афіцыйны бюл./Нац. Центр уласнасці. – 2013. – ВУ(11) 16070 (13).
21. В.В. Колос, С.В. Адашкевич, Ю.С., М.И. Маркевич, В.Ф. Стельмах, А.М. Чапланов. Полезная модель «Устройство для формирования пленки дисилицида титана на кремниевой подложке» Заявитель Белорусский государственный университет. – №U 20110976; ВУ(11)8 344;U;2012.06.30; H01L 21/44.
22. А.М. Чапланов, С.В. Адашкевич, Ю.С. Емельяненко, М.И. Маркевич, В.Ф. Стельмах, В.В. Колос. Патент «Фотодиод» Заявитель ФТИ НАН Беларуси.-№U 20101117; заявл. 21.07.10; опубл. 30.06.12//Афіцыйны бюл./Нац. Центр уласнасці. – 2012. – ВУ(11) 16070 (13) C1, (46) 2012.06.30, (51) 01 1/00.

Поступила в редакцию 27.09.2019.

	НАИМЕНОВАНИЕ ТОВАРА	НАЗВАНИЕ КОМПАНИИ, АДРЕС, ТЕЛЕФОН
1. КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ, ГЕНЕРАТОРЫ, ФИЛЬТРЫ, ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ И ПАВ ИЗДЕЛИЯ		
1.1	Любые кварцевые резонаторы, генераторы, фильтры (отечественные и импортные)	 •ALNAR• УП «Алнар» +375 (17) 227-69-97 +375 (17) 227-28-10 +375 (17) 227-28-11 +375 (29) 644-44-09 alnar@tut.by www.alnar.net
1.2	Кварцевые резонаторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж	
1.3	Кварцевые генераторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж	
1.4	Термокомпенсированные кварцевые генераторы	
1.5	Резонаторы и фильтры на ПАВ	
1.6	Пьезокерамические резонаторы, фильтры, звонки, сирены	

УНП 100191870

2. СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ		
2.1	Большой выбор электронных компонентов со склада и под заказ. Микросхемы производства Xilinx, Samsung, Maxim, Atmel, Altera, Infineon и пр. Термоусаживаемая трубка, диоды, резисторы, конденсаторы, паяльная паста, кварцевые резонаторы и генераторы, разъемы, коммутация и др.	 ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ЧТУП «Чип электроникс» +375 (17) 269-92-36 chipelectronics@mail.ru www.chipelectronics.by
2.2	Широчайший выбор электронных компонентов (микросхемы, диоды, тиристоры, конденсаторы, резисторы, разъемы в ассортименте и др.)	Группа компаний «Альфа-лидер» +375 (17) 391-02-22 +375 (17) 391-03-33. www.alider.by

УНП 191142740

УНП 192321381

3. ЭЛЕКТРОННАЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ		
3.1	Комплексная поставка электронных компонентов	 ТУП «Альфачип Лимитед» +375 (17) 366-76-16 analog@alfa-chip.com www.alfa-chip.com
3.2	Датчики, сенсоры и средства автоматизации	
3.3	Светодиодные индикаторы, TFT, OLED и ЖК-дисплеи и компоненты для светодиодного освещения	
3.4	Дроссели, ЭПРА, ИЗУ, пусковые конденсаторы, патроны и ламподержатели для люминесцентных ламп	
3.5	AC/DC источники тока, LED-драйверы, источники напряжения для светодиодного освещения и мощных светодиодов	 Группа компаний «Альфа-лидер» +375 (17) 391-02-22 +375 (17) 391-03-33 www.alfalider.by
3.6	Источники тока и напряжения, вторичная оптика (линзы, держатели, рефлекторы), светодиодные модули и решения.	
3.7	Мощные светодиоды (EMITTER, STAR), сборки и модули мощных светодиодов, линзы ARLIGHT	
3.8	Управление светом: RGB-контроллеры, усилители, диммеры и декодеры	
3.9	Источники тока AC/DC для мощных светодиодов (350/700/ 100-1400 mA) мощностью от 1 W до 100 W ARLIGHT	 ООО «СветЛед решения» +375 (17) 214-73-27 +375 (17) 214-73-55 info@belaist.by www.belaist.by
3.10	Источники тока DC/DC для мощных светодиодов (вход 12-24V) ARLIGHT	
3.11	Источники напряжения AC/DC (5-12-24-48 V от 5 до 300 W) в металлическом кожухе, пластиковом, герметичном корпусе ARLIGHT, HAITAIK	
3.12	Светодиодные ленты, линейки открытые и герметичные, ленты бокового свечения, светодиоды выводные ARLIGHT	
3.13	Светодиодные лампы E27, E14, GU 5.3, GU 10 и др.	
3.14	Светодиодные светильники, прожекторы, алюминиевый профиль для светодиодных изделий	

УНП 192525135

УНП 192321381

УНП 191672332

3.15	Индуктивные, емкостные, оптоэлектронные, магнитные, ультразвуковые, механические датчики фирмы Balluff (Германия)
3.16	Блоки питания, датчики давления, разъемы, промышленная идентификация RFID, комплектующие фирмы Balluff (Германия)
3.17	Магнитострикционные, индуктивные, магнитные измерители пути, лазерные дальномеры, индуктивные сенсоры с аналоговым выходом, инклинометры фирмы Balluff (Германия)
3.18	Инкрементальные, абсолютные, круговые магнитные энкодеры фирмы Lika Electronic (Италия)
3.19	Абсолютные и инкрементальные магнитные измерители пути, УЦИ (устройство цифровой индикации), тросиковые блоки, муфты, угловые актуаторы фирмы Lika Electronic (Италия)
3.20	Автоматические выключатели, УЗО, дифавтоматы, УЗОП, выключатели нагрузки фирмы Schneider Electric (Франция)
3.21	Контакты, промежуточные реле, тепловые реле перегрузки, реле защиты, автоматические выключатели защиты двигателя фирмы Schneider Electric (Франция)
3.22	Кнопки, переключатели, сигнальные лампы, посты управления, джойстики, выключатели безопасности, источники питания, световые колонны фирмы Schneider Electric (Франция)
3.23	Универсальные шкафы, автоматические выключатели, устройства управления и сигнализации, УЗО и дифавтоматы, промежуточные реле, выключатели нагрузки, контакторы, предохранители, реле фирмы DEKraft
2. СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ	
3.4	Поставка со склада и под заказ: микросхемы TEXAS INSTRUMENTS, INTERSIL, EM Marin, FREESCALE, XILINX, ALTERA, CHINFA, реле GRUNER, кварцевые резонаторы KDS, MICRO KRISTAL, батарейки и аккумуляторы, держатели RENATA, XENO, PKCELL, модемы HUAWEI, QUECTEL, системы на модуле (одноплатные компьютеры) отладки, беспроводные модули SECO, INMIS, SMK, SAURIS, TORADEX, накопители на флэш памяти INNODISK, герконы COMUS, COTO, разъемы KEYSTONE, HIROSE и др. Техническая поддержка, поставка бесплатных образцов, проектные цены.

АВТОМАТИКА
Ц · Е · Н · Т · Р
ООО «Автоматика центр»
+375 (17) 218-17-98
+375 (17) 218-17-13
sos@electric.by
www.electric.by

БелСканти
ООО «БелСКАНТИ»
+375 (17) 256-08-67,
+375 (17) 398-21-62
nab@scanti.ru
www.scanti.com

УНП 191087188

УНП 190813939

ПРЕДСТАВЛЕН РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОКРОССОВЕР MONARCH CONCEPT SX

Monarch Concept SX будет оснащен съемной аккумуляторной батареей, которую можно будет заменить за считанные минуты.

Новый российский бренд Monarch представил кроссовер, который получил название Monarch Concept SX.

Габариты электрокара составила 4890 x 2270 x 1750 мм при массе от 2500 до 2770 кг. Довольно внушительные габариты кроссовера ставят его в один ряд с более именитыми конкурентами: Porsche Cayenne, BMW X5, Mercedes GL. Внешне кроссовер во многом повторяет черты своего предшественника Monarch Concept S, сохраняя фирменный стиль марки.

Разработчики пообещали до 15 октября представить интерьер автомобилей Monarch Concept S и Monarch Concept SX. Прототип Monarch Concept SX появится уже в марте 2020, а прототип Monarch Concept S планируется представить общественности до конца 2019.

Автомобиль Monarch Concept SX будет собираться на той же платформе, что и Monarch Concept S, и иметь идентичную силовую установку. Кроме того, Monarch Concept SX будет оснащаться повышенной системой защиты батареи и привода от внешних воздействий, а также иметь более совершенный режим для езды по бездорожью.

Monarch Concept SX будет оснащен съемной аккумуляторной батареей, которую можно будет заменить за считанные минуты. Перспективы Monarch Concept S и Concept SX пока оценить сложно. У разработчиков,

похоже, пока есть только идеи и не очень качественные компьютерные изображения. Финансировать разработку планируют за счет личных средств основателей и средств, которые еще только предстоит привлечь.

elauto.one

