НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

№16 (80), 2009 г.

Информационно-технический журнал.

Учредитель – ЗАО «КОМПЭЛ»

Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-19835

Редактор:
Геннадий Каневский
vesti@compel.ru
Выпускающий редактор:
Светлана Шахтарина

Редакционная коллегия:
Андрей Агеноров
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Николай Паничкин
Александр Райхман
Борис Рудяк
Илья Фурман

Дизайн, графика, верстка:
Елена Георгадзе
Владимир Писанко
Евгений Торочков

Распространение:
Юлия Мариненко

Электронная подписка:
www.compeljournal.ru

Отпечатано:
«Гран При»
г. Рыбинск

Тираж – 1500 экз.
© «Новости электроники»

Подписано в печать:
10 декабря 2009 г.

СОДЕРЖАНИЕ

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Контроллеры TMS320F28xx в системах преобразования альтернативной энергии (Texas Instruments) *Алексей Пантелейчук* 3

УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ

Технологии энергосбережения компании ON Semiconductor *Зденек Збранек, Ирина Ромадина* 7

АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Современные микросхемы часов реального времени с малым потреблением энергии (Maxim) *Андрей Никитин* 11

ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Пассивные компоненты компании Yageo *Евгений Звонарев* 15

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Экономичные сетевые адаптеры для промышленной электроники (Mean Well) *Сергей Кривандин, Евгений Звонарев* 22

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Высокоэффективные решения на базе транзисторов SuperMESH3 (STMicroelectronics) *Джафер Меджахед* 26

Новые модули компании Semikron для электропривода *Андрей Колпаков* 28

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА «НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ» С НАСТУПАЮЩИМ НОВЫМ ГОДОМ!

ГОРЯЧИЕ ТЕМЫ ПЕРВЫХ НОМЕРОВ 2010 ГОДА:

- Мир датчиков: Honeywell, STMicro, Omron, Maxim и другие
- Микроконтроллеры и DSP от Texas Instruments – сердце вашей системы

Если вы хотите предложить интересную тему для статьи в следующий номер журнала – пишите на адрес *vesti@compel.ru* с пометкой «Тема в номер».

ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

Мы решили завершить год той же фокусной темой, с какой начали его, как бы подводя итог.

Посвятить первый номер 2009 года теме энергосбережения было принципиальным решением на пике охватившего мир экономического кризиса. Пик кризиса пройден, но от этого тема не перестала быть актуальной.

Обсуждая тематику одной из статей номера, посвященной решениям компании Texas Instruments в сфере преобразования энергии природных источников — солнечной и энергии ветра (у самой компании TI есть для этого особый термин — “Energy Harvesting”) — мы обменивались письмами с автором, краснодарским инженером Алексеем Пантелейчуком. С его разрешения привожу выдержку из его письма:

«У солнечников в России очень большие перспективы. Недавно была принята программа о переводе больших мощностей на питание от солнечной энергии до 2020 года. Я был на встрече с пионерами в этой области, компанией Solar Wind, когда к ним журналистка из Германии приезжала. В Германии подобная программа уже реализована. Они такие вещи говорили, которые опровергают понятие о том, что Россия — холодная страна. Оказывается в Якутии, в Хабаровске и т.д. солнечной энергии, необходимой для систем преобразования, выделяется за год чуть ли не больше, чем в Краснодарском крае, и тем более во много раз больше, чем в Германии. Месяц назад у разработчиков-«солнечников» был большой съезд в Ростове, они уже серьезные шаги намечают по пути реализации этой программы. В Сочи, кстати, большая часть олимпийских объектов будет питаться от таких систем, так как столбы по горам и заповедникам сложно тащить.

Помню, что про эту встречу упоминал, когда мы разговаривали, ты еще говорил, что мне сам Бог велел писать такую статью».

Очень хочется, чтобы планы по развитию альтернативной энергетики в России сбылись, а не утонули, как это часто бывает, в бюрократических играх и дутых отчетах. Думаю, это могло бы быть одним из лучших пожеланий на Новый год.

Поздравляю вас с наступающим Новым, 2010, годом!

С уважением,
Геннадий Каневский

Алексей Пантелейчук

КОНТРОЛЛЕРЫ TMS320F28XX В СИСТЕМАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

*В статье подробно рассмотрена роль **инвертора** в **системах преобразования солнечной энергии** и выполняемые им функции, а также преимущества реализации инвертора на базе **микроконтроллеров TMS320F28xx** компании **Texas Instruments.** Кроме того, показано как, добавляя один элемент к такому инвертору, можно получить решение для **ветроэлектрических систем.***

В любой системе преобразования альтернативной энергии инвертор является важнейшим компонентом, отвечающим за управление движением электрической энергии между модулем (фотогальваническая панель или ветровая установка), батареей, нагрузкой и электрической сетью. В фотогальванической системе инвертор преобразует ток фотоэлементов в «чистый» синусоидальный ток 50- или 60 Гц для питания устройств, а также для возврата в энергетическую систему. Кроме того, инверторы выполняют такие функции, как отключение цепи для защиты ее от скачков напряжения, зарядка батареи, запись данных об использовании и производительности устройства, отслеживание точки максимальной мощности. Инверторы различаются по номинальной мощности, топологии, наличию трансформатора и могут содержать сразу несколько управляющих микроконтроллеров.

На рисунке 1 показан инвертор в составе полной системы, в которой помимо зарядки батареи от фотогальванической панели и питания устройств переменным током через инвертор, осуществляется подача электроэнергии в энергетическую систему, а также в качестве альтернативного источника питания используется генератор переменного тока. Упрощенная система может просто осуществлять зарядку батареи для локального использования или передавать энергию в энергетическую систему.

Топология, где несколько секций фотогальванических панелей (PV) индивидуально обслуживаются инверторами, выходы которых параллельно соединены с энергетической системой, изображена на рисунке 2. В такой конфигурации средняя номинальная мощность обычно достигает уровня 10 кВт. Также возможны следующие вариации:

- Каждая панель обслуживается небольшим интегрированным инвертором, обеспечивая сотни Вт мощности;
- Один инвертор обслуживает параллельно все секции фотогальванических панелей, обеспечивая несколько КВт мощности;
- Отдельные DC/DC-преобразователи используются в каждой секции фотогальванических элементов, выходы DC/DC-преобразователей подключаются параллельно к одному DC/AC-инвертору. Эта топология является самой эффективной, номинальная мощность достигает 100 кВт.

Основная функция инвертора заключается в преобразовании постоянных токов от фотогальванических панелей или батареи с различным уровнем напряжений в переменный ток с определенным уровнем напряжения и частотой для питания устройств или передачи в энергетическую систему. Частота и напряжение зависит от региона, в Европе это 50 Гц и 220 В, в США – 60 Гц и 110 В. В зависимости от приложения возникают требования к фазе, таким образом, инверторы бывают одно-, двух- и трехфазные. На рисунке 3 изображена общая схема DC/AC-инвертора, в которой:

- DC/DC-преобразователь повышает или понижает уровень входного напряжения, подстраивает свой выход для получения максимальной эффективности на этапе DC/AC-преобразования;
- Конденсатор выполняет функцию буферизации напряжения;
- MOSFETы в составе моста переключаются с частотой около 20 кГц для преобразования постоянного тока в переменный;

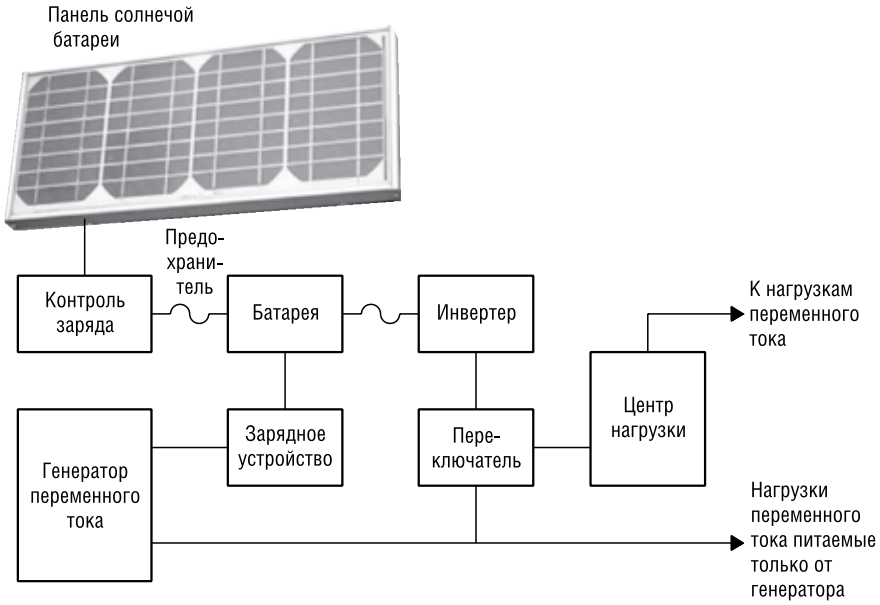


Рис. 1. **Гибридная система с фотогальванической панелью и генератором**

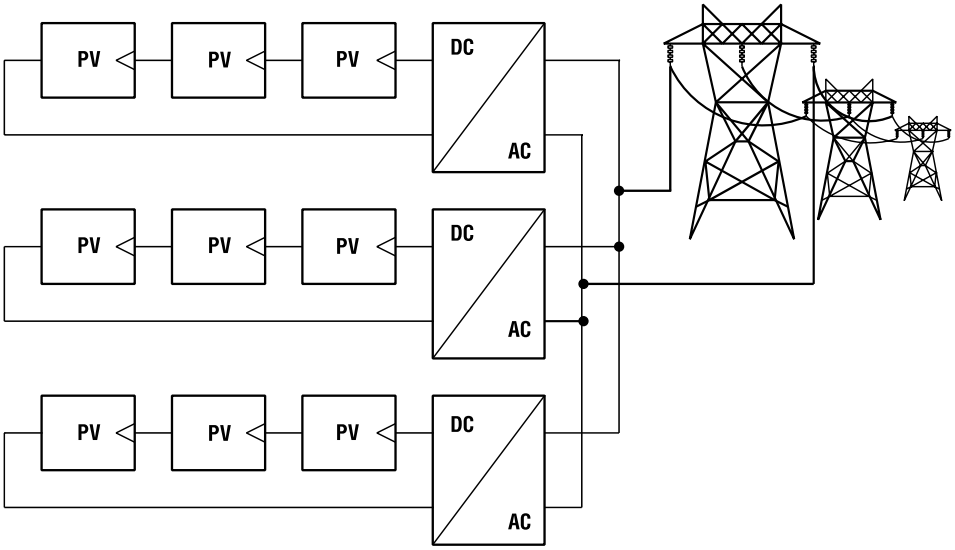


Рис. 2. **Модульные инверторы обслуживают несколько секций фотогальванических панелей**

• Индуктивности «сглаживают» сигнал после ключей для получения синусоиды.

В некоторых случаях уровень напряжения на входе DC/AC-преобразователя должен быть выше, чем на выходе DC/DC-преобразователя. Для этого используется трансформатор после индуктивностей (рисунок 3). Несмотря на то, что трансформатор увеличивает вес, габариты и стоимость устройства, а также уменьшает КПД в среднем на 2%, он увеличивает защиту устройства и безопасность пользователя, осуществляя гальваническую развязку между DC- и AC-частями схемы. Эту же функцию может выполнять DC/DC-преобразователь с нулевым напряжением переключения (эквивалент трансформатора).

Эффективность DC/AC-преобразования, а также зарядки батареи зависит от входного напряжения. Но значение напряжения на выходе фотогальванических панелей постоянно изменяется вследствие таких факторов, как погодные условия, время дня и температура панелей. Состояние батареи также меняется в зависимости от того, заряжена она или разряжена. При благоприятных внешних условиях, понижая напряжение одновременно с повышением тока на входе батареи, можно ускорить процесс зарядки. Но иногда бывают ситуации, в которых приходится жертвовать уровнем тока для повышения уровня напряжения, чтобы процесс зарядки был вообще возможен. Технология отслеживания точки максимальной мощности (англ. MPPT) применяется для отслеживания таких уровней напряжения и тока на входе батареи, при которых эффективность зарядки максимальна. Использование этой технологии увеличивает общую производительность системы более чем на 30% в зимнее время, когда дополнительная энергия особенно необходима. На рисунке 4 показано, как определение точки максимальной мощности может зависеть от различных условий.

Наиболее общий алгоритм определения точки максимальной мощности выполняется микроконтроллером через изменение рабочего напряжения панели и оценку полученного при этом результата. Алгоритм должен предусматривать поиск точки максимальной мощности в широком диапазоне напряжений для того, чтобы избежать попадания на локальные максимумы, возникшие в результате кратковременных изменений внешней среды, например, попадание панели в тень небольшого облака. Недостаток этого алгоритма — в том, что устройство не работает постоянно с максимальной производительностью, а находится в поиске такого состояния. Альтернативой является инкрементный индукционный алгоритм, при котором вычисляется производная кривой зависимости мощности от напряжения и находятся нули полученной зависимости, которые по определению представляют собой пики кривой мощности. Затем производится настройка напряжения на определенный уровень. Несмотря на то, что в этом алгоритме нет недостатков предыдущего, все же есть риск настроиться по ошибке на локальный максимум вместо точки максимальной мощности. Наилучшие результаты получаются при комбинировании обоих алгоритмов, когда поддерживается работа устройства с уровнем напряжения, определенным по нулям производной, одновременно проверяются другие пики в широком диапазоне напряжений. Ясно, что для реализации комбинированного алгоритма требуется много вычислительных ресурсов микроконтроллера.

Теперь становится понятно, что инвертор является важнейшим компонентом в системах преобразования солнечной энергии и что он должен быть гибким для работы в различных приложениях и адаптируемым для реагирования на изменения условий работы приложения. Необходимо, чтобы управляющий процессор в составе инвертора обладал высокой производительностью в реальном времени для эффективного выполнения алгоритмов DC/DC-

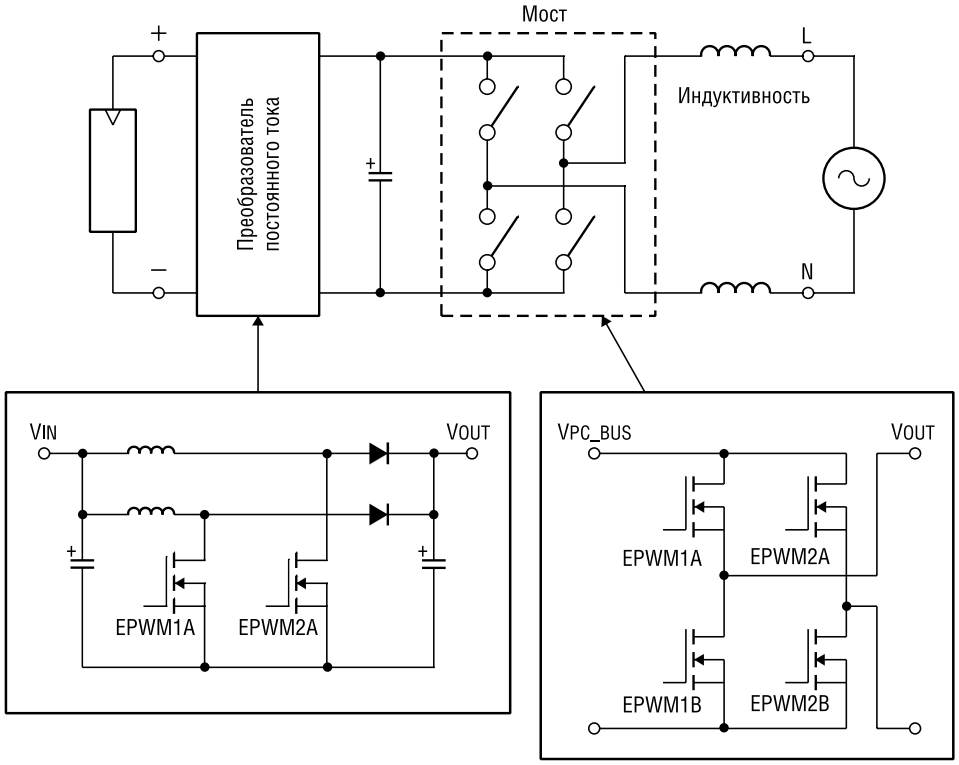


Рис. 3. **Схема бестрансформаторного DC/AC-преобразователя**

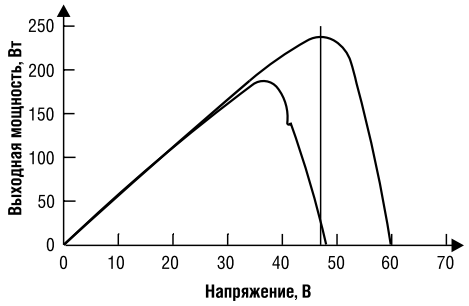


Рис. 4. **Определение точки максимальной мощности при различных условиях**

преобразования, защиты схемы, определения точки максимальной мощности и зарядки батареи.

Микроконтроллеры **TMS320** с высокопроизводительным ядром цифрового сигнального процессора и богатым набором периферийных устройств великолепно подходят для задач управления DC/AC-преобразованием в реальном времени, вычисления точки максимальной точности и обеспечения функций защиты инвертеров в системах преобразования солнечной энергии. DSP-ядро очень быстро выполняет математические вычисления для реализации алгоритмов управления в реальном времени. Встроенные периферийные устройства, такие как аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и широтно-импульсный модулятор (ШИМ) дают возможность напрямую отслеживать состояние и управлять MOSFETами. Коммуникационные порты микроконтроллера упрощают разработку устройств, работающих в сети с измерителями и другими инверторами.

Микроконтроллеры семейства TMS320F28x представляет собой 32-битные устройства, работающие на частотах до 150 МГц с производительностью до 150 MIPS. На рисунке 5 в качестве примера изображена архитектура микроконтроллера F2808. При использовании в инверторе такой микроконтроллер может управлять сразу несколькими преобразователями, а также выполнять функции отслеживания точки максимальной мощности, мониторинга зарядки батареи, защиты от скачков напряжения, регистрации данных и коммуникации с внешними устройствами.

Микроконтроллеры **TMS320F28x** имеют до 16 каналов быстрого 12-битного АЦП. Эти каналы АЦП используются для оценки уровня напряжения и тока при построении правильной синусоидальной формы сигнала. Также, оценивая уровень тока, АЦП выполняет функции безопасности.

Двенадцать индивидуально управляемых каналов ШИМ (EPWM) вырабатывают импульсные сигналы с заданной длительностью импульса, необходимые для высокоскоростного переключения ключей конвертора и схемы зарядки батареи. Каждый канал ШИМ имеет свой собственный таймер и регистр фазы, позволяющий вводить фазовую задержку. Все каналы ШИМ могут быть синхронизированы для управления несколькими каскадами на одной частоте. Благодаря наличию множества таймеров появляется возможность генерировать множество частот, быстрая обработка прерываний — это ключ к быстрой реакции на события. Коммуникационные порты различных стандартов, включая CAN, обеспечивают интерфейс с другими компонентами системы.

Для приложений преобразования мощности в системах альтернативных источников питания компания Texas Instruments предлагает отладочный комплект **TMDSENRGYKIT** (рисунки 6, 7) на базе микроконтроллеров TMS320F28xx. Отладочный набор состоит из материнской платы, к которой подключается любая плата типа controlCARD. С помощью этого набора можно реализовывать все основные функции систем преобразования солнечной энергии. К числу этих функций относятся DC/DC-преобразование, трех- или однофазное инвертирование, синхронизация выхода инвертера с силовой линией переменного тока, понижающее DC/

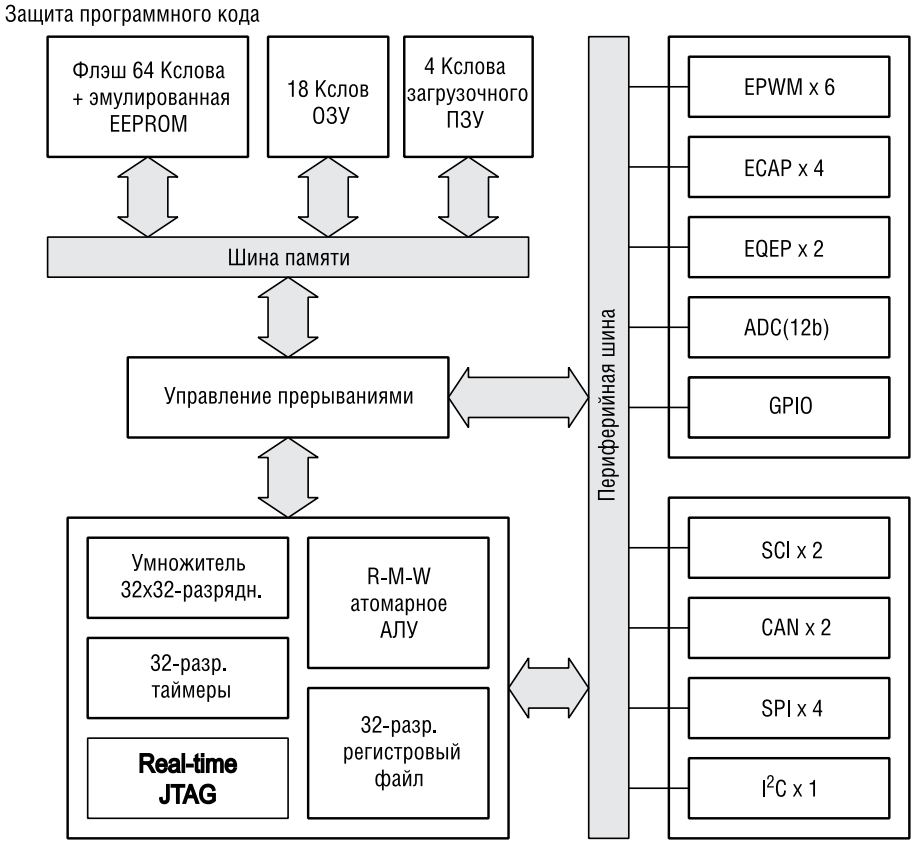


Рис. 5. **Блок-схема архитектуры микроконтроллера TMS320F2808**

Рис. 6. **Вид платы из набора TMDSENRGYKIT**

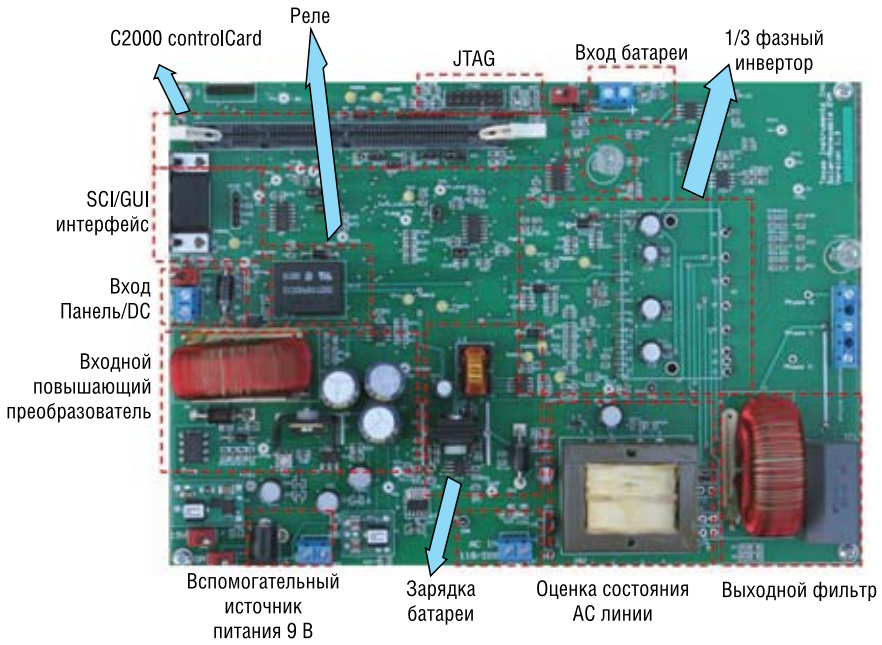


Рис. 7. **Ключевые компоненты платы из комплекта TMDSENRGYKIT**

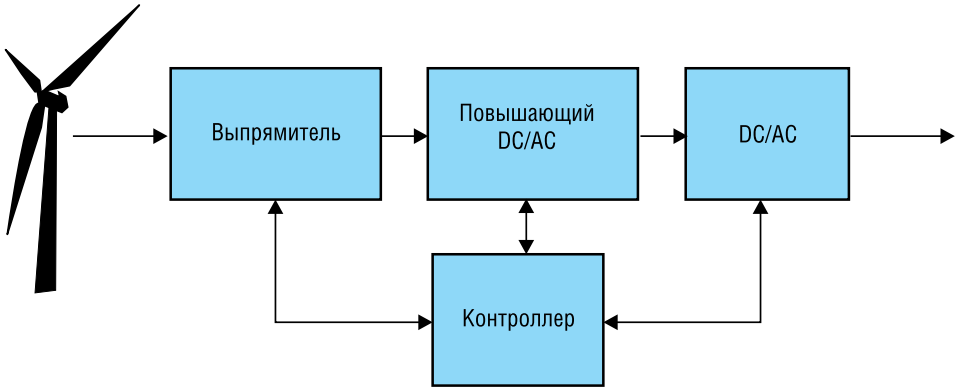


Рис. 8. **Основные элементы ветроэлектрической системы**

DC-преобразование для зарядки батареи. На плате реализована аппаратная часть, необходимая для измерения напряжения и тока, таким образом, пользователь может создавать и тестировать новые топологии, методы и т.д.

Отличительные характеристики набора TMDSENRGYKIT:

- Съемная плата controlCARD с микроконтроллером TMS320F2808;
- Совместимость с остальными платами C2000 controlCARD;
- 45-ваттный DC/AC-инвертор:
  - 15…20 В DC на входе, 30 В AC на выходе;
  - Трехфазный или однофазный;
- Однофазный повышающий DC/DC-преобразователь на входе;
- Понижающий DC/DC-преобразователь для зарядки батареи;
- Аппаратное реле для переключения между панелью/источником постоянного тока и батареей;
- Синхронизация выхода инвертора с силовой линией переменного тока (110 или 220 В);
- Измерение напряжения и тока осуществляется с помощью АЦП;
- Замкнутая петля цифрового управления с обратной связью с использованием ШИМ и АЦП микроконтроллера F28x.
- Разъем UART-интерфейса для связи с хостом;
- Доступность множества контрольных точек для просмотра важных сигналов;
- В комплекте – Code Composer Studio v.3.3 с ограничением по объему кода 32 КБ;
- Примеры реализации программного кода приложения;
- Пакет документации содержит схемы плат, спецификации, Гербер-файлы и др.
- Для работы необходим отдельный JTAG-эмулятор.

Единственное отличие инвертора системы преобразования ветровой энергии от фотогальванической системы заключается в наличии выпрямителя (рисунок 8). Выпрямитель необходим, поскольку ветровая станция генерирует переменный ток. Выпрямленный ток затем претерпевает те же самые преобразования, что и в системе преобразования солнечной энергии. Это означает, что отладочный комплект TMDSENRGYKIT успешно применяется при разработке ветроэлектрических станций.

Таким образом, в фотогальванических и ветроэлектрических системах инвертор является важнейшим компонентом. Инверторы могут поддерживать несколько диапазонов напряжений и топологий для различных приложений. Они также могут содержать трансформатор, однако это не является обязательным. Помимо преобразования постоянного тока в переменный инверторы выполняют такие функции, как максимизация мощности, зарядка батареи, защита цепи. Для всех этих функций необходимо интеллектуальное управление в реальном или квазиреальном времени. Микроконтроллеры TMS320C2000 компании Texas Instruments обеспечивают высокую вычислительную производительность и программную гибкость, необходимую для функций цифровой обработки в реальном времени в инверторах систем преобразования альтернативной энергии. Благодаря высокой интегрированности микроконтроллеров производители инверторов могут создавать более эффективные устройства, удовлетворяющие растущим требованиям рынка альтернативных источников питания. За счет наличия высококлассных отладочных средств, в число которых входит набор TMDSENRGYKIT, разработка устройства производится очень быстро и эффективно.

Микроконтроллеры **TMS320** от **Texas Instruments** с высокопроизводительным ядром цифрового сигнального процессора и богатым набором периферийных устройств великолепно подходят для задач управления DC/AC-преобразованием в реальном времени, вычисления точки максимальной точности и обеспечения функций защиты инвертеров в системах преобразования солнечной энергии.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: mcu.vesti@compel.ru

Зденек Збранек (ON Semi), Ирина Ромадина (КОМПЭЛ)

ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ КОМПАНИИ ON SEMICONDUCTOR

*Какую топологию выбрать при проектировании **импульсного источника питания?** Разработчику необходимо минимизировать потери в импульсном преобразователе, повышая тем самым эффективность и надежность, и одновременно — не затянуть время разработки, снижая тем самым затраты. Известный производитель и мировой эксперт в области электропитания и энергосбережения, компания **ON Semiconductor,** предлагает свое видение проблемы, основанное на концепции готовых решений **Green Point.** Приводимые в статье типовые схемы построены на **ШИМ-контроллерах NCP1562** и **NCP1395x/NCP1396.** Также рассмотрены микросхемы контроллеров для разработки **корректоров коэффициента мощности NCP1651** и **NCP1653.***

В последнее время во всем мире растет интерес к уменьшению потребления электроэнергии. Из двух путей снижения энергопотребления первым является рациональное использование энергии. Этот путь требует принятия обществом осознанных решений, тогда как второй — повышение КПД — это чисто техническая задача, понятная конечному пользователю. Снижение потерь электроэнергии — не самоцель, а, скорее, средство повышения эффективности системы и снижения затрат.

Имея многолетний опыт в области силовой электроники, компания ON Semiconductor играет активную роль в борьбе за снижение энергопотребления. В 80-е годы на рынке появилось семейство ИС **UC384X —** надежные контроллеры для импульсных преобразователей (SMPS-контроллеры). В то время вопрос экономии электроэнергии не стоял так остро, и типовой источник питания на базе схемы UC384X потреблял 10 Вт в режиме ожидания. Ранее компания ON Semiconductor представила удачное семейство **MC4460X,** назначением которого было существенное снижение потребляемой мощности бытовых устройств в режиме ожидания. В настоящее время ON Semiconductor предлагает полупроводниковые компоненты для построения надежных и дешевых источников питания с низким энергопотреблением (ниже 300 мВт).

Рис. 1. **Общий вид ШИМ-контроллера NCP1562**

Источники потерь электроэнергии, и что с этим делать?

В электронном оборудовании потери энергии делятся на две основные категории: потери в режиме ожидания (до 25%) и активные потери. Потери в режиме ожидания возникают, когда питание оборудования «выключено», но рассеиваемая мощность все равно присутствует, а активные потери возникают из-за неэффективности процесса преобразования энергии, обычно в источниках питания.

В качестве одного из наиболее успешных проектов по энергосбережению можно привести программу ENERGY STAR®, реализованную в США. Она направлена на продвижение более эффективных продуктов и побуждает потребителей покупать именно их.

Другой источник скрытых потерь лежит в гигантском количестве электроприборов, которые остаются включенными в розетки, не выполняя своих функций. Специальный термин «утечка электричества» характеризует устройства, которые пользователи оставляют включенными в режиме ожидания. Если все эти малые потери уменьшить или даже полностью устранить, можно было бы получить существенную экономию энергии.

Движущие силы

Современная энергетика сталкивается со многими проблемами, обусловленными следующими факторами:

- Области применения регулирования электроэнергии становятся все более обширными. Эти сферы требуют повышения КПД преобразователей электропитания во всех режимах. Например, в соответствии с требованиями американской программы Energy Star

Невозможно ответить на вопрос «Какая топология лучше?» без понимания требования конкретного применения. **Преобразователь с active clamp** лучше работает при широком диапазоне входного сигнала. При узких диапазонах входного сигнала и нагрузки оптимальным выбором является **резонансный преобразователь на базе полумоста,** особенно в случае высокого выходного напряжения.

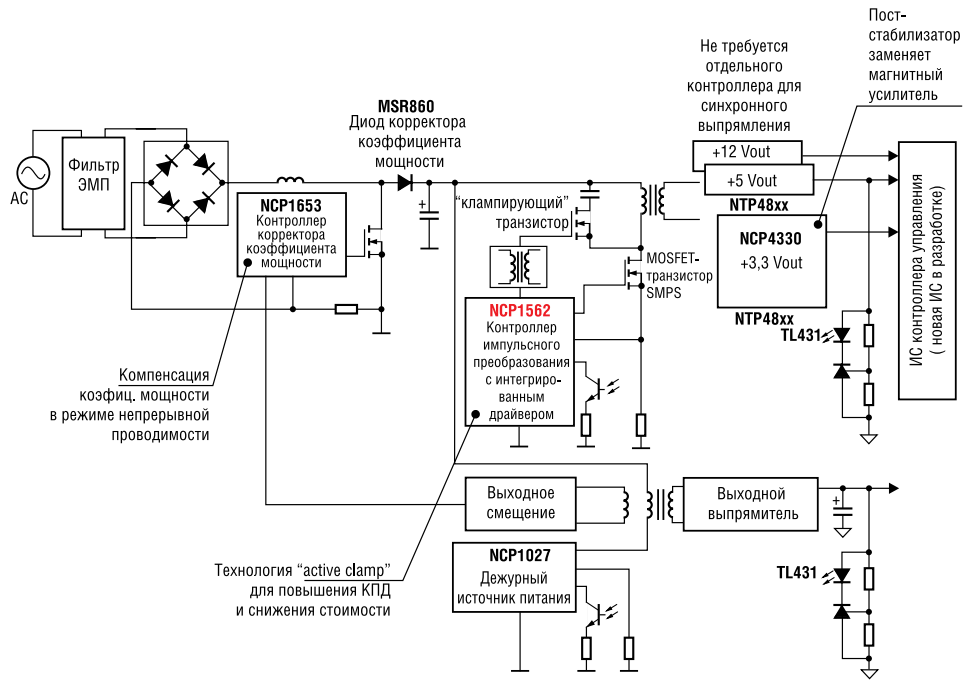


Рис. 2. **Высокоэффективный блок питания ATX мощностью 305 Вт, базовая схема**

потери мощности внешних источников питания в режиме ожидания не должны превышать 0,5 Вт, а КПД должен быть не ниже 80%.

- Повышение требований к уровню гармонических искажений. Стандарт IEC 1000-3-2 является обязательным к применению в странах ЕС и Японии, а также используется во многих других странах на добровольной основе. Именно этим фактом обусловлено применение корректоров коэффициента мощности (ККМ) во входных каскадах импульсных источников питания.
- Увеличение удельной мощности, поскольку конечные потребители хотят получить большую функциональность при миниатюрных размерах устройств.
- Уменьшение периода от начала разработки изделия до выхода его на рынок требует модульного подхода к разработке электрических систем.

Рис. 3. **Общий вид резонансного контроллера NCP1395**

Чем сильнее три первых фактора, тем ниже способность традиционных топологий соответствовать этим требованиям. Однако разработчики не в состоянии полностью использовать преимущества новых подходов из-за необходимости уменьшения времени разработки. Предоставляя современную элементную базу и средства разработки, компания ON Semiconductor тем самым минимизирует временные затраты на производство конечного продукта.

Появление альтернативных топологий позволяет решать широкий спектр задач и при этом соответствовать новым требованиям. Причина, по которой эти топологии являются более подходящими, заключается в оптимизации всех элементов системы питания (трансформаторы, катушки индуктивности, силовые ключи, выпрямительные диоды, демпфирующие цепи и т.д.).

Топологии для повышения эффективности

Рассмотрим более подробно две топологии импульсных преобразователей, применяемые в среднем диапазоне мощностей. Это **прямоходовой импульсный преобразователь на основе топологии active clamp** и **несимметричный полумостовой преобразователь.** Оба этих подхода обладают достоинствами и обеспечивают высокое значение КПД по сравнению с традиционными топологиями, но выбор того или другого зависит от конкретной задачи. Импульсный преобразователь на основе топологии **active clamp** является модификацией прямоходового преобразователя.

Основные достоинства данной топологии:

- Широкий диапазон входных напряжений.
- Значение рабочего цикла может превышать 50%. Этот факт позволяет оптимально подобрать ток первичной стороны.
- Уменьшение потерь при переключении транзисторов. Минимальные потери достигаются при «мягком» переключении полевых транзисторов.
- Применение синхронного выпрямителя. Наличие синхронного выпрямителя уменьшает потери в выходном каскаде импульсного преобразователя.

При реализация источника питания на основе топологии active clamp возникают следующие проблемы:

- Выбор элементной базы;
- Предварительный расчет трансформатора;
- Точный временной контроль за переключением силового и вспомогательного транзистора;
- Контроль значения рабочего цикла;

Эти проблемы можно решить с помощью специализированного контроллера **NCP1562** (рис. 1). Для оптимизации времени разработки компания ON Semiconductor предлагает отладочный комплекс на основе котроллера NCP1562.

Семейство NCP1562x – это семейство контроллеров, предназначенных для разработки DC/DC-преобразователей с высоким значением КПД и минимальным количеством элементов (рис. 2).

Контроллеры этой серии формируют два синфазных сигнала управления. Для предотвращения одновременного переключения силовых ключей в контроллере предусмотрена задержка, величина которой определяется номиналом внешнего резистора (минимальное значение задержки составляет 20 нс). Рекомендации по выбору задержки приводятся в фирменном описании контроллера. Наличие задержки также необходимо для «мягкого» переключения. Сигнал OUT1 предназначен для управления основным силовым ключом. Сигнал OUT2 предназначен для управления вспомогательным транзистором, а также синхронным выпрямителем во вторичной стороне преобразователя или вторым силовым ключом в случае несимметричного полумостового преобразователя.

Перечислим основные функциональные возможности контроллеров: ограничение рабочего цикла (максимальное значение рабочего цикла 85%), мониторинг пониженного и повышенного значения входного напряжения, регулируемая задержка, плавное выключение в случае возникновения неисправности, регулируемый плавный пуск, мониторинг тока, фиксированная частота преобразования.

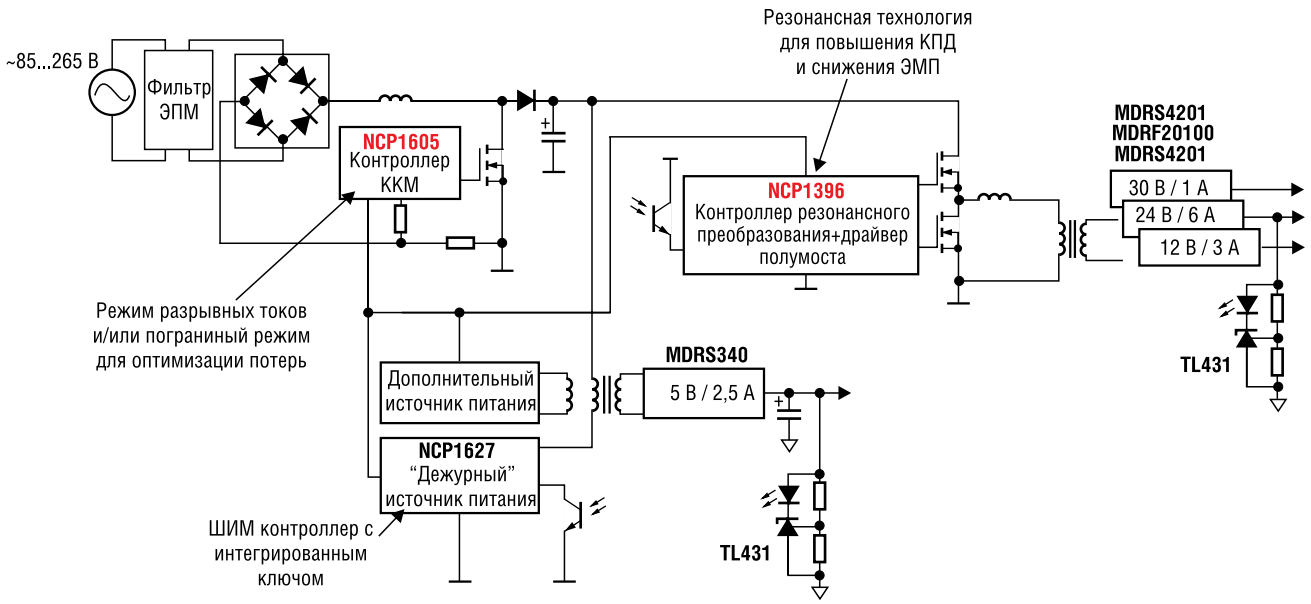


Рис. 4. **Источник питания ЖК-телевизора мощностью 220 Вт, базовая схема с применением преобразователей NCP1396 и NCP1605**

Применение **несимметричного полумостового преобразователя** позволяет исключить выходной дроссель, что значительно удешевляет готовый источник питания. Отметим еще несколько преимуществ этой топологии:

- Максимальное значение падения напряжения на ключевых транзисторах равно входному напряжению преобразователя;
- Минимальные потери при переключении транзисторов;
- Удобное управление переключением силовых ключей.

Однако до реализации данной топологии необходимо решить следующие задачи:

- Выбор рабочего диапазона частот;
- Выбор элементной базы;
- Выполнить предварительный расчет магнитных компонентов (трансформатор, дроссель ККМ).

Для оптимизации времени разработки компания ON Semiconductor предлагает применить готовые контроллеры **NCP1395x/NCP1396** (рис. 3), а также отладочные комплекты на их основе.

В составе контроллера NCP1395A/B есть все необходимое для построения надежного и компактного резонансного источника питания (рис. 4). Его уникальная архитектура включает генератор, управляемый напряжением с рабочей частотой 1 МГц, режим управления которого дает необходимую гибкость в случае использования функции ORing, например, в схемах с несколькими линиями обратной связи. Защита с различными значениями времени реакции, например, при немедленном выключении или выключении по таймеру, при падении напряжения, при размыкании оптопары и т.д., способствует разработке более безопасного преобразователя без излишней схемотехнической сложности. Регулируемое время запаздывания сигнала также помогает снизить токовые всплески при повышении частоты преобразования.

ИС NCP1396 A/B включает генератор частоты 500 кГц, управляемый напряжением. Благодаря запатентованной высоковольтной технологии к контроллеру можно подключить напрямую силовые ключи. Максимальное падение напряжения на силовом ключе не должно превышать 600 В. Наличие данной особенности значительно упрощает реализацию схемы управления преобразователя и уменьшает затраты.

Без понимания конкретного применения однозначно ответить на вопрос «Какая топология лучше?» нельзя. Однако можно сформулировать несколько предпосылок для выбора топологии. **Преобразователь на основе топологии active clamp** лучше работает при широком диапазоне входного напряжения. При узких диапазонах входного напряжения и нагрузки оптимальным выбором является **резонансный преобразователь на основе несимметричного полумоста,** особенно в случае высокого выходного напряжения.

Наконец, выбор топологии зависит от разработчика, учитывающего такие факторы, как собственный опыт разработки, цена/доступность элементной базы и время, отведенное на проект. Необходимо отметить, что степень сложности этих топологий выше, чем у традиционных. В результате многие разработчики после первой попытки прекращают использование новых методов, так как не имеют времени на оптимизацию проектов. Однако при надлежащей технической поддержке эта задача упрощается, и многие разработки с применением новых топологий были запущены в производство без дополнительных затрат.

Корректор коэффициента мощности

Помимо пониженного энергопотребления в режиме ожидания и высокого значения КПД в активном режиме также необходимо соответствие стандарту 80 PLUS®. В большинстве стран источники питания мощностью свыше 75 Вт должны соответствовать этому стандарту. В импульсных источниках питания это требование обычно выполняется при помощи включения в схему предварительного регулятора — корректора коэффициента мощности, приводящего форму входного тока в соответствие с формой входного напряжения. Это сводит к минимуму уровень входных гармоник, снижает среднеквадратичное значение входного тока и уменьшает затраты поставщиков электроэнергии.

Компания ON Semiconductor была одним из первых разработчиков, представивших контроллеры для корректоров коэффициента мощности. Двадцать лет назад микросхемы **MC33261** и **MC33262** фактически были первыми в данной области. В январе 2001 г. Европейским сообществом полностью принят стандарт IEC1000-3-2, запрещающий применять оборудование, не оснащенное схемами ККМ, если его потребляемая мощность превышает 75 Вт.

В последнее время компания ON Semiconductor, стремящаяся к продвижению технологий рационального энергопотребления во всем мире, представила несколько новых ККМ — контроллеров, среди которых контроллером **NCP1653** устанавливаются новые эксплуатационные стандарты. Однокаскадные ККМ — контроллеры соответствуют требованиям компактности и низкой

стоимости. Контроллер **NCP1651** работает в режиме непрерывных токов, обеспечивая превосходные значения коэффициента мощности.

NCP1651 – контроллер для разработки активного корректора коэффициента мощности, который предназначен для работы в системах питания с широким диапазоном входного напряжения (~85…265 В) и частотой 50/60 Гц. Он является экономичным решением для построения изолированных AC/DC-преобразователей со средним и высоким выходным напряжением и соответствует требованиям к гармоническим искажениям IEC1000-3-2 для импульсных преобразователей, работающих в диапазоне мощности 50…250 Вт. Контроллеры серии **NCP1651** работают на фиксированной частоте преобразования. На основе этой микросхемы можно реализовать корректор коэффициента мощности, работающий в режиме непрерывных или разрывных токов. Выделенные особенности позволяют получить высокое значение коэффициента мощности и ограничить значение пускового тока, а также упростить схему входного фильтра ЭМП.

NCP1653 – контроллеры ККМ этой серии могут работать только в режиме непрерывных токов. Компания ON Semiconductor выпускает два варианта NCP1653A и NCP1653, которые работают на частотах преобразования 67 и 100 кГц соответственно. Эта продукция выпускается в корпусах DIP-8 или SO-8.

Заключение

Энергопотребление электронного оборудования привлекает к себе все больше внимания. Разработчики силовой электроники могут сыграть свою роль в снятии остроты этой проблемы. Как сказано в статье, решения, находящиеся в разработке, будут развиваться быстрее в тесном сотрудничестве с производителями конечного оборудования, поставщиками электроэнергии и предприятиями по производству полупроводников. Помощь регулирующих органов (например, Energy Star) и отраслевых органов (например, PSMA) является необходимым ускорителем, а результаты исследований, проводимых научным сообществом, являются почвой для решения практической задачи энергосбережения.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

NCP693 – новый малопотребляющий 1A LDO-стабилизатор

Компания **ON Semiconductor** выпустила серию **LDO-стабилизаторов** с фиксированным выходным напряжением **NCP693,** рассчитанную на использование в приложениях с высокими требованиями к энергопотреблению. Максимальный выходной ток стабилизаторов – 1 А. Каждое устройство содержит источник опорного напряжения, усилитель сигнала ошибки, силовой транзистор, резисторы для установки выходного напряжения, схему защиты от перегрузки по току и перегрева. При отсутствии нагрузки стабилизаторы потребляют всего **65 мкА,** а в режиме ожидания **< 0,15 мкА.**

NCP693 выпускаются в корпусе DFN с размерами 1,8x2,0x0,50 мм. Стандартные версии выходного напряжения – 0,8 В, 1,0 В, 1,2 В, 2,5 В и 3,3 В.

Ключевые характеристики:

- Iq – 65 мкА (тип.) при отсутствии нагрузки;
- Максимальное рабочее напряжение – 6,5 В;
- Низкое напряжение выхода – до 0,8 В;
- Точность установки выходного напряжения – 1%;
- Встроенная функция авторазряда для версии D.

Компания ON SEMI выпустила новые N-канальные МОП-транзисторы на 600 В

Компания **ON Semiconductor** анонсировала новые N-канальные МОП-транзисторы **NDD04N60Z-1G, NDD04N60ZT4G, NDF06N60-ZG, NDF10N60ZG** с рабочим напряжением до 600 В.

Основные особенности:

- Доступны версии с током стока 4 А, 6 А и 10 А;
- Низкое сопротивление $R_{DS(ON)}$ – порядка 0,65 Ом;
- Малое значение заряда затвора – до 19 нК;
- Высокая степень защиты от ЭСР, осуществляемой посредством встроенных стабилитронов;
- Корпуса TO-220FP, DPAK и IPAK.

Андрей Никитин

СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОСХЕМЫ ЧАСОВ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С МАЛЫМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ

*Упоминая микросхемы **часов реального времени** (RTC – **Real Time Clock**), компания **Maxim** в своих материалах использует слоган "If it's electronic, it needs a clock" – «Если это электроника – ей нужны часы». Практически любое электронное устройство, имеющее для отображения информации внешний экран или жидкокристаллический индикатор, в дежурном режиме выводит на него текущее время и дату.*

Первые микросхемы часов реального времени были выпущены компанией Dallas Semiconductor (ставшей в дальнейшем структурным подразделением Maxim Integrated Products) еще в 1985 году. С тех пор компания Maxim является безусловным лидером на этом сегменте рынка электронных компонентов. В настоящее время компания Maxim выпускает более 80 типов микросхем RTC.

Как составная часть, часы реального времени входят во многие сложные современные микросхемы. Поэтому определим, что под микросхемами RTC (часов реального времени) мы будем понимать только те, для которых функция учета времени является основной.

Классификация микросхем RTC

Компания Maxim в качестве основного критерия для классификации микросхем RTC использует тип интерфейса управления, а именно

- Микросхемы RTC с последовательным интерфейсом управления:
  - I²C,
  - 3-wire,
  - SPI.
- Микросхемы RTC с параллельным интерфейсом управления:
  - с мультиплексированной шиной «адрес/данные»,
  - с разделенными шинами адреса и данных.
- Микросхемы RTC с однопроводным интерфейсом 1-wire.

Вторым классификационным признаком может служить формат представления данных, а именно:

- Календарный, в виде шаблона YY-MM-DD (дата); HH-MM-SS (время) или его разновидностей,
- Бинарный, то есть непрерывный двоичный счетчик определенных единиц времени (секунд или их долей).

Строго говоря, этот признак определяет назначение микросхемы. В первом случае это часы и календарь, а во втором – счетчик прошедшего времени. Отметим, что во втором случае подсчет времени может быть как прерывным (например, для счетчиков электроэнергии), так и непрерывным (например, отсчет гарантийного срока или срока действия лицензии).

В качестве критерия для классификации может выступать факт наличия или отсутствия определенной функциональной характеристики микросхемы. К основным из таких характеристик можно отнести:

- Наличие встроенного генератора и/или батарейного источника питания.
- Возможность использования резервного (батарейного) источника питания.
- Тип и объем внутренней памяти.
- Наличие фантомного (phantom) интерфейса для доступа к внутренним регистрам микросхемы.
- Другие дополнительные функции: индивидуальный номер микросхемы, функции сторожевого таймера (*watchdog*) и будильника (*alarm*), секундный выход, контроль уровня основного питания, возможность использования внешнего генератора частоты, возможность «капельной» подзарядки внешней батареи и другие.

Важным параметром является ток, потребляемый микросхемой, в режиме счета времени. Для линейки микросхем RTC компании Maxim он лежит в пределах от 200 до 1500 нА. Очевидно, что в мобильных приложениях необходимо использовать микросхемы с низким энергопотреблением. Определение конкретного значения, которое позволило бы отнести микросхему к этой категории, – вопрос субъективный. Для примера отметим, что потребляемый ток 300 нА и менее имеют 14 микросхем из 82, имеющихся в полной линейке. Перспективными в этом классе являются новые изделия компании Maxim – **DS1341** и **DS1342.**

Микросхемы часов реального времени с малым энергопотреблением – DS1341/42

Данные устройства относятся к RTC-микросхемам с последовательным интерфейсом I²C и одним источником питания. Простота применения, низкая стоимость, малое энергопотребление определяют оптимальность их применения в широком спектре экономичных приложений. На рисунке 1 приведена типовая схема их включения.

Назначение выводов SCL, SDA (линии интерфейса I²C) и X1, X2 (подклю-

Микросхемы **часов реального времени с малым энергопотреблением DS1341/42** относятся к RTC-микросхемам с последовательным интерфейсом I²C и одним источником питания. Простота применения, низкая стоимость, малое энергопотребление определяют оптимальность их применения в широком спектре экономичных приложений.

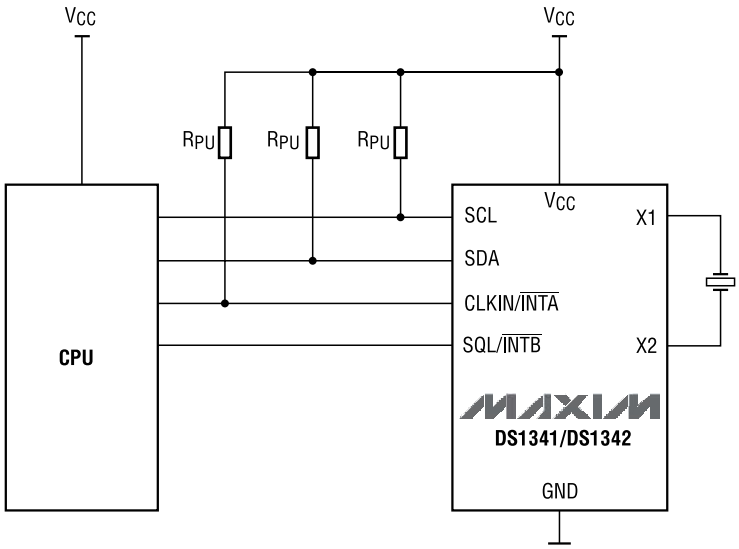


Рис. 1. **Типовая схема включения микросхем DS1341/42**

чение кварцевого генератора «часовой» частоты 32,768 кГц) очевидно. Коротко рассмотрим назначение остальных сигналов.

Вход CLKIN позволяет подключить внешний генератор частоты. Например, большинство GPS-приемников имеют выход 1PPS (*1 Pulse per Second*) – высокостабильный сигнал, положительный фронт которого индицирует «первую микросекунду в секунде». Соответственно, если в качестве задатчика сигнала времени использовать его, то точность часов будет эталонной, независимо от параметров часового кварца. При этом наличие или отсутствие подтягивающего резистора будет зависеть от типа выхода 1PPS. Кроме того, вход может быть использован для подачи сигналов частотой 50 или 60 Гц, что удобно при построении систем, в которых в качестве синхросигнала используется частота сети (например, в счетчиках электроэнергии). Допускается также возможность использования внешнего генератора «часовой» частоты. Это имеет смысл для высокостабильных генераторов с температурной компенсацией, параметры которых существенно лучше типовых. Выбор конкретного режима осуществляется настройкой соответствующих разрядов регистра управления. Очевидно, что в этих случаях функции выхода INTA будут блокированы. Отметим также, что при использовании этого входа в качестве задатчика времени часовой кварц все равно необходим, поскольку он используется для синхронизации других элементов микросхемы.

Выход INTA – выход основного прерывания. В зависимости от настроек соответствующих разрядов регистра управления он может быть использован в качестве:

- выхода первого будильника Alarm1,
- композиции выходов Alarm1 + Alarm2.

Выход INTB – выход дополнительного прерывания. Также в зависимости от настроек регистра управления он может быть использован в качестве:

- выхода второго будильника Alarm2,
- композиции выходов Alarm1 + Alarm2.

Выход SQW – выход сигнала прямоугольной формы (разработчики имели в виду, что сигнал имеет скважность, равную 2). В зависимости от настроек частота этого сигнала может быть 1 Гц; 4,098 кГц, 8,192 кГц или 32,768 кГц. Выбор между режимами INTB или SQW

Таблица 1. **Карта программно-доступных регистров микросхем DS1341 и DS1342**

Адрес	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0	Функция	Диапазон
00h	0	10 сек			Секунды				Секунды	00…59
01h	0	10 мин			Минуты				Минуты	00…59
02h	0	12/$\overline{24}$	$\overline{AM}$/PM 10 ч	10 ч	Час				Часы	1…12+ $\overline{AM}$/PM 00…23
03h	0	0	0	0	0	День			День	1…7
04h	0	0	10 дат		Дата				Дата	01…31
05h	CENT	0	0	10 мес	Месяц				Месяц/век	01…12+век
06h	10 лет				Год				Год	00…99
07h	A1M1	10 сек			Секунды				Сигнал 1 секунды	00…59
08h	A1M2	10 мин			Минуты				Сигнал 1 минуты	00…59
09h	A1M3	12/$\overline{24}$	$\overline{AM}$/PM 10 час	10 час	Час				Сигнал 1 часы	1…12+ $\overline{AM}$/PM 00…23
0Ah	A1M4	DY/$\overline{DT}$	10 дат		День, дата				Сигнал 1 день, Сигнал 1 дата	1…7 1…31
0Bh	A2M2	10 мин			Минуты				Сигнал 2 минуты	00…59
0Ch	A2M3	12/$\overline{24}$	$\overline{AM}$/PM 10 час	10 час	Часы				Сигнал 2 часы	1…12+ $\overline{AM}$/PM 00…23
0Dh	A2M4	DY/$\overline{DT}$	10 дат		День, дата				Сигнал 2 день, Сигнал 2 дата	1…7 1…31
0Eh	$\overline{EOSC}$	0	EGFIL	RS2	RS1	INTCN	A2IE	A1IE	Контроль	–
0Fh	OSF	DOSF	LOS	CLKSEL2	CLKSEL1	ECLK	A2F	A1F	Контроль/статус	–

осуществляется настройками соответствующих разрядов регистра управления.

Управление работой микросхемы осуществляется путем записи соответствующего пакета данных в программно доступные регистры микросхемы. Карта этих регистров приведена в табл. 1.

Начальный запуск микросхемы заключается в записи текущих значений времени, даты и дня недели в регистры 00h…06h, а также в задании режима работы (и непосредственно запуска) в регистре управления 0Eh.

Запуск будильников Alarm1 и Alarm2 производится следующим образом. Записываются шаблоны момента срабатывания в регистры 07h…0Ah для будильника Alarm1 и 0Bh…0Dh для будильника Alarm2. При этом условия срабатывания определяются значением разрядов A1Mx и A2Mx, соответственно. В регистре управления устанавливаются биты, разрешающие запуск.

Возможны следующие условия срабатывания. Для будильника Alarm1:

- каждую секунду;
- при совпадении значения секунды;
- при совпадении значений минут и секунд;
- при совпадении значений часов, минут и секунд;
- при совпадении значений даты, часов, минут и секунд;
- при совпадении значений дня недели, часов, минут и секунд.

Для будильника Alarm2:

- каждую минуту (в «нулевую» секунду);
- при совпадении значения минуты;
- при совпадении значений часов и минут;
- при совпадении значений даты, часов и минут;
- при совпадении значений дня недели, часов и минут.

Как видим, при всей «экономичности» микросхем они обладают достаточно широкими функциональными возможностями.

Обратим внимание на следующий факт. Большинство микросхем RTC в линейке компании Maxim имеют два источника питания: основной (из категории ВИП) и резервный (батарейный). Пропадание основного питания вызывает переключение с основного напряжения на батарейное питание. Соответственно, возникает потребность, как минимум, в механизме коммутации, функции «капельной» подзарядки батареи и контроле величины основного напряжения. Микросхемы DS1341 и DS1342 имеют один источник питания. Казалось бы, это недостаток. Но следует учесть, что данные микросхемы ориентированы на применение в мобильных устройствах, которые не имеют другого питания, кроме батарейного. Далее, диапазон рабочего напряжения весьма широк: от 1,8 до 5,5 В. Следовательно, единственный источник питания — разумное и естественное решение.

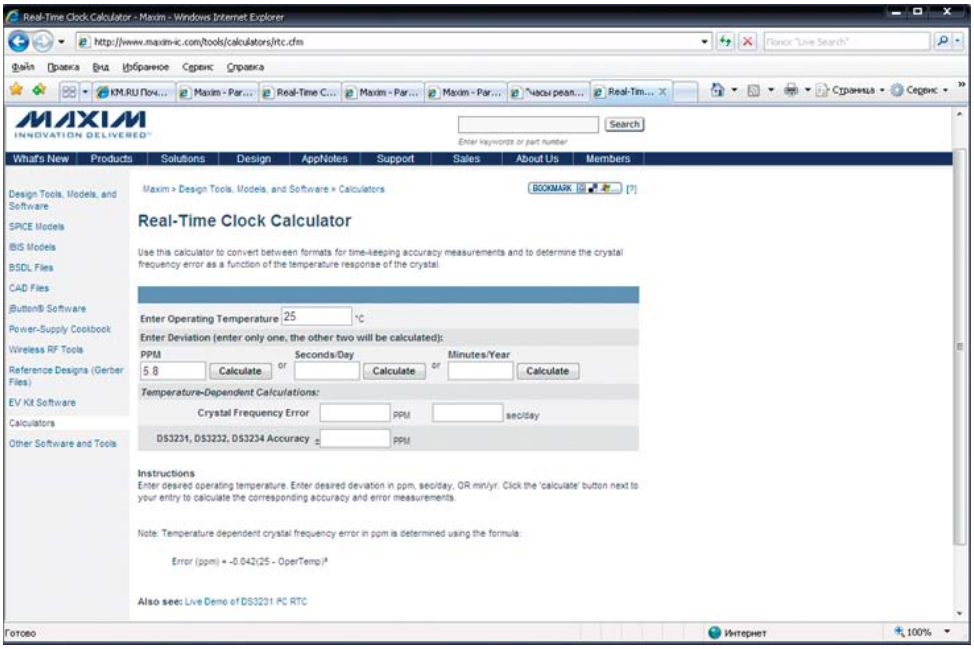


Рис. 2. **Исходное состояние калькулятора**

Очевидно, что данная статья не ставит целью заменить техническую документацию. Конкретные детали: назначение разрядов регистров, протокол интерфейса, электрические характеристики, различия между DS1341 и DS1342 можно найти в документации производителя [1].

Точность часов реального времени

Для конечного устройства, использующего микросхему часов реального времени, определяющим параметром качества является его точность, то есть уход за некоторый интервал времени, например, минуты за год. Факторы, влияющие на точность, можно разделить на конструктивные, электрические и системные.

Конструктивные факторы сводятся, в основном, к требованиям по разводке печатной платы. Главное из них — кварцевый резонатор должен быть размещен как можно ближе к выводам X1 и X2 микросхемы, поскольку это минимизирует шумы на подводящих проводниках. Пример фрагмента разводки и необходимые пояснения приведены в [1].

Электрические факторы: электрическая нагрузка, в частности — внутренний генератор микросхемы часов, имеет определенную входную емкость. Как правило, она нормирована и для схем «часовой» частоты составляет 12,5 пФ. Другие значения: 6, 7, 9 пФ — встреча-

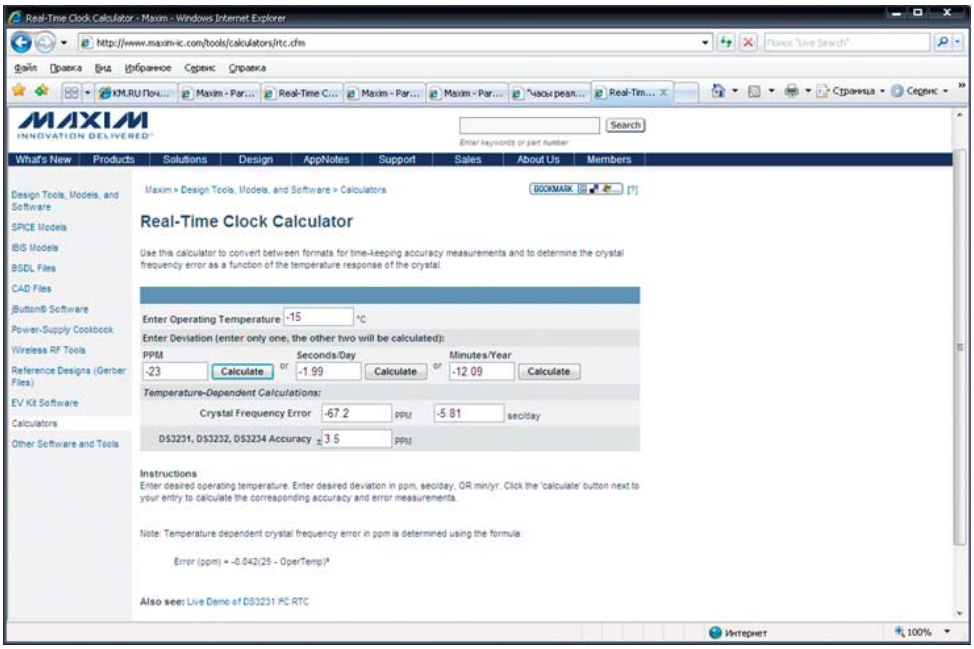


Рис. 3. **Итоговое состояние калькулятора**

ются реже. Кварцевый резонатор также подогнан под конкретное значение емкости нагрузки. Необходимо обращать внимание, чтобы значения входной емкости устройства (для DS1341 – 6 пФ, а для DS1342 – 12,5 пФ) совпадали с емкостью нагрузки кварца.

Основными являются **системные** факторы, которые определяются точностными параметрами кварцевого резонатора, а именно:

- Номинальной частотой Fн. В нашем случае 32,768 кГц.
- Базовой частотой – реальной частотой резонатора Fo, измеренной в заданных условиях эксплуатации. Как правило, определяются только климатические условия – базовая температура окружающей среды To, равная 25 ±2°C.
- Рабочей частотой – частотой резонатора F, измеренной в реальных условиях эксплуатации (климатических, электрических и временных). Климатические: допустимый диапазон изменения рабочей температуры. Электрические – согласование емкостей (см. выше). Временные – фактор старения (см. ниже).
- Точностью настройки частоты – максимально допустимым относительным отклонением базовой частоты резонатора от номинальной частоты. Точность измеряется в миллионных долях от номинальной частоты, обозначаемых как ppm (*part per million*) или $1 \cdot 10^{-6}$. В отдельных редких случаях значение этого параметра приводится в процентах. Типовое значение – 20…30 ppm. Определяется по формуле:

$$\Delta_O = \frac{(F_O - F_H)}{F_H}$$

- Температурной нестабильностью частоты Δт – «добавкой» к Δо при отклонении реальной температуры T от базовой To. Для часовых кварцев этот параметр определяется по формуле:

$$\Delta_T = \beta (T - T_O)^2$$

Типовое значение нестабильности – -0,042. У качественных кварцев – меньше.

- Долговременной нестабильностью частоты (старение) Δа – систематическим изменением базовой частоты с течением времени из-за внутренних изменений в кварцевом резонаторе. Параметр старения задается как относительное изменение базовой частоты за заданный промежуток времени. Это значение выражается в частях миллиона за год (как правило, 3…5 ppm/year). Уход частоты под влиянием старения в максимальной степени сказывается в течение первых 30…60 дней эксплуатации, после чего влияние этого фактора уменьшается.
- Суммарным отклонением частоты Δ – сумма Δо, Δт и Δа.

Типовой расчет:

Качественный кварцевый резонатор KX-327L немецкой компании Geyer Electronic [2].

Параметры: Δо = ±20, β = -0,035, Δа = ±3.

Рабочая температура: T = -15°C (зима). Тогда Δт = $-0{,}035 \cdot [(-15) + (-25)]^2 = -56$.

Суммарное отклонение (берем все со знаком «минус»): Δ = (-20) + (-56) + (-3) =-79 ppm.

К чему это приводит за день: 24ч·60м·60с = 86400 сек. $86400 \cdot (-79) \cdot 10^{-6} = -6{,}8$ секунды за день.

То же самое при температуре 25°C: 86400·(-23)·10-6 =-2,0 секунды за день.

Вывод: для достижения точности при выборе кварца в первую очередь обращать внимание на значение коэффициента β.

Калькулятор расчета температурной ошибки

На сайте компании Maxim (по ссылке ***www.maxim-ic.com/tools/calculators/rtc.cfm***) предложен калькулятор для расчета дополнительной ошибки от влияния рабочей температуры. На рисунке 2 представлен скриншот исходного состояния.

Для получения дополнительной «температурной» ошибки необходимо задать рабочую температуру и реальное значение PPM (лучше с учетом старения и со знаком «минус»). Подставим значения из примера. Нажав левый "Calculate", получим скриншот, представленный на рисунке 3.

Анализируем результат. Суммарная ошибка равна (-1,99) + (-5,81) = -7,8 секунды за день. В нашем расчете было -6,8 секунды за день. В чем причина?

Типовое значение коэффициента β, как отмечалось выше, равно -0,042. Кварцы с меньшим значением этого коэффициента появились на рынке не очень давно. К сожалению, калькулятор не предусматривает изменение этого коэффициента – отсюда и расхождение в результатах.

Тем не менее, автор все же советует выбирать кварцы с меньшим коэффициентом β и считать вручную.

Заключение

В данной статье детально рассматривались исключительно новые микросхемы часов реального времени, предназначенные для мобильных приложений с батарейным питанием. За рамками статьи осталась достаточно широкая номенклатура прецизионных RTC-микросхем, использующих кварцевые приборы с температурной компенсацией, имеющие существенно более высокую точность (до 2 ppm). Они рассматривались в более ранних выпусках журнала [3], [4]. Также в ранних выпусках рассматривались часы реального времени, предназначенные для стационарных изделий [5]. И, наконец, полная линейка RTC-микросхем представлена в выпуске Selector Guide компании Maxim, посвященном часам реального времени [6].

Литература

1. Low-Current I²C RTCs for High-ESR Crystals DS1341/DS1342//документ компании Maxim Integrated Products DS1341-DS1342.pdf.
2. Quartz Crystals KX-327L//документ компании Geyer Electronic Model-KX-327L.pdf.
3. Звонарев Е. Прецизионные часы реального времени Maxim// Новости электроники, №15, 2007.
4. Корсуков В. Часы реального времени компании Dallas Semiconductor. Часть 1//Новости электроники, №8, 2006.
5. Корсуков В. Часы реального времени компании Dallas Semiconductor. Часть 2//Новости электроники, №10, 2006.
6. Real-Time Clocks. Selector Guide. 1st Edition. June 2009// документ компании Maxim Integrated Products Real Time Clocks 1.pdf.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КОМПАНИИ YAGEO

Один из ведущих мировых производителей резисторов и конденсаторов в чип-корпусах является тайваньская компания ***Yageo.*** *Продукция Yageo удовлетворяет самым жестким требованиям производителей современной электроники. Среди продукции компании –* ***чип-конденсаторы*** *(в том числе – с низким эквивалентным сопротивлением),* ***чип-резисторы, чип-варисторы*** *и* **чип-индуктивности.**

Датой возникновения бренда Yageo считается 1997 год. Однако компания начала свою деятельность еще в 1994 году с производства прецизионных резисторов для компьютерной техники. В этом же году фирма объединилась с **ASJ** (производителем резисторов из Сингапура). В 1996 году в состав компании вливается немецкий производитель резисторов **Vitrohm.** В 1996-97 годах произошло объединение с компаниями **Teapo** (производитель электролитических конденсаторов) и Chilisin (производитель индуктивных компонентов). После этих слияний и появилось название торговой марки Yageo. В 1999 году к Yageo присоединяется американский дистрибьютор пассивных компонентов **Steller.** В 2000 году в состав компании вошли два подразделения пассивных компонентов из Philips Electronics NV – **Phycomp** и **Ferroxcube.**

Сейчас Yageo выпускает около 60% всех пассивных компонентов, производимых на Тайване. По объему выпуска многослойных керамических чип-конденсаторов (MLCC) Yageo занимает третье место в мире. Компания производит около трети всех производимых в мире резисторов и не останавливается на достигнутом. Потребителями продукции Yageo являются известные мировые производители электроники, среди которых Siemens, Motorola, Samsung, LG, Hewlett Packard (HP), DELL, Acer, Apple, Cisco Systems, Sony Ericsson и многие другие.

Керамические чип-конденсаторы Yageo

Трудно найти современное электронное устройство без керамических чип-конденсаторов. Они используются в схемах, где необходимы хорошие частотные характеристики, небольшие размеры, малые потери, низкие токи утечки и долговременная стабильность параметров. Развитие технологий позволило реализовать керамические чип-конденсаторы с емкостью 100 мкФ и более, что позволяет заменить ими электролитические или танталовые конденсаторы, уменьшить размеры компонентов, улучшить стабильность параметров и увеличить срок службы прибора. Тип диэлектрика чип-конденсатора характеризует точность и стабильность его параметров. Наиболее распространенные типы диэлектриков – NP0, X7R, X5R, Y5V. Зависимости, иллюстрирующие изменение емкости от температуры для трех типов диэлектрика NP0, X7R и Y5V приведены на рисунке 1.

Из графиков на рисунке 1 хорошо видно, что наилучшей стабильностью параметров обладают чип-конденсаторы с диэлектриком NP0 (емкость практически не изменяется в диапазоне температур от -55 до 125°C). Максимальные изменения емкости характерны для конденсаторов с диэлектриком Y5V. В диапазоне температур от -40 до 85°C изменение емкости достигает 80%. Такие конденсаторы могут иметь высокие значения емкости, но низкую стабильность параметров. Диэлектрик X7R обеспечивает промежуточную стабильность емкости между NP0 и X7R (изменение емкости в диапазоне температур от -55 до 125°C составляет около 10%). Все конденсаторы с рассмотренными наиболее популярными типами диэлектриков получили широкое распространение. Они отличаются ценой и габаритными размерами для одинаковых значений емкости и номинального напряжения. Основные параметры наиболее распространенных серий чип-конденсаторов Yageo сведены в таблицу 1.

Из таблицы 1 видно, что конденсаторы с диэлектриком NP0 (C0G) имеют максимальное значение емкости 33 нФ. Емкость конденсаторов с диэлектриком X7R и Y5V достигает 22 и 47 мкФ соответственно. Серия с диэлектриком X5R содержит в своем составе номинал емкости 100 мкФ. Конденсаторы с диэлектриком NP0 применяются в прецизионных схемах, так как в рабочем диапазоне емкость практически не зависит от температуры. Диэлектрик X7R обладает предсказуемыми температурными, частотными и временными параметрами.

Для одинакового подавления пульсаций с частотой 1 МГц танталовым конденсатором 10 мкФ и керамическим конденсатором, емкость керамического можно уменьшить в 5...10 раз и использовать номиналы 1,0...2,2 мкФ.

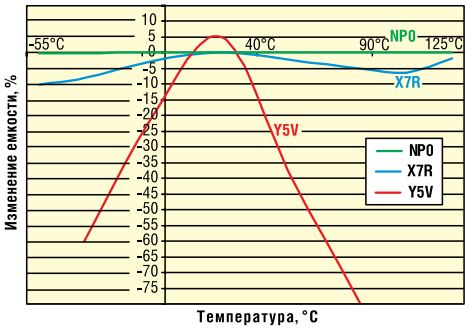


Рис. 1. **Зависимость емкости чип-конденсаторов от температуры для разных диэлектриков**

Таблица 1. **Основные параметры чип-конденсаторов YAGEO**

Наименование	Свойства	Диапазон емкостей	Диапазон напряжений, В	Размеры*
NP0	Общего применения	0,22 пФ…33 нФ	16…25	0201, 0402, 0603, 0805, 1206, 1210
	Общего применения	0,22 пФ…390 пФ	50	0201, 0402, 0603, 0805, 1206, 1210, 1812
	Среднего напряжения	10 пФ…22 нФ	100…630	0603, 0805, 1206, 1210, 1808, 1812
	Высоковольтные	10 пФ…2,7 нФ	1000, 2000, 3000, 4000	1206, 1210, 1808, 1812
	Микроволновые (microwave)	0,47 пФ…120 пФ	50	0603, 0805, 1206
	Высокочастотные	0,22 пФ…10 пФ	50	0402, 0603
X7R	Общего применения и с высокой емкостью	100 пФ…22 мкФ	6,3…50	0201, 0402, 0603, 0805, 1206, 1210, 1812
	Среднего напряжения	100 пФ…470 нФ	100…630	0603, 0805, 1206, 1210, 1808, 1812
	Высоковольтные	100 пФ…33 нФ	1000…3000	1206, 1210, 1808, 1812
	С низкой индуктивностью	10 нФ…220 нФ	10…50	0306, 0508, 0612
X5R	Общего применения и с высокой емкостью	10 нФ…100 мкФ	6,3…50	0201, 0402, 0603, 0805, 1206, 1210, 1812
Y5V	Общего применения и с высокой емкостью	10 нФ…47 мкФ	6,3…50	0201, 0402, 0603, 0805, 1206, 1210

* — расшифровку размеров смотрите в таблице 2.

Диэлектрик Y5V (Z5V) обладает высокой диэлектрической постоянной, но имеет низкую стабильность параметров в рабочем диапазоне температур, поэтому такие конденсаторы используются в схемах общего применения (чаще всего в качестве фильтрующих или разделительных конденсаторов).

Названия разных типов диэлектриков определяются стандартами. Например, стандарты EIA 198-1;-2;-3 подразделяют названия диэлектриков по температурным характеристикам на два класса. Чип-конденсаторы, относящиеся к первому классу, обладают более высокими параметрами точности, измеряемой в ppm (одна миллионная часть). Стабильность параметров конденсаторов второго класса измеряется в процентах от номинального значения емкости. Это поясняет рисунок 2 с расшифровкой типов диэлектриков чип-конденсаторов.

Из рисунка 2 становится понятным, откуда появились наименования распространенных диэлектриков, приведенные в таблице 1:

X7R — диапазон рабочих температур -55…125°C, допустимое отклонение емкости 15% при 25°C;

X5R — диапазон рабочих температур -55…85°C, допустимое отклонение емкости 15% при 25°C;

Y5V — диапазон рабочих температур -30…85°C, допустимое отклонение емкости +22/-82% при 25°C.

Компания Yageo кроме обычных чип-конденсаторов выпускает конденсаторы с низким эквивалентным сопротивлением (Low ESR). Конденсаторы с низким ESR выпускаются в чип-корпусах с «обратными» размерами 0306, 0508, 0612. Это поясняет таблица 2, где приведены соответствия между дюймовыми и метрическими размерами для стандартных и Low ESR чип-конденсаторов.

Обратите внимание, что конденсаторы Low ESR имеют другое расположение выводов. Именно такая конструкция позволяет уменьшить эквивалентное последовательное сопротивление.

Для схем, в которых конденсаторы работают на высоких частотах необходимо учитывать частотную зависимость изменения емкости и ESR. На рисунке 3 приведены для сравнения типовые частотные зависимости емкости и ESR для керамических (MLCC) и тан-

Температурные характеристики керамических чип-конденсаторов 1-го класса по стандартам EIA 198-1; -2; -3

Зависимости параметров от температуры для диэлектриков **NPO** и **COG** близки

C 0 G

Точность в ppm/°C

G = 30	J = 120	L = 500	N = 2500
H = 60	K = 250	M =1000	

Множитель для умножения на (Точность в ppm/°C)

0 = – 1	2 = – 100	5 = + 1	7 = + 100
1 = – 10	3 = – 1000	6 = + 10	8 = + 1000

Температурный коэффициент

C = 0,0	M = 1,0	P = 1,5	R = 2,2	S = 3,3	T = 4,7	U = 7,5

Температурные характеристики керамических чип-конденсаторов 2-го класса по стандартам EIA 198-1; -2; -3

X 7 R

Максимальное изменение емкости в % при 25°C

A = 1,0	D = 3,3	P = 10,0	T = + 22/– 33
B = 1,5	E = 4,7	R = 15,0	U = + 22/– 56
C = 2,2	F = 7,5	S = 22,0	V = + 22/– 82

Максимальная рабочая температура

4 = + 65 °C	6 = + 105 °C	8 = + 150 °C
5 = + 85 °C	7 = + 125 °C	

Минимальная рабочая температура

X = – 55 °C	Y = – 30 °C	Z = + 10 °C

Рис. 2. **Расшифровка типов диэлектриков чип-конденсаторов**

Таблица 2. **Метрические и дюймовые размеры чип-конденсаторов YAGEO**

Размеры корпуса		Размеры, мм				
дюймовые	метрические	L1	W	L2; L3 (min)	L2; L3 (max)	L4 (min)
Чип-конденсаторы серий со стандартными размерами						
0201	0603M	0,6	0,3	0,1	0,2	0,2
0402	1005M	1,0	0,5	0,2	0,3	0,4
0603	1608M	1,6	0,8	0,2	0,6	0,4
0805	2012M	2,0	1,25	0,25	0,75	0,55
1206	3216M	3,2	1,6	0,25	0,75	1,4
1210	3225M	3,2	2,5	0,25	0,75	1,4
1808	4520M	4,5	2,0	0,25	0,75	2,2
1812	4532M	4,5	3,2	0,25	0,75	2,2
Чип-конденсаторы Low ESR (с низким эквивалентным последовательным сопротивлением)						
0306	0816M	0,8	1,6	0,1	0,3	0,2
0508	1220M	1,25	2,0	0,13	0,46	0,38
0612	1632M	1,6	3,2	0,13	0,46	0,5

Таблица 3. **Основные параметры некоторых серий чип-резисторов Yageo**

Серия	Наименование	Размер	Рмакс, Вт.	Vмакс, В.	Диапазон t°, °C	Диапазон R	Точность, %	ТКС**
RC	RC0100xR-07xxxxL	1005	1/32	15	-55…125	10 Ом…1 МОм	±5	±250 ppm/°C (10 Ом…1 МОм)
	RC0201xR-07xxxxL	0201	1/20	25		10 Ом…10 МОм	±1; ±5	-100/+350 ppm/°C (1 Ом…10 Ом) ±200 ppm/°C (10 Ом…10 МОм)
	RC0402xR-07xxxxL	0402	1/16	50	-55…155	1 Ом…22 МОм	±0,5; ±1; ±5	±200 ppm/°C (1 Ом…10 Ом) ±200 ppm/°C (10 МОм…22 МОм) ±100 ppm/°C (10 Ом…10 МОм)
	RC0603xR-07xxxxL	0603	1/10			1 Ом…22 МОм		
	RC0805xR-07xxxxL	0805	1/8	150		1 Ом…22 МОм		
	RC1206xR-07xxxxL	1206	1/4	200		1 Ом…22 МОм		
	RC1210xR-07xxxxL	1210	1/2			1 Ом…22 МОм		
	RC1218xK-07xxxxL	1218	1			1 Ом…1 МОм		
	RC2010xK-07xxxxL	2010	3/4			1 Ом…22 МОм		
	RC2512xK-07xxxxL	2512	1			1 Ом…22 МОм		
	RC0805xR-7WxxxxL*	0805	1/4	150		1 Ом…100 Ом	±1; ±5	±200 ppm/°C
	RC1206xR-7WxxxxL*	1206	1/2	200		1 Ом…100 Ом		
	RC2512xK-7WxxxxL*	2512	2			1 Ом…150 Ом		
RT	RT0402xRx07xxxxL	0402	1/16	50	-55…125	10 Ом…121 Ом	±0,05; ±0,1; ±0,25; ±0,5; ±1	±10; ±15; ±25; ±50 ppm/°C
	RT0603xRx07xxxxL	0603	1/10	75		5,1 Ом…681 кОм		
	RT0805xRx07xxxxL	0805	1/8	150		5,1 Ом…1,5 МОм		
	RT1206xRx07xxxxL	1206	1/8	200		5,1 Ом…1,5 МОм		
	RT1210xRx07xxxxL	1210	1/4			5,1 Ом…1 МОм		
	RT2010xKx07xxxxL	2010	1/2			10 Ом…1 МОм		
	RT2512xKx07xxxxL	2512	3/4			10 Ом…1 МОм		
RV	RV0805JR-07xxxxL	0805	1/8	400	-55…155	100 кОм…10 МОм	±1; ±5	±200 ppm/°C (100 кОм…10 МОм)
	RV1206JR-07xxxxL	1206	1/4	500		100 кОм…27 МОм	±5	±200 ppm/°C (100 кОм…27 МОм)
	RV1206FR-07xxxxL					100 кОм…10 МОм	±1	
	RV2512JK-07xxxxL	2512	1			4,7 МОм…16 МОм	±5	±200 ppm/°C (4,7 МОм…16 МОм)

*RC0805xR-7WxxxxL — красным цветом выделены новые серии чип-резисторов.
**ТКС — температурный коэффициент сопротивления для диапазона, указанного в скобках.

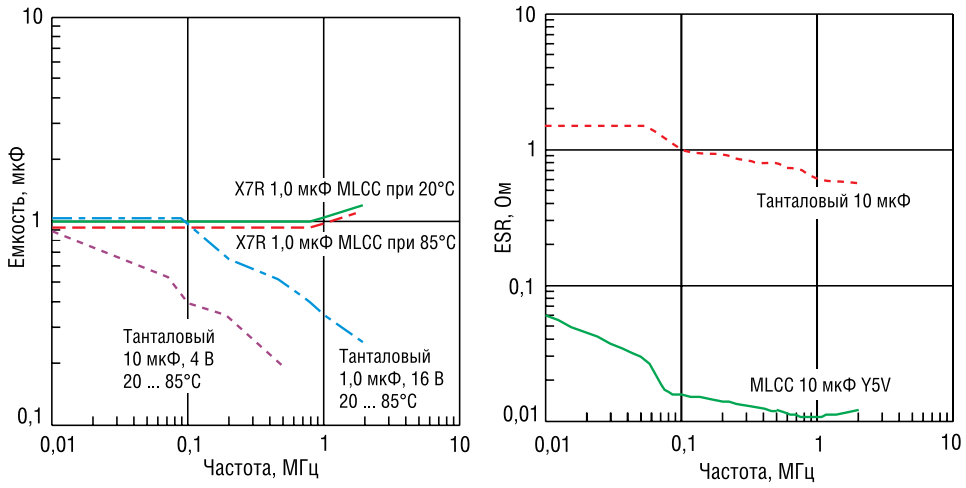


Рис. 3. **Зависимости изменения емкости и ESR для керамических и танталовых конденсаторов**

Пример наименования чип-конденсатора YAGEO: CC0201KRX7R8BB102

YAGEO **CC** **0201** **K** **R** **X7R** **8** **B** **B** **102**

Код серии

CA = сборка из 4-х чип-конденсаторов
CB = сборка из 2-х чип-конденсаторов
CC = многослойный чип-конденсатор
CL = чип-конденсатор с низкой индуктивностью (low L)
CM = СВЧ (micro-wave) чип-конденсатор
CH = высокочастотный (High frequency) чип-конденсатор

Размер

0201
0402
0603
0805
1206
1210
1808
1812
0306
0405
0508
0612

Точность номинала

B = ±0.1 пФ
C = ±0.25 пФ
D = ±0.5 пФ
F = ±1%
G = ±2%
J = ±5%
K = ±10%
M = ±20%
Z = -20% ... +80%

Упаковка

R = картонная катушка диаметром 7 дюймов
P = картонная катушка диаметром 13 дюймов
K = пластиковая катушка диаметром 7 дюймов
F = пластиковая катушка диаметром 13 дюймов

Материал диэлектрика

NP0
X5R
X7R
Y5V

Номинальное напряжение

4 = 4 В
5 = 6.3 В
6 = 10 В
7 = 16 В
8 = 25 В
9 = 50 В
0 = 100 В
A = 200 В
Y = 250 В
B = 500 В
Z = 630 В
C = 1 кВ
D = 2 кВ
S = 2.5 кВ
E = 3 кВ
H = 4 кВ

Материал выводов

B = Ni (никель)

Код процесса

N = NP0
B = продукция класса 2

Код номинала конденсатора

102 (код) = 1000 пФ (номинал)
103 (код) = 10 000 пФ = 10 нФ
105 (код) = 1000 000 пФ = = 1000 нФ = 1 мкФ

(третья цифра кода после мантиссы указывает количество нулей в номинальном значении чип-конденсатора; в качестве разделительной точки используется буква R)

Рис. 4. **Система обозначений керамических чип-конденсаторов YAGEO**

таловых чип-конденсаторов при разных температурах. У керамических конденсаторов емкость практически не изменяется. У танталовых конденсаторов уменьшение емкости начинается уже при частотах около 100 кГц. Еще более контрастное сравнение наблюдается у зависимостей ESR для танталовых и аналогичных по емкости керамических конденсаторов (см. графики в правой части рисунка 3). На высоких частотах эквивалентное последовательное сопротивление керамических конденсаторов в десятки раз меньше, что дает им неоспоримое преимущество по сравнению с танталовыми конденсаторами.

В некоторых схемах керамические чип-конденсаторы могут с успехом заменить танталовые и электролитические. Однако значительно лучшие частотные свойства и допустимость значительно больших пульсаций керамических конденсаторов делают замену с полным совпадением номиналов емкости и рабочего напряжения неоправданной. Например, для одинакового подавления пульсаций с частотой 1 МГц танталовым конденсатором 10 мкФ и керамическим конденсатором, емкость керамического можно уменьшить в 5…10 раз и использовать номиналы 1,0…2,2 мкФ. При этом экономится место на печатной плате и увеличивается ресурс работы схемы. Низкий уровень ESR позволяет, несмотря на существенно меньшие размеры, значительно сильнее нагружать керамические конденсаторы, несмотря на их существенно меньшие размеры, что исключает перегрев при более высоких напряжениях перегрузки. Это особенно важно для сглаживающих конденсаторов в импульсных источниках питания, так как при запуске и выключении могут появляться импульсы со значительным превышением номинальных значений. Высокие значения емкости чип-конденсаторов достигаются для диэлектриков X5R и Y5V, которые не отличаются очень высокой стабильностью параметров, но для сглаживающих и разделительных конденсаторов это не критично.

Система обозначений керамических чип-конденсаторов YAGEO приведена на рисунке 4.

Керамические чип-резисторы YAGEO

Сейчас трудно найти электронную схему без резисторов для поверхностного монтажа. Компания Yageo выпускает широкую номенклатуру керамических чип-резисторов для самых различных применений. Резисторы выпускаются в распространенных типоразмерах корпусов и удовлетворяют жестким требованиям современной электронной аппаратуры. Основные параметры некоторых наиболее популярных серий чип-резисторов Yageo сведены в таблицу 3.

Чип-резисторы Yageo предназначены для работы в диапазонах температур -55°C…125°C или -55°C…155°C и выпускаются в корпусах с размерами от 1005 с максимальной мощностью 1/32 Вт до размера 2512 с мощностью до 2 Вт. Серия RC предназначена для широкого применения. Серия RT отличается высокой точностью номиналов и повышенной стабильностью параметров. Допустимые напряжения для серий RC и RT в корпусах с размерами

Таблица 4. **Размеры тонкопленочных чип-резисторов серии**

Тип	L, мм	W, мм	H, мм	I1, мм	I2, мм
RC0100	0,4	0,2	0,13	0,1	0,1
RC0201	0,6	0,3	0,23	0,1	0,15
RC0402	1,0	0,5	0,32	0,2	0,25
RC0603	1,6	0,8	0,45	0,25	0,25
RC0805	2,0	1,25	0,5	0,35	0,35
RC1206	3,1	1,6	0,55	0,45	0,4
RC1210	3,1	2,6	0,5	0,45	0,5
RC1218	3,1	4,6	0,55	0,45	0,4
RC2010	5,0	2,5	0,55	0,55	0,5
RC2512	6,35	3,1	0,55	0,6	0,5

Таблица 5. **Чип-индуктивности для поверхностного монтажа Yageo**

Серия	Z (импеданс), Ом	Номинальный ток, А	Тестовые частоты, МГц	DCR*, Ом	Размеры
YSB	6…2700	0,05…0,6	30…100	0,05…2	1005, 1608, 2012, 3216, 3225, 4516, 4532
YPB	10…1500	0,8…6	50…100	0,01…0,25	
YNB	6…2700	0,05…0,8	100	0,05…1,0	1005, 1608, 2012, 3216

*DCR – Direct Current Resistance – сопротивление дросселя при постоянном токе.

от 1206 составляет 200 В. Серия RV характеризуется наличием высокоомных резисторов до 27 МОм и высокими значениями допустимых напряжений до 500 В (резисторы в корпусе 0805 допускают максимальное напряжение до 400 В). Размеры стандартных корпусов серии чип-резисторов RC приведены в таблице 4.

Система обозначений чип-резисторов Yageo приведена на рисунке 5. Конечно, далеко не любая комбинация букв и цифр в системе обозначений резисторов и конденсаторов сформирует правильное наименование (*partnumber*). Корректность наименования можно проверить на сайте производителя ***www.yageo.com.***

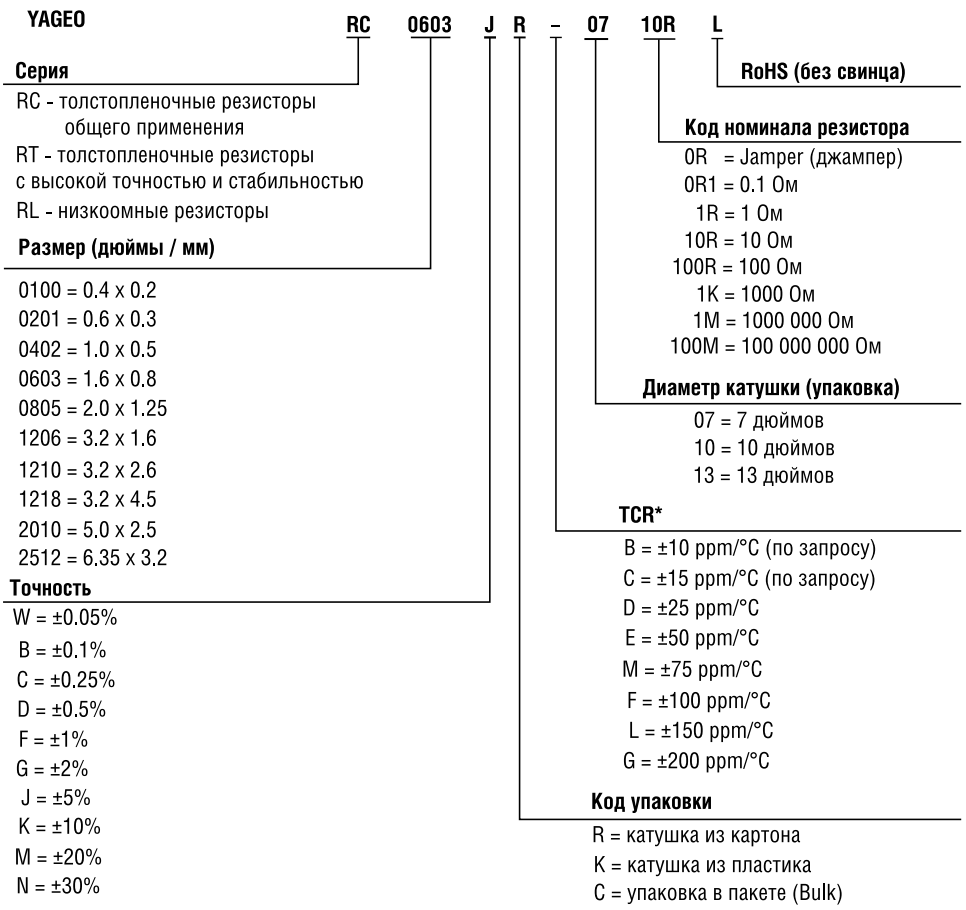


Рис. 5. **Система обозначений чип-резисторов YAGEO**

Электролитические конденсаторы Yageo

Компания Yageo выпускает электролитические конденсаторы с радиальными выводами, с жесткими выводами Snap-In для механической фиксации на печатной плате, а также электролитические конденсаторы для поверхностного монтажа. Серии и основные параметры этих конденсаторов показаны на рисунке 6.

Конденсаторы с радиальными выводами подразделяются на серии общего применения, с миниатюрными размерами, с низким эквивалентным последовательным сопротивлением (ESR) и специализированные конденсаторы (с низким током утечки, неполярные и с большим сроком службы до 10 тысяч часов при температуре 105°C). При выборе электролитических конденсаторов нужно учитывать, что их емкость и ESR сильно зависят от окружающей температуры. На рисунке 7 показаны типовые частотные зависимости импеданса (Z) для температур -40, 20 и 85°C. Импеданс для всего рабочего диапазона температур может отличаться в десятки раз, поэтому при расчете схемы нужно ориентироваться на параметры электролитических конденсаторов при минимальном значении рабочей температуры.

Окончание гарантированного срока эксплуатации электролитического конденсатора не означает его катастрофический отказ, а только снижение емкости ниже допустимого значения, указанного в технической документации (обычно допустимое отклонение составляет 20%). Снижением рабочей температуры корпуса электролитического конденсатора можно существенно увеличить его время жизни. Срок службы возрастает в два раза при снижении температуры корпуса на каждые 10°C, но это правило действует только до температуры около

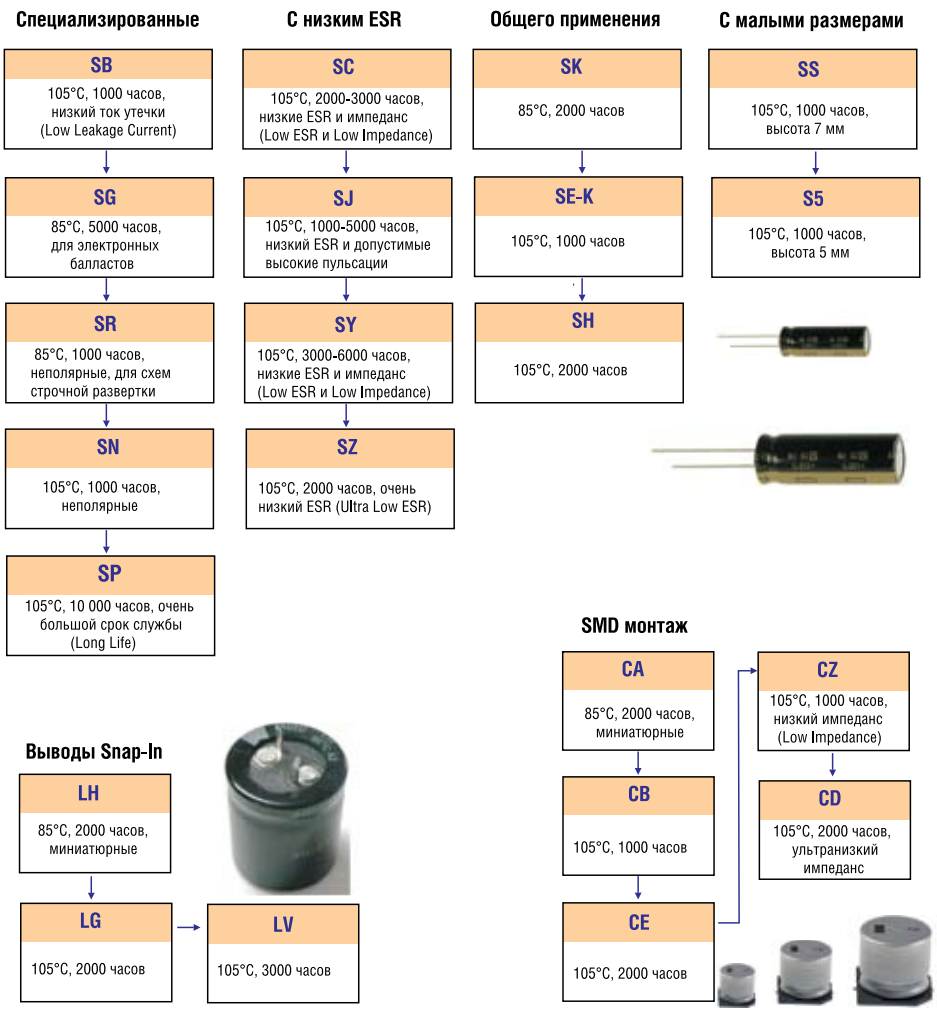


Рис. 6. **Электролитические конденсаторы Yageo**

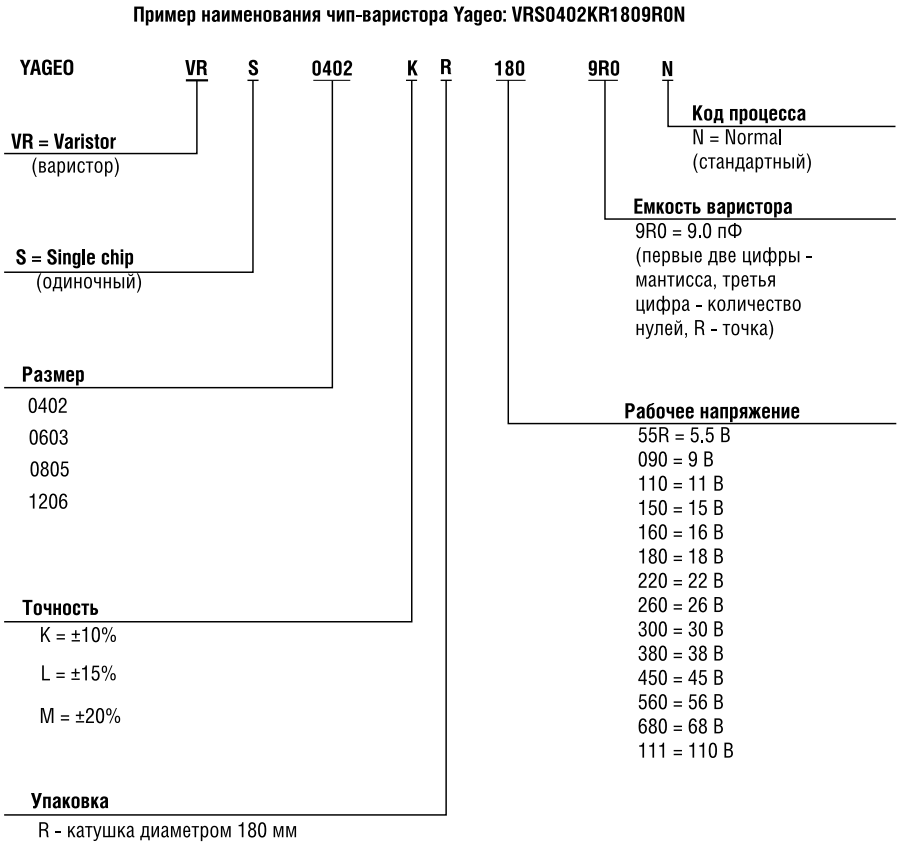


Рис. 9. **Система обозначений чип-варисторов Yageo**

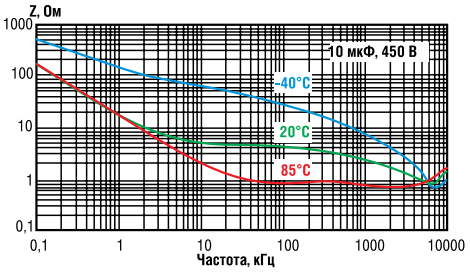


Рис. 7. **Типовые частотные зависимости импеданса электролитического конденсатора для разных температур**

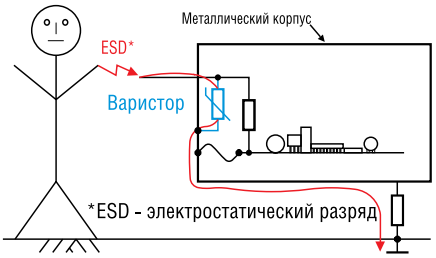


Рис. 8. **Защита входа прибора от электростатического разряда с помощью варистора**

40°C. Ниже этого значения увеличение срока службы не приводит к существенным результатам.

Из всего этого следует, что для увеличения срока службы необходимо выбирать конденсаторы с высокой максимально допустимой рабочей температурой (105°C и более). Если рабочая температура корпуса будет не более 85°C, то ожидаемое время жизни конденсатора будет в четыре раза больше. Например, если взять электролитический конденсатор с гарантированным временем эксплуатации 1000 часов при 105°C и использовать его при рабочей температуре не более 85°C и учесть, что снижение температуры на каждые 10°C увеличивает срок жизни вдвое, то по теории получим четырехкратный рост времени эксплуатации до 4000 часов. Следует учитывать, что это правило эмпирическое, поэтому относиться к таким расчетам следует с большим вниманием, так как время жизни зависит еще и от величины тока пульсаций.

Чип-индуктивности Yageo

Yageo выпускает достаточно широкую номенклатуру чип-индуктивностей. В таблице 5 приведены параметры лишь малой части чип-индуктивностей этой компании (только наиболее популярных).

Старые наименования приведенных в таблице серий не имеют первой буквы Y (первая буква названия фирмы Yageo). В новых наименованиях эта буква присутствует, чем подчеркивается принадлежность серии компании Yageo. Максимальный ток чип-индуктивностей Yageo достигает 6 А. Для более высо-

ких значений тока выпускаются индуктивности для поверхностного монтажа в SMT-корпусах.

Чип-варисторы Yageo

Для защиты схем от электростатического разряда компания Yageo выпускает чип-варисторы в корпусах 0402, 0603, 0805 и 1206. Варистор — это полупроводниковый резистор с резко выраженной нелинейностью вольт-амперной характеристики. Сопротивление варистора зависит от приложенного к нему напряжения. Варистор включается параллельно защищаемой нагрузке или входу прибора. При возникновении импульсной помехи варистор резко уменьшает свое сопротивление из-за нелинейности своей характеристики и шунтирует нагрузку. Энергия помехи рассеивается на варисторе, что обеспечивает «срезание» импульсов опасного напряжения и протекание тока помехи через металлический корпус прибора и защитное заземление. Это проиллюстрировано на рисунке 8.

Система кодирования чип-варисторов Yageo показана на рисунке 9.

Сайт catalog.compel.ru — эффективный инструмент для поиска электронных компонентов

Для быстрого поиска электронных компонентов по заданным параметрам лучше всего воспользоваться сайтом ***catalog.compel.ru.*** На сайте представлено большинство электронных компонентов, поставляемых компанией КОМПЭЛ. Для параметрического поиска сначала нужно выбрать тип компонента. Например, для керамических чип-конденсаторов необходим следующий путь поиска: Пассивные компоненты → Конденсаторы → Керамические. В этом случае на сайте появится окно (рисунок 10) с возможностью задания нужных параметров.

Рекомендуется использовать программу для просмотра сайтов (браузер) «Google Chrome». Работа в этом браузере ускоряет поиск в несколько раз. Для поиска чип-конденсатора емкостью 0,01 мкФ с диэлектриком X7R нужно задать конкретный номинал конденсатора 0,01 мкФ, выбрать тип диэлектрика X7R. Если выбрать конкретный бренд Yageo, то получим результаты, показанные на рисунке 11.

Нажатие на наименование подходящей по параметрам позиции открывает новое окно, где будет показано наличие на складе и цены компонента в зависимости от количества. Большинство керамических конденсаторов заведено в базу данных как CERCAP… Вместо многоточия указывается номинал емкости, допустимое рабочее напряжение, размеры корпуса, тип диэлектрика. Первая буква в типе диэлектрика кодирует точность номинала конденсатора. Например, буква «К» соответствует точности ±10%.

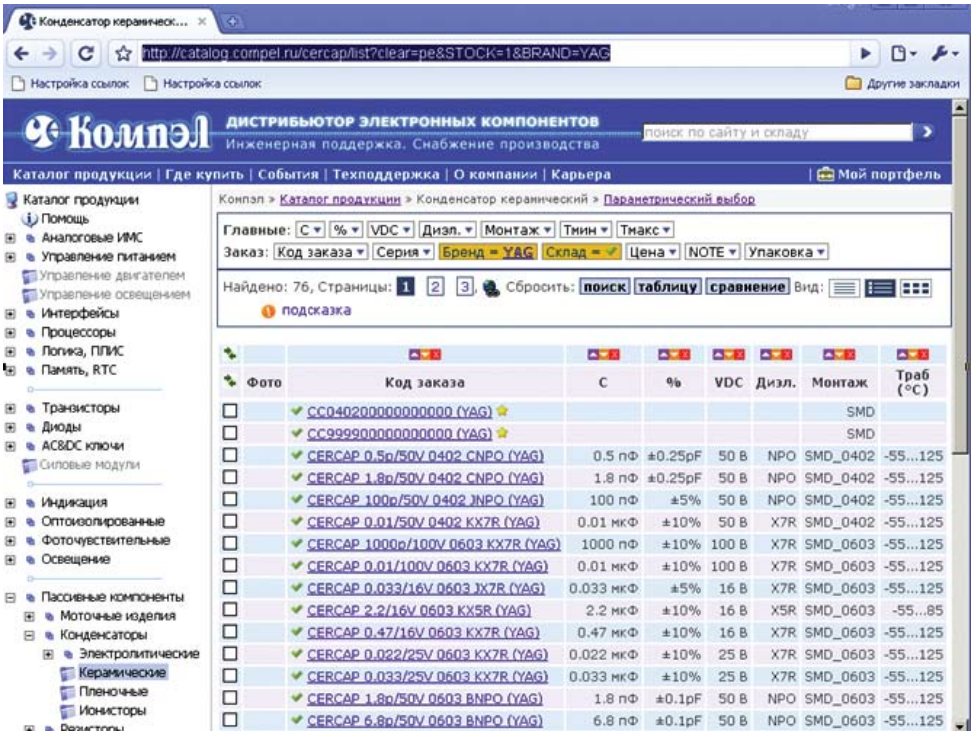


Рис. 10. **Окно для поиска керамических конденсаторов с возможностью задания конкретных параметров**

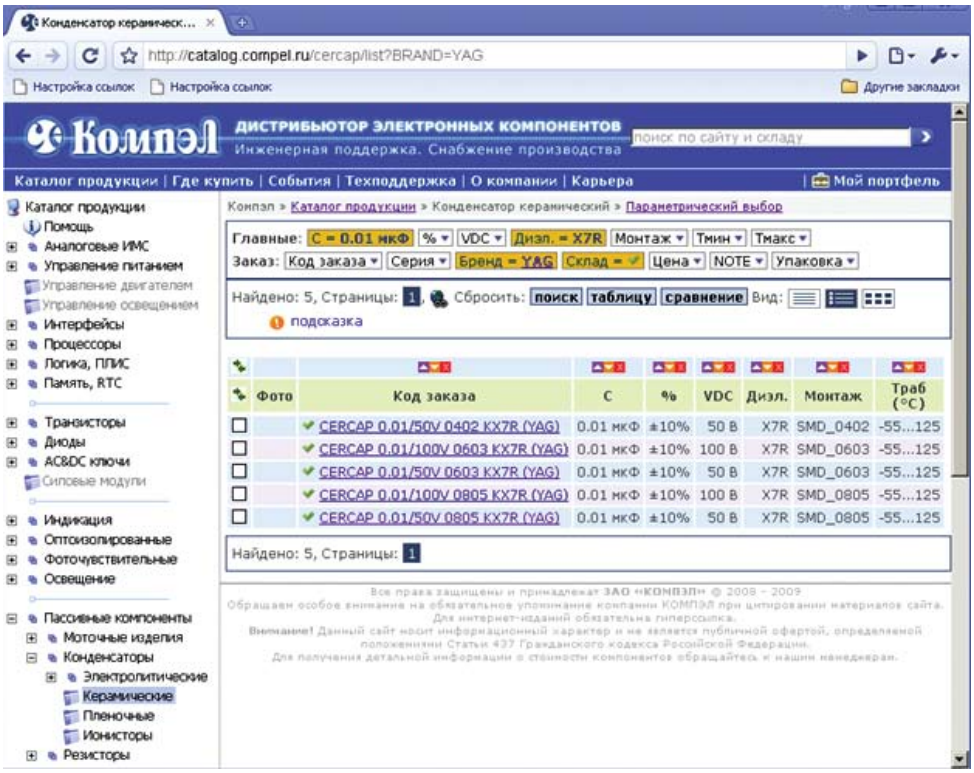


Рис. 11. **Результаты поиска керамического чип-конденсатора 0,01 мкФ с диэлектриком X7R**

Аналогичным образом можно найти резисторы и индуктивные компоненты. Большинство чип-резисторов внесено в базу данных как RES… Вместо многоточия указывается размер корпуса, номинал резистора и его точность. При нажатии на конкретную позиции резистора можно посмотреть наименование от производителя (*Partnumber*) на новой открывшейся Интернет-странице.

Вопросы по продукции и поиску можно задать, написав письмо по адресу ***help@compel.ru.***

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: analog.vesti@compel.ru*

Сергей Кривандин, Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

ЭКОНОМИЧНЫЕ СЕТЕВЫЕ АДАПТЕРЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

*Компания **Mean Well** производит **сетевые адаптеры питания** с 1998 года. Новые образцы этой продукции соответствуют всем последним регулирующим актам международных организаций в области **энергосбережения** и могут применяться в таких областях, как системы безопасности, телекоммуникационное и торговое оборудование, портативная вычислительная техника.*

Энергии в мире потребляется все больше, а добыча энергоресурсов и генерация электроэнергии становятся все дороже. Задача эффективного использования энергии стоит прежде всего в странах с развитой или бурно развивающейся экономикой: в США, Китае, Южной Корее, Индии и странах Европы. Во время спада экономики 2008-2009 г.г. задача энергосбережения стала еще более актуальной. Регулирующие агентства перечисленных стран весьма активны в проведении исследований и выработке рекомендаций и стандартов: EuP (Energy Using Product) в Европе, EISA (Energy Independence and Security Act) в США, KEMCO в Южной Корее, MEPS (Minimum Energy Performance Standards) в Австралии и Новой Зеландии.

Содержащиеся в регламентах и стандартах ограничения и рекомендации имеют единую идеологическую основу и могут отличаться в деталях, учитывающих специфику энергопотребления и законодательное регулирование каждой страны-участницы. В частности, в директиве EuP речь идет о повышении КПД и снижении энергопотребления в таких устройствах и систем, как:

- освещение зданий,
- сет-топ-боксы,
- внешние источники питания,
- бытовые стиральные и посудомоечные машины,
- бытовые и промышленные холодильники и морозильники,
- электродвигатели, водяные насосы, вентиляторы,
- водонагреватели,
- телевизоры,
- кондиционеры,
- бойлеры,
- пылесосы и т.д.

В регламенте EuP разработаны принципы энергосбережения, технические ограничения, установлены сроки внедрения требований к новому оборудованию.

Часть новых моделей **сетевых адаптеров Mean Well** соответствует новому классу стандарта **Energy Star V:** их собственное энергопотребление на холостом ходу – менее 0,3 Вт, а КПД некоторых моделей достигает 92,5%.

Обратим внимание, что внедрение энергосберегающих внешних источников питания является одной из приоритетных задач: новые сетевые адаптеры питания в Европе должны соответствовать требованиям EuP с 24 апреля 2010 г. Регламент EuP относится к сетевым адаптерам питания мощностью до 250 Вт с одним выходом. Внешние источники питания для медицинской техники под требования EuP не подпадают.

В этой работе первыми были США: Агентство по защите окружающей среды в 2005 г. разработало специальную программу под названием Energy Star. В 2007 г. ее требования были распространены на внешние источники питания. Внедрение экономичных внешних источников питания очень важно: это сетевые адаптеры питания для таких распространенных устройств, как ноутбуки, жидкокристаллические дисплеи, мобильные телефоны и т.д. В соответствии с программой Energy Star повышение КПД сетевых адаптеров позволило бы экономить 32 млрд. кВт·ч ежегодно, что эквивалентно суммарной мощности семи крупных электростанций.

В России, в свою очередь, была принята долгосрочная федеральная целевая программа «Энергетическая стратегия России» на период до 2020 г., а 18 ноября 2009 на заседании Совета Федерации одобрен Федеральный закон «Об

Таблица 1. **Требования к параметрам внешних источников питания AC/AC и AC/DC в рабочем режиме**

Регион (Организация)	Этап внедрения	Дата внедрения	Энергопотребление без нагрузки, Вт	Минимальный КПД	
				Мощность Pno от 1 до 51 Вт	Мощность Pno от 51 до 250 Вт
Европа (EuP)	Шаг 1 (IV)	26 апреля 2010	0,5 (для Pno от 0 до 250 Вт)	0,09ln(Pno) + 0,49	0,85
	Шаг 2 (IV)	26 апреля 2011	0,3 (для Pno до 51 Вт)	0,0063ln(Pno) + 0,622	0,87
			0,5 (для Pno от 51 до 250 Вт)	0,0075ln(Pno) + 0,561 (Uвых<6 В)	0,86
США (EISA)	Energy Star IV	1 июля 2008	0,5 (для Pno от 0 до 250 Вт)	0,09ln(Pno) + 0,49	0,85

Таблица 2. **Экономичные сетевые адаптеры Mean Well**

Серия	Внешний вид	Мощность, Вт	Выходные напряжения, В
GS06E		4…6	3,3; 5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24; 48
GS12E		10…12	5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24
GS15E		7,2…15	3,3; 5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24; 48
GS18E **GS25E**		15…25	3,3; 5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24; 48
GS18B **GS25B**		10…18 20…25	3,3; 5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24; 48 5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24; 28; 48
GS25A **GS40A** **GS60A** **GS90A**		20…25 25…40 30…60 80…90	5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24; 48 5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24; 48 5; 7,5; 9; 12; 15; 18; 24; 48 12; 15; 19; 24; 48
AS-120P **GS220A**		100…120 180…220	12; 15; 20; 24; 48

энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Европейские и американские требования к внешним источникам питания AC/DC и AC/AC включают следующие три параметра:

1. Коэффициент полезного действия в рабочем режиме.

2. Собственное энергопотребление источника питания при работе без нагрузки.

3. Коэффициент мощности.

Требования к минимальному значению среднего КПД в зависимости от мощности источника питания и требования к собственному энергопотреблению без нагрузки приведены в таблице 1, где Pno — паспортная выходная мощность сетевого адаптера, ln — обозначение натурального логарифма. Все источники питания с паспортной выходной мощностью ≥75 Вт должны иметь коэффициент мощности ≥0,9, измеренный при стопроцентной нагрузке.

Энергосберегающие сетевые адаптеры Mean Well 6…220 Вт

Компания Mean Well выпускает сетевые адаптеры питания с 1998 года и всегда аккуратно отслеживает изменения в регулирующих технических документах. Она производит широкий спектр адаптеров, отвечающих самым последним требованиям. Все новые серии выпускаются в соответствии со стандартами Energy Star (класс IV и EuP) и отличаются малым собственным энергопотреблением (менее 0,5 Вт

на холостом ходу) и соответствующим КПД. Часть моделей соответствует еще более высокому классу этого стандарта **Energy Star V:** их собственное энергопотребление на холостом ходу — менее 0,3 Вт, а КПД некоторых моделей достигает 92,5%.

Перечень серий энергосберегающих сетевых адаптеров Mean Well и их основные параметры приведены в таблице 2. Новые сетевые адаптеры питания Mean Well имеют универсальный вход переменного тока 90…264 В, комплекс защит от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения. Они сертифицированы по международным стандартам электробезопасности и электромагнитной совместимости и предназначены для использования в помещениях при температурах окружающего воздуха 0…40°С или -10…50°С в зависимости от модели. Изделия, как правило, имеют встроенный пассивный фильтр для снижения уровня помех. Экономичные сетевые адаптеры питания Mean Well выпускаются в широком диапазоне мощностей от 6 до 220 Вт со стандартными выходными напряжениями от 3,3 до 48 В в зависимости от модели.

Компания Mean Well идет навстречу своим клиентам и готова рассмотреть модификацию стандартных сетевых адаптеров. К наиболее популярным изменениям относятся другой выходной разъем, нестандартное выходное напряжение, изменение длины кабеля. Естественно, существуют разумные экономически обоснованные ограничения, накладываемые на размер минимальной партии. Клиенту всегда предоставляются для тестирования образцы модифицированного изделия, и производство промышленной партии начинается только после согласования всех параметров и утверждения заказчиком.

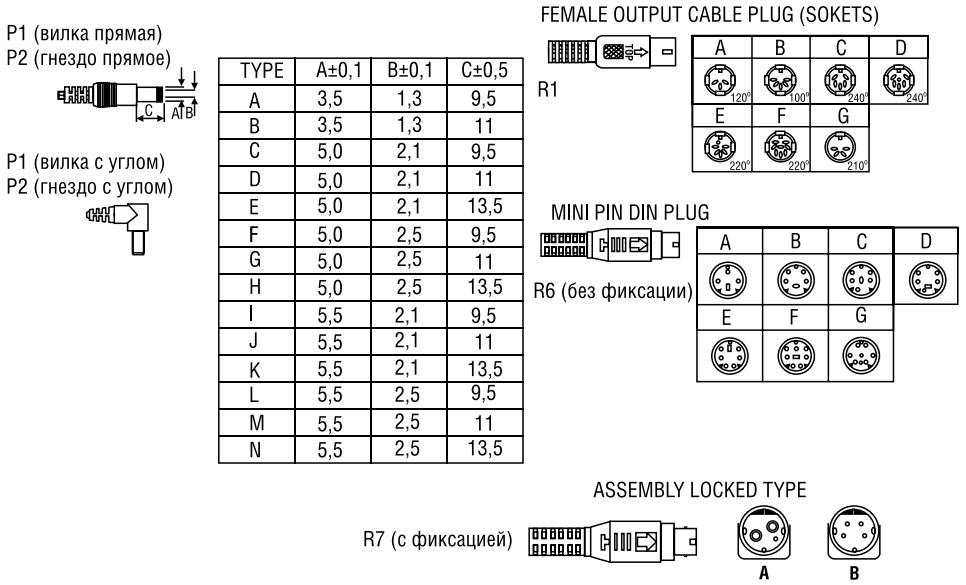
Варианты выходных разъемов приведены на рис. 1.

Экономичные сетевые адаптеры питания Mean Well применяются в самом разнообразном оборудовании:

- Оборудование информационных технологий (модемы, беспроводные телефоны, цифровые камеры, мобильные телефоны, ноутбуки, компьютерные мониторы, КПК, MP3-плейеры и т.п.);
- Офисная техника (принтеры, сканеры);
- Системы безопасности (камеры видеонаблюдения);
- Телекоммуникации (GPS-модемы и телеметрия);
- Торговое оборудование (кассы, торговые терминалы).

Таким образом, Mean Well предлагает широкую линейку экономичных сетевых адаптеров питания мощностью от 6 до 220 Вт, которые полностью соответствуют новейшим требованиям к энергосбережению в Европе EuP Шаг 2 и США Energy Star V. Они сертифицированы по электрической безопасности по всем миру, ориентированы прежде всего на промышленное применение, и с ними не выдерживают конкуренции некачественные и ненадежные дешевые изделия. Кроме того, эти адаптеры соответствуют новейшим экологическим требованиям: более 92% материалов, из которых состоит адаптер, могут быть использованы после вторичной переработки.

Компания КОМПЭЛ поддерживает на складе в Москве широкий спектр сетевых адаптеров питания Mean Well различной мощности с разнообразными выходными напряжениями.



TYPE	A±0,1	B±0,1	C±0,5
A	3,5	1,3	9,5
B	3,5	1,3	11
C	5,0	2,1	9,5
D	5,0	2,1	11
E	5,0	2,1	13,5
F	5,0	2,5	9,5
G	5,0	2,5	11
H	5,0	2,5	13,5
I	5,5	2,1	9,5
J	5,5	2,1	11
K	5,5	2,1	13,5
L	5,5	2,5	9,5
M	5,5	2,5	11
N	5,5	2,5	13,5

Рис. 1. **Варианты выходных разъемов сетевых адаптеров питания Mean Well**

Выбор адаптера с помощью сайта catalog.compel.ru

Для быстрого выбора оптимального адаптера с известными параметрами удобно воспользоваться параметрическим поиском на сайте ***catalog.compel.ru.*** Этот сайт содержит информацию о большинстве электронных компонентов, поставляемых компанией КОМПЭЛ. Для поиска нужного адаптера необходимо сначала выбрать

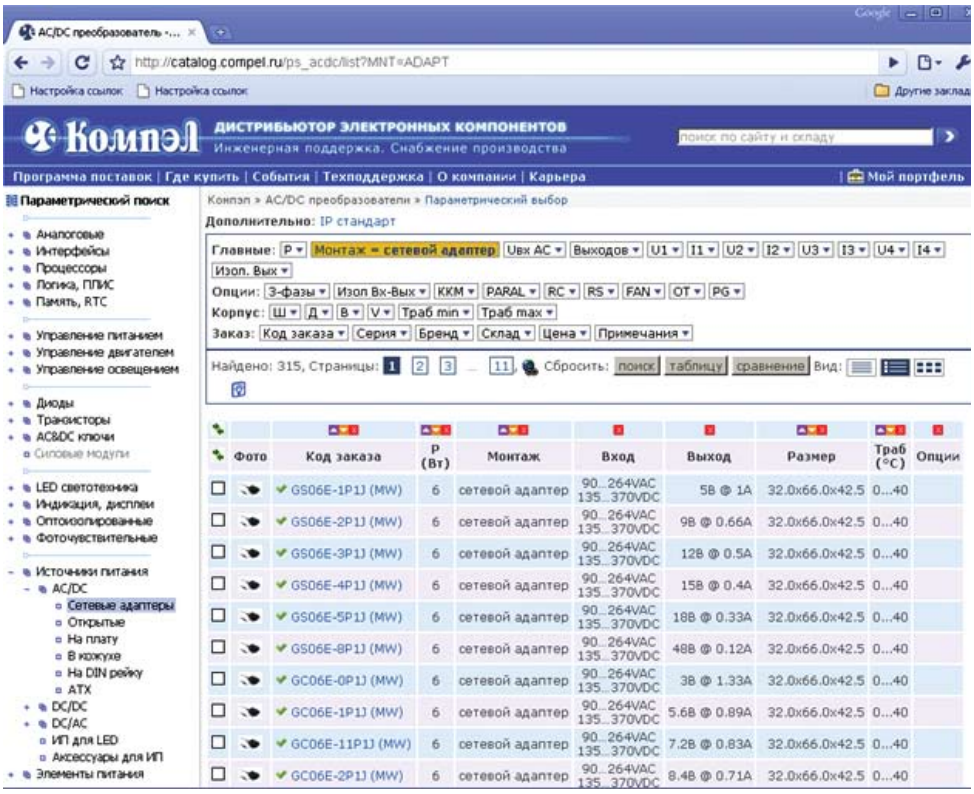


Рис. 2. **Окно поиска сетевых адаптеров питания с возможностью задания конкретных параметров**

тип компонентов. В нашем случае поисковый маршрут будет таким: Источники питания → AC/DC → Сетевые адаптеры. После этого на экране монитора появится окно, показанное на рисунке 2.

Для параметрического поиска рекомендуется использовать бесплатную программу для просмотра информации Google Chrome. Использование браузера Google Chrome ускоряет процесс поиска в несколько раз.

Рассмотрим конкретный пример поиска. Например, необходимо выбрать адаптер с выходным напряжением 12 В для выходных мощностей от 6 до 25 Вт. Задав диапазон мощности от 6 до 25 Вт (нажатие на кнопку соответствующего параметра вызывает появление окна для ввода конкретных значений), указав нужное выходное напряжение 12 В и отметив фильтр «только на складе» (с помощью кнопки «Склад»), получим результаты поиска, показанные на рисунке 3.

Клик на конкретном наименовании адаптера (коде заказа) вызывает появление нового окна, в котором приводится техническое описание на русском языке и информация о наличии и количестве на складе, цены в зависимости от количества приобретаемой продукции и документация (*datasheet*) производителя.

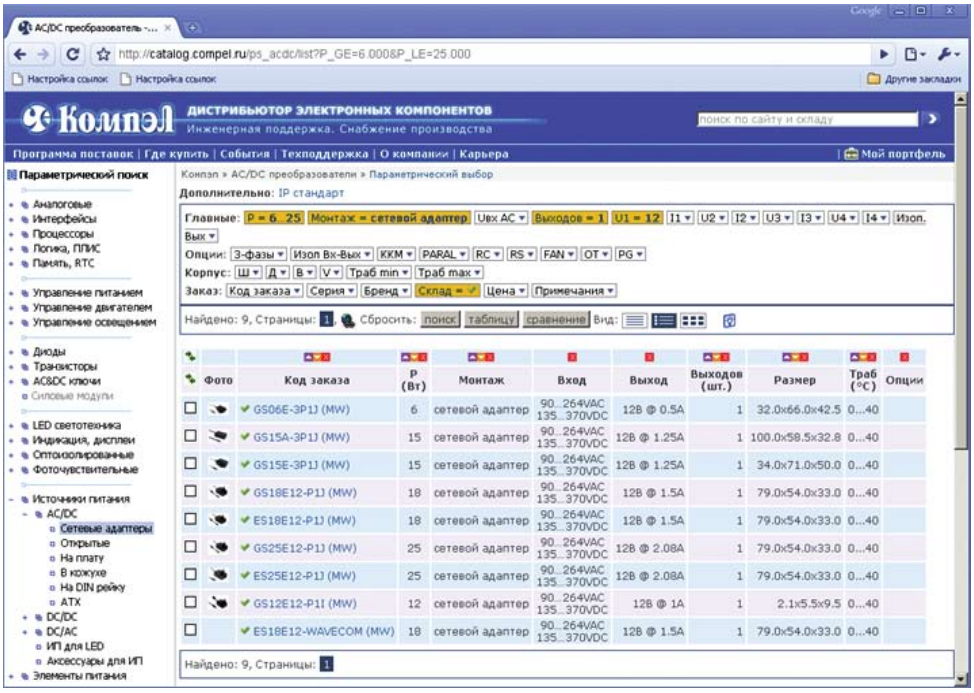


Рис. 3. **Результаты поиска сетевых адаптеров питания с выходом 12 В мощностью от 6 до 25 Вт**

Подробную информацию об этих и других источниках питания можно найти на сайте производителя ***www.meanwell.com,*** специализированном сайте «Источники питания» ***http://ps.compel.ru,*** в каталоге продукции компании КОМПЭЛ ***http://catalog.compel.ru.***

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: ac-dc-ac.vesti@compel.ru*

Джафер Меджахед (КОМПЭЛ)

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НА БАЗЕ ТРАНЗИСТОРОВ SUPERMESH3™

*Компания **STMicroelectronics** является одним из мировых лидеров по выпуску **силовых полевых транзисторов.** В журнале «Новости Электроники» №14 мы уже знакомили потребителей с новой технологической разработкой MDMESH V (серия M5). Изделия, изготовленные на базе этой технологии, являются частью семейства силовых MOSFET-транзисторов, предназначенных для диапазона напряжений 500...650 В. Новое семейство **SuperMESH3™** (серия K3), предназначено для более широкого спектра напряжений от 250 до 1200 В и является более доступным с точки зрения стоимости решением.*

STMicroelectronics

Приборы серии SuperMESH3™ были разработаны на основе инновационных вертикальных структур в хорошо известной технологии PowerMESH™. Они приходят на замену семейству SuperMESH™ (серия NK) и имеют более высокую надежность и значительно улучшенные электрические характеристики. Сопротивление открытого канала у транзисторов SuperMESH3™ в среднем ниже на 20...30% (в пределе — до 45%), чем у транзисторов SuperMESH™ и на 15...35% ниже, чем у конкурентных решений, при прочих сравнимых параметрах. Эти характеристики делают новое семейство транзисторов более эффективным за счет снижения потерь при использовании.

Помимо этого, новые транзисторы имеют наилучшие характеристики переключения среди имеющихся на рынке транзисторов данного класса. Как показано на рисунке 1, емкость затвора за период переключения для транзисторов SuperMESH3™ (**STP7N93K3**) ниже, чем у лучших конкурентных решений того же класса. Новая серия имеет самую низкую емкость затвора, что упрощает управление затвором. Вдобавок, эти транзисторы отличаются самым быстрым переключением (на 23% быстрее конкурента A и на 60% быстрее конкурента B), что приводит к снижению потерь при переключении и в итоге — к более высокой эффективности.

На рисунке 2 показано сравнение приборов SuperMESH3™ и SuperMESH™ в режимах лавинного пробоя при сравнимом сопротивлении открытого канала. Каждая кривая соответствует максимальной энергии, которую может выдержать прибор при данном токе до отказа. Транзисторы новой серии намного более устойчивы к лавинному пробою, чем их предшественники. Причина этого — то, что транзисторы SuperMESH3™ имеют расширенное окно между максимальном напряжением работы (Vds max) и напряжением, при которым происходит пробой, что гарантирует улучшенную надежность прибора и устойчивость систем, основанных на этом транзисторе, в случае наведенных помех или скачков напряжения. Упомянутое свойство дает возможность разработчикам снизить сложность своих схем защиты, поскольку можно «доверить» этому прибору больше мощности и в итоге повысить производительность системы.

Использование транзисторов новой серии дает разработчикам существенное улучшение энергоэффективности разрабатываемых систем электропитания. На рисунке 3 сравниваются транзисторы SuperMESH3™ и SuperMESH™ в случае их применения в преобразователе напряжения с обратной связью, в котором энергия передается с выхода на вход при разомкнутом силовом ключе (обратноходовой преобразователь). Коэффициент полезного действия у нового транзистора превышает 80%. В итоге, как показано на рисунке

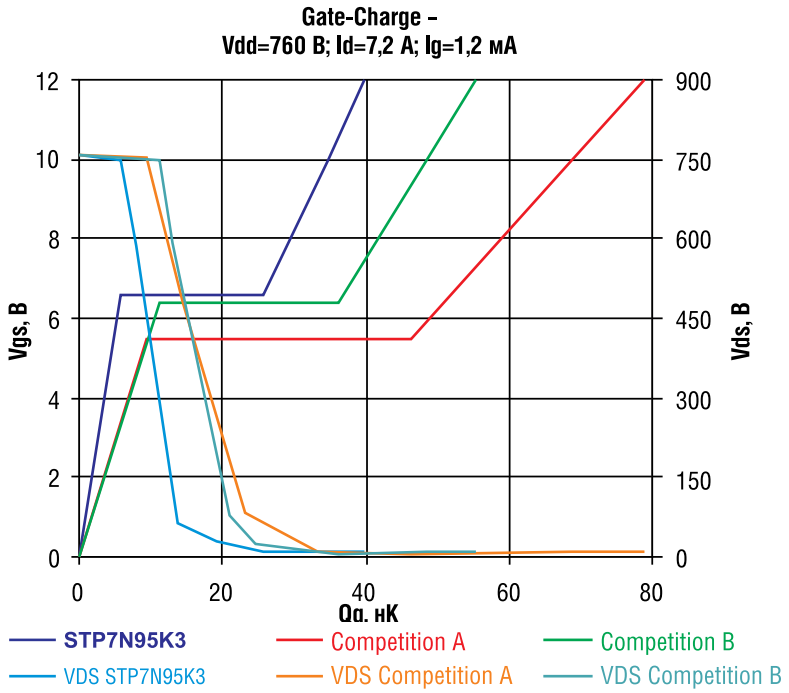


Рис. 1. **Сравнительные характеристики в режиме переключения**

Таблица 1. **Номенклатура транзисторов SuperMESH3™**

Наименование	Статус	Vds, В	Rds-макс, Ом	Id макс, А	Pd макс, Вт	Корпус
STx1N45K3	Анонс	450	3,5	–	–	–
STx4N52K3	Анонс	525	2,6	–	–	–
STx5N52K3	Анонс	525	1,5	–	–	–
STx6N52K3	Образцы	525	1,2	5	70	DPAK/TO-220FP
STx7N52K3	Производство	525	0,98	6,2	90	D2PAK/DPAK/TO-220/TO-220FP
STx7N52DK3	Образцы	525	1,15	6,2	90	DPAK/TO-220/TO-220FP
STx2N62K3	Анонс	620	1,28	5,5	90	DPAK/IPAK/TO-220/TO-220FP
STx3N62K3	Производство	620	2,5	2,7	45	D2PAK/DPAK/IPAK/TO-220/TO-220FP
STx4N62K3	Анонс	620	2	–	–	–
STx5N62K3	Анонс	620	1,6	–	–	–
STx6N62K3	Производство	620	1,28	5,5	90	DPAK/IPAK/TO-220/TO-220FP
STx10N62K2	Образцы	620	0,75	–	–	–
STx10N65K3	Производство	650	1	10	35	TO-220FP
STx25N95K3	Образцы	950	0,36	22	400	TO-247
STx13N95K3	Образцы	950	0,85	10	190	TO-220/TO-220FP/TO-247
STx7N95K3	Производство	950	1,35	7,2	150	TO-220/TO-220FP/TO-247
STx5N95K3	Образцы	950	3	3,5	90	DPAK/IPAK/TO-220/TO-220FP
STx6N120K3	Образцы	1200	2,4	5	150	TO-220/TO-3PF/TO-247

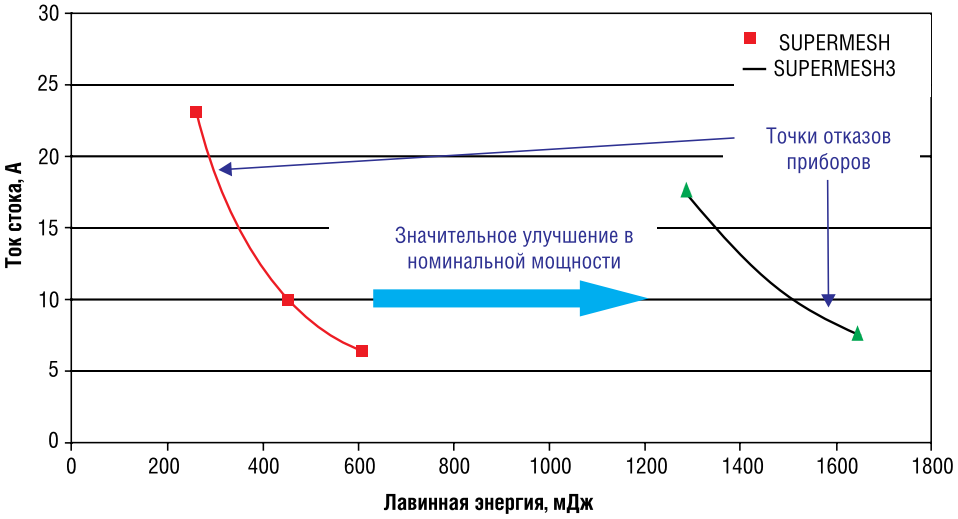


Рис. 2. **Сравнение устойчивости к лавинному пробою**

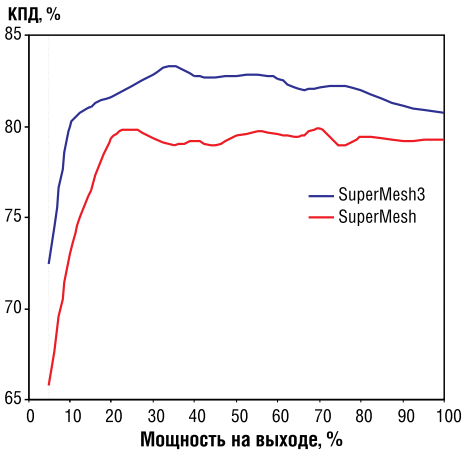


Рис. 3. **Сравнение КПД SuperMESH3™ и SuperMESH™**

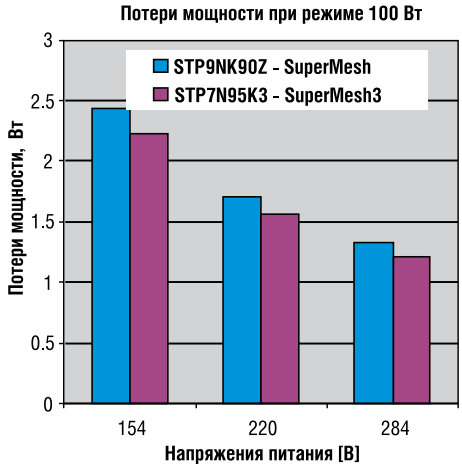


Рис. 4. **Потери мощности SuperMESH3™ по сравнению с SuperMESH™**

4, экономия мощности составляет около 8…9%.

В таблице 1 представлены все транзисторы компании STMicroelectronics, основанные на технологии SuperMESH3™. Большое количество приборов еще находится в стадии разработки. Серия транзисторов **STxN95K3** на напряжение 950 В на сегодняшний день является уникальной в отрасли и не имеет аналогов по характеристикам. Еще одна интересная серия **STx7N52DK3,** использующая технологию SuperFREDmesh3, предназначена для устройств электропитания с высокой рабочей частотой. В таблице буква «x» в середине наименования заменятся буквами B для корпуса D²PAK, D для корпуса DPAK, F для корпуса TO-220FP, P для корпуса TO-220, U для корпуса IPAK и W для корпуса TO-247.

Заключение

Новая серия приборов SuperMESH3™ увеличивает возможности разработчиков в области высоковольтных силовых решений. Эта серия идеально подходит для применения в импульсных источниках питания, в DC/DC-преобразователях, источниках бесперебойного питания и в других индустриальных и телекоммуникационных решениях, где крайне важны скорость переключения и надежность функционирования. Кроме перечисленных характеристик, транзисторы позволяют существенно повысить эффективность работы за счет более низкого сопротивления открытого канала, что приводит к меньшим потерям энергии и, соответственно, к повышению КПД устройства.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: power.vesti@compel.ru

Андрей Колпаков (ООО Семикрон)

НОВЫЕ МОДУЛИ КОМПАНИИ SEMIKRON ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

*Компания **Semikron** анонсировала **SKiM 63/93** – специализированные **модули** с повышенной стойкостью к термоциклированию для электрического и гибридного привода мощностью 22…180 кВт.*

SEMIKRON
innovation+service

Новые трехфазные модули серии SKiM предназначены для разработки DC/AC- и AC/DC-инверторов для электротранспорта, а также для общепромышленных применений. Стойкость к термоциклированию силовых ключей SKiM 63/93 в 15 раз превышает показатель для стандартных модулей IGBT с базовой платой при аналогичных условиях эксплуатации. Компоненты серии SKiM прошли полный цикл испытаний в условиях более жестких, чем определено промышленными стандартами. Например, тесты на вибрационные воздействия проводились при ускорении 10g (типовое значение 5g), стойкость к ударам проверялась при ускорении 100g (типовое значение 50g). Испытания подтвердили высокую стойкость модулей SKiM 63/93 к климатическим воздействиям, а также механическим и электрическим перегрузкам.

Суммарное значение активного сопротивления терминалов SKiM 63/93 составляет 0,3 мОм при типовом значении 1,1 мОм для стандартного модуля IGBT в корпусе 62 мм. При токе 400 А это позволяет снизить мощность рассеяния внутри модуля более чем на 100 Вт! Полный отказ от паяных соединений и использование технологии низкотемпературного спекания для установки чипов IGBT и диодов на керамическое основание позволил окончательно устранить проблемы, связанные с усталостью паяных соединений.

Благодаря использованию пружинных сигнальных контактов установка модулей SKiM 63/93 на радиатор и подключение платы драйвера осуществляется только с помощью крепежных винтов, что позволяет упростить и удешевить процесс сборки и замены. В качестве опции предлагается поставка компонентов серии SKiM с предварительно нанесенной теплопроводящей пастой. Это дает возможность исключить важный технологический этап при монтаже, обеспечить точное значение теплового сопротивления и высокую повторяемость характеристик.

Модули SKiM 63/93 имеют три класса рабочего напряжения: 600 В, 1200 В и 1700 В. Диапазон номинальных токов составляет 300…900 А. По своим габаритным и установочным размерам (120x160 мм для SKiM 63 и 150x160 мм для SKiM 93), а также по положению силовых терминалов SKiM 63/93 полностью совместимы с широко известными конструктивами SEMiX 33 и ECONO+.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: power.vesti@compel.ru

ЗАМЕТКИ НА ЕЛОЧНОМ СЕРПАНТИНЕ

Автор: Сергей Лузан

Почему на новогодних утренниках Дед Мороз, как и его шутки, обязательно бывают с бородой?

Сильнее всего краснеет нос Деда Мороза после встречи с зеленым змием.

Только с возрастом елка узнает о том, что у нее в жизни еще будут шишки.

Новогоднее объявление: заблудившуюся в лесу Снегурочку считать Красной шапочкой.

«Ежегодно аврал и штурмовщина – это мои трудовые будни», – жаловался Дед Мороз.

Проводы Старого года прошли настолько бурно, что Новый было просто некому встречать.

В МИРЕ НАУКИ

Вот уже который год российские ученые пытаются опровергнуть слухи о существовании некой мифической даты, именуемой в народе: «Первое января».

– Нет, нет и нет! – утверждает кандидат физико-математических наук Виталий Степанович Синяк, – Нет такого дня в году! Любой ребенок знает, что 29 декабря есть, 30 декабря есть, 31 декабря есть. А потом оппа – и 2 января! А иногда сразу 3…

– Ну а как же календарь? Вот же, посмотрите – январь, первое…

– А вы всегда написанному верите? Вот вы лично это «первое января» хоть раз в жизни видели?!

– Честно….эээ…не припомню…

– Вот! И я ни разу не видел! И коллеги мои ни разу не видели! Михалыч, ты первое января видел?

– Ка…какое ян..янв…ик…

– Вот видите! И Михалыч не видел. А ведь доктор наук, между прочим – нобелевка на носу… Михалыч – он вообще в январь не верит. Сильный мужик! Ну что, еще по одной?..

Ну что ж, «первого января не существует!» – утверждает современная наука. А нам остается надеяться, что ученые не остановятся на достигнутом и поставят наконец-то под сомнение так называемое «8 марта».