

# Решения компании NXP для энергосберегающих систем освещения

**АЛЕКСАНДР ГРИГОРЬЕВ**, бренд-менеджер «Компэл» по продукции NXP

*Из суммарного объема производимой в мире электроэнергии затраты на освещение жилых и промышленных помещений составляют около 20%. Не удивительно, что в условиях роста цен на электроэнергию правительства, компании и частные потребители всего мира стали искать энергосберегающие альтернативы традиционно используемым лампам накаливания. Компания NXP была одной из первых, кто осознал значимость энергосберегающего освещения и работает на этом рынке более 15 лет. В статье рассматриваются основные решения компании с использованием различных технологий энергосберегающего освещения.*

## ОСНОВНЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ОСВЕЩЕНИЯ

Традиционным источником искусственного света является лампа накаливания. В ней используется эффект нагревания нити накаливания при протекании через нее электрического тока. Температура вольфрамовой нити после включения тока резко возрастает, и нить начинает излучать. Однако только малая доля излучения лежит в области видимого света, основная ее часть приходится на инфракрасное излучение. Для повышения КПД лампы необходимо повышать температуру нити накала, которая, в свою очередь, ограничена свойствами материала нити — температурой плавления. КПД ламп накаливания достигает при температуре около 3400°C своего максимального значения — 15%. При практически достижимых температурах в 2700°C КПД составляет 5%. Срок службы лампы накаливания составляет примерно 1000 ч.

Итак, основные недостатки ламп накаливания:

- низкая световая отдача;
- относительно малый срок службы;
- резкая зависимость световой отдачи и срока службы от напряжения;
- цветовая температура лежит в пределах 2300—2900 К, что придает свету желтоватый оттенок.

Альтернативные энергосберегающие источники света в той или иной мере свободны от этих недостатков. Однако продолжительная история существования ламп накаливания побуждает сравнивать новые решения с уже традиционными лампами. Перечислим основные достоинства последних:

- малая стоимость;
- небольшие размеры;
- отсутствие пускорегулирующей аппаратуры;
- отсутствие токсичных компонентов и, как следствие, необходимости в инфраструктуре по сбору и утилизации;
- возможность работы как на постоянном, так и на переменном токе;
- отсутствие мерцания и гудения при работе на переменном токе.

Тем не менее в связи с экономией электроэнергии во многих странах введен или планируется ввод запрета на производство, закупку и импорт ламп накаливания с целью стимулирования замены их на энергосберегающие лампы.

В качестве альтернативы предлагаются три основные технологии:

- люминесцентные лампы (по конструктивному исполнению — компактные и трубчатые);
- газоразрядные лампы высокой эффективности;
- полупроводниковые (светодиодные) источники света.

Не вдаваясь в детали, кратко рассмотрим эти технологии.

**Люминесцентная лампа** относится к газоразрядным источникам света. При работе между двумя электродами, находящимися в противоположных концах лампы, возникает низкотемпературный дуговой электрический разряд. Лампа заполнена инертным газом и парами ртути, и проходящий ток приводит к появлению ультрафиолетового излучения. Оно невидимо для человеческого глаза, поэтому его преобразуют в видимый свет с помощью явления люминесценции. Внутренние стенки лампы покрыты специальным веществом — люминофором, которое, поглощая ультрафиолет, излучает видимый свет. Изменяя состав люминофора, можно менять оттенок свечения лампы.

С точки зрения электротехники, люминесцентная лампа — устройство с отрицательным дифференциальным сопротивлением, поэтому ее непосредственное подключение к электрической сети невозможно — лампа быстро выйдет из строя. Чтобы предотвратить это, лампы подключают через специальное устройство — электромагнитный или электронный балласт.

Срок службы может до 20 раз превышать этот показатель для ламп накаливания при условии электропитания достаточного качества, хорошего балласта и соблюдения ограничений по числу включений/выключений. Из современных люминесцентных ламп в настоящее время популярны компактные и высокочастотные трубчатые.

**Компактные люминесцентные лампы** (Compact Fluorescent Lamp — CFL). Появившиеся в начале 1980-х гг., эти «изогнутые» лампы получили большое распространение в жилых, офисных и производственных помещениях всего мира. Компактные люминесцентные лампы стали дальнейшим развитием первых колбовых люминесцентных ламп, заменив магнитные балласты электронными. Таким образом, были до минимума снижены эффекты мерцания и медленного включения, характерные для предыдущих поколений люминесцентных ламп. Световая отдача (отношение светового потока к потребляемой мощности) этих ламп в 3—5 раз выше ламп накаливания той же мощности.

**Высокочастотные трубчатые люминесцентные лампы** (High Frequency Tube Lamp — HFTL). Эти устройства оявились в 1990-х гг. (не путать со старыми низкочастотными



# ДРАЙВЕРЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛАМП

- Самый широкий выбор ИС для **HID**-, **CFL**- и **LED**-ламп
- Бережное управление
- Эффективная система защиты
- Возможность регулировки яркости
- Минимум внешних компонентов



Москва  
Тел.: (495) 995-0901  
Факс: (495) 995-0902  
E-mail: [nxp@compel.ru](mailto:nxp@compel.ru)

Санкт-Петербург  
Тел.: (812) 327-9404  
Факс: (812) 327-9403  
E-mail: [spb@compel.ru](mailto:spb@compel.ru)

**Компэл**  
[www.compel.ru](http://www.compel.ru)

лампами). Они используют ВЧ-балласты, что улучшает их характеристики по сравнению с компактными лампами за счет нескольких факторов. Лампы имеют более высокий КПД, выделяют меньше тепла, потребляют меньшую мощность и очень быстро включаются. Лампы HFTL работают от высоких напряжений (до 600 В) и нагреваются всего на несколько градусов выше температуры окружающей среды. Таким образом, они могут использоваться в тех приложениях, где «горячие» лампы принципиально не применяются.

**Газоразрядные лампы высокой эффективности** (High Intensity Discharge — HID). Эти устройства представляют собой разновидность галогенных ламп. Принцип действия — электрический разряд в парах металлов (ртуть, натрий, ксенон). Подразделяются на разрядные лампы высокого и низкого давления. Излучаемый ими свет намного ярче света стандартных галогенных ламп. Они потребляют меньшую мощность и наиболее близко соответствуют естественному дневному свету. Светоотдача ламп HID примерно в шесть-восемь раз выше, чем у ламп накаливания. Разрядные лампы также более эффективны, чем стандартные галогенные, поскольку их срок службы, в среднем, в три-пять раз дольше. Требуют пускорегулирующей аппаратуры и зажигающего устройства.

**Светодиодное освещение** (Solid State Lighting — SSL). Полупроводниковые источники света используют светоизлучающие диоды вместо электрических нитей накаливания или газа как источника излучения. Светодиодные лампы и светильники очень надежны — они не критичны к вибрациям и ударным нагрузкам, а также исключительно долговечны. Они формируют искусственный свет с цветовой температурой, изменяющейся в широких пределах. Полупроводниковое освещение — также хорошее решение для уличной рекламы, архитектурной и ландшафтной подсветки.

## МИКРОСХЕМЫ КОМПАНИИ NXP ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМИ ЛАМПАМИ

Компания NXP предлагает ряд интегральных схем как для управления газоразрядными лампами высокой эффективности (UBA2032, UBA2035, UBA2036 и UBA2037), так и для управления люминесцентными лампами (UBA2014, UBA2021 и UBA2024).

Рассмотрим подробнее применение микросхемы UBA2024 в качестве электронного балласта компактной люминесцентной лампы. Данная микросхема является наиболее простой в применении и требует минимума внешних компонентов. На рисунке 1 приведена типовая схема ее включения.

Эта микросхема (как и все перечисленные выше) не требует внешнего низковольтного источника питания. Высоковольтное напряжение питания микросхемы HV формируется после выпрямления сетевого напряжения переменного тока. Низковольтное постоянное напряжение  $V_{DD} = 12\text{ В}$ , необходимое для питания внутренних схем, формируется внутри микросхемы.

Основной ее функцией является формирование циклограммы включения люминесцентной лампы, типовой вариант которой приведен на рисунке 2.

Циклограмма включения люминесцентной лампы состоит из трех последовательных этапов:

- предварительный прогрев нитей катода;
- режим поджига;
- режим запуска.

При появлении сетевого напряжения, на входе HV формируется высоковольтное напряжение и, как следствие, низковольтное напряжение на выходе VDD. Как только низковольтное напряжение превысит некоторое пороговое значение, начинается предварительный прогрев катода. При этом начинает работать внутренняя

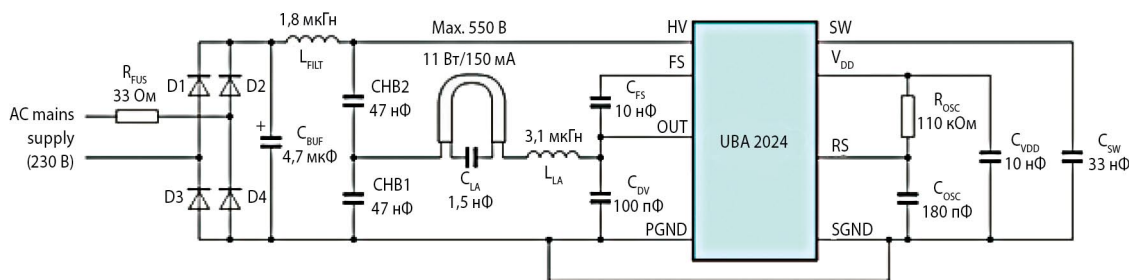


Рис. 1. Схема включения UBA2024

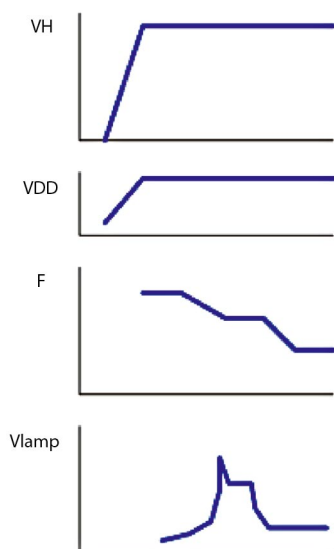


Рис. 2. Циклограмма включения люминесцентной лампы

полумостовая схема, и на выходе OSC генерируется прямоугольное напряжение. Напряжение между электродами лампы начинает расти. Начальная частота сигнала на выходе OSC примерно в 2,5 раза превышает номинальную, выдерживается в течение некоторого времени, а затем плавно снижается. По мере приближения к резонансной частоте напряжение между электродами лампы начинает расти быстрее и при переходе через частоту резонанса достигает максимума. Лампа зажигается. Частота фиксируется на текущем значении, и выдерживается некоторая пауза, в течение которой напряжение на лампе продолжает превышать номинальное. За это время она окончательно включается, после чего частота плавно снижается до номинального значения, значение которой (обычно около 50 кГц) задается внешней RC-цепочкой.

Кратко рассмотрим отличительные особенности остальных микросхем.

Интегральная схема UBA2014:

- регулируемое значение номинальной частоты;
- регулируемая длительность предварительного нагрева и поджига;
- регулируемый ток нагрева;
- автоматическое определение неисправности лампы или ее отсутствия;
- однократная попытка пуска;
- регулируемая мощность лампы.

Транзисторы полумостовой схемы, в отличие от UBA2024, внешние, что позволяет использовать микросхему для построения балластов ламп различной мощности.

Интегральная схема UBA2021:

- регулируемое значение номинальной частоты;
- регулируемая длительность предварительного нагрева и поджига;

- регулируемый ток нагрева;
- регулируемая мощность лампы;
- защита от перегрева лампы при повышенном напряжении сети.

Микросхема использует внешние транзисторы полумостовой схемы.

Трубчатые люминесцентные лампы имеют алгоритм включения, аналогичный компактным лампам, но схема управления должна обеспечивать дополнительные требования защиты лампы и балласта в случае аварийного режима. С этой точки зрения предпочтительнее использовать микросхемы UBA2014 и UBA2021.

Разрядные лампы высокой эффективности управляются, в отличие от люминесцентных, не полумостовой, а полной мостовой схемой. В микросхемах компании NXP используются решения только с внешними MOSFET-транзисторами. На рисунке 3 в качестве примера приведена типовая схема включения микросхемы UBA2032 для управления разрядной лампой высокой эффективности.

#### РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ NXP ДЛЯ СИСТЕМ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

В качестве основного решения для светодиодного освещения компания NXP предлагает ряд контроллеров импульсных источников питания (Switched Mode Power Supply — SMPS), а именно: микросхемы SSL2101, SSL1522, SSL1523 и SSL1623, предназначенные для управления светодиодами суммарной мощностью до 15 Вт, и контроллер SSL1750 со встроенным корректором коэффициента мощности для управления светодиодными модулями мощностью до 250 Вт. Типовое включение SSL2101 по обратноточковой (flyback) схеме AC/DC-преобразователя приведено на рисунке 4.

Данные микросхемы, в первую очередь, ориентированы на т.н. светодиодные лампы-светильники со стандартным цоколем (E27, E14, MR16 и т.д.), предназначенные для прямой замены ламп накаливания и галогенных ламп. При этом драйвер устанавливается в объеме цоколя, а светодиодный модуль либо устанавливается в традиционную колбу, либо ему придается подобная по форме открытая конструкция. Оптимальная мощность светодиодного модуля — 9...15 Вт (3—5 светодиодов по 3 Вт), что соответствует световому потоку ламп накаливания мощностью 60...75 Вт. Основные достоинства подобной схемы следующие.

- Входами схемы является только сеть переменного тока. Все установки обеспечиваются внешними резисторами и конденсаторами.
- Световой поток стабилизирован (датчик тока светодиодного модуля связан по цепи обратной связи с входом управления яркостью) и не зависит от колебаний сети и бросков тока.
- Светодиодная лампа с подобным драйвером может работать практически с любым внешним диммером (регулятором яркости), датчиком присутствия и подоб-

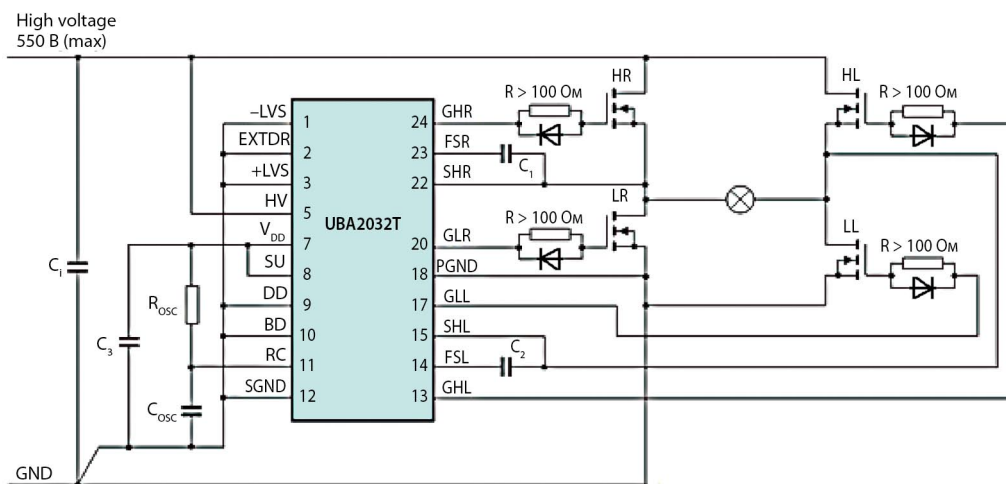


Рис. 3. Схема включения UBA2032

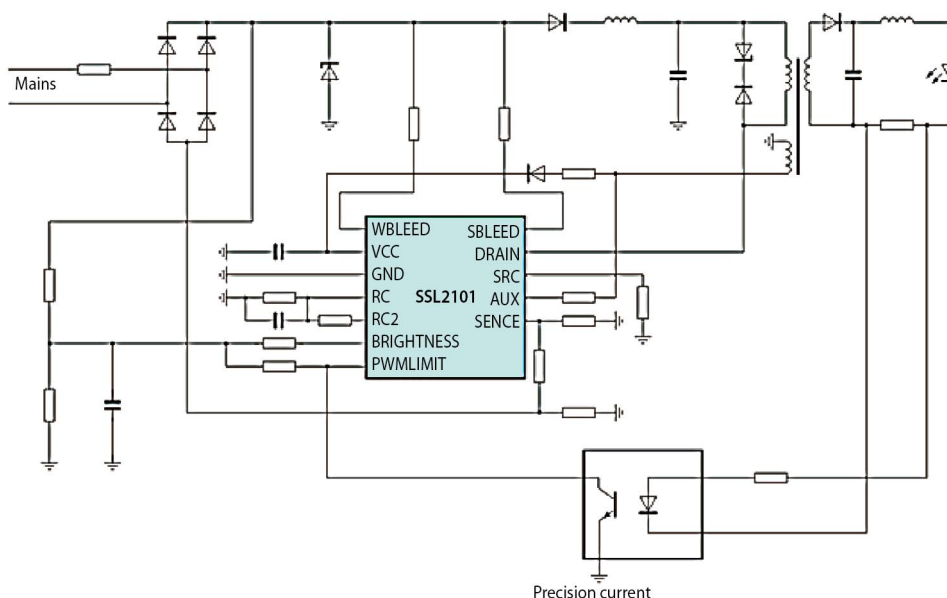


Рис. 4. Включение SSL2101 по обратноходовой схеме

ными им устройствами, которые выполнены по симисторной или транзисторной схемам.

– Микросхема имеет встроенные средства защиты от перегрева кристалла и короткого замыкания нагрузки.

Предполагаемая область применения контроллера SSL1750 несколько иная — уличное и тоннельное освещение, прожекторы архитектурной и ландшафтной подсветки, иными словами, светильники, световой поток которых эквивалентен 500...1000 Вт ламп накаливания.

Помимо контроллеров SMPS компания NXP предлагает схемы управления светодиодной подсветкой — в частности, микросхему UBA3070, типовое включение которой представлено на рисунке 5.

Микросхема позволяет управлять длинной цепочкой последовательно включенных светодиодов, запитанных от внешнего высоковольтного (до 650 В) постоянного напряжения. Отметим также, что несколько идентичных цепочек можно включить параллельно друг другу.

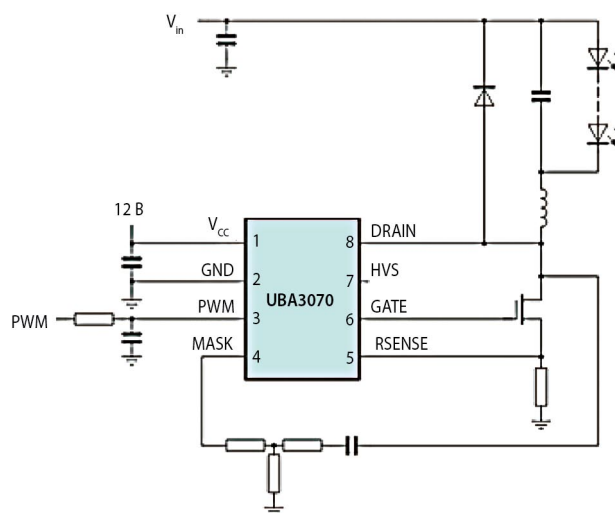


Рис. 5. Схема включения UBA3070

Питание самой микросхемы осуществляется от независимого источника 12 В. Дополнительный вход ШИМ позволяет плавно управлять яркостью всего светодиодного модуля.

Основной областью применения является управление светодиодными источниками света в рекламном освещении, подсветке торговых залов и прилавков, светодиодные светофоры и дорожные знаки, другие указатели.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели основные решения компании NXP в области энергосберегающего освещения. Подведем итоги.

Люминесцентные лампы при всей своей привлекательности в отношении светоотдачи обладают следующим рядом существенных недостатков, на которые нельзя не обращать внимание.

– Необходимость утилизации, поскольку они содержат ядовитое вещество — ртуть.

– При существующем качестве отечественного сетевого питания реальный срок службы заметно отличается от заявленного. Поскольку они значительно дороже традиционных ламп накаливания, эффект от экономии электроэнергии может быть сведен на нет.

– Спектр излучения этих ламп линейчатый, т.е. в видимой части он состоит из 5—7 достаточно узких полос. Это приводит к неправильной цветопередаче и, как следствие, к повышенной утомляемости глаз.

Разрядные лампы высокой эффективности в силу своих конструктивных особенностей будут широко использоваться в уличном (и, возможно, в промышленном) освещении, но перспективы их применения в освещении жилых и офисных помещений сомнительны.

Светодиодное освещение лишено многих перечисленных недостатков. Из достоинств можно выделить следующие.

– Реально длительный срок службы, что дает экономию не только за счет снижения энергопотребления, но и за счет снижения эксплуатационных затрат.

– Отсутствие ядовитых и токсичных веществ.

– Непрерывный спектр излучения, отсутствие значительного ультрафиолетового и инфракрасного излучений.

Имеется, правда, существенный недостаток — цена. Однако, во-первых, за последние годы происходит быстрый непрерывный рост светоотдачи. В настоящее время светодиоды по этому параметру практически сравнялись с люминесцентными лампами. Во-вторых, непрерывно снижается стоимость. И, весьма вероятно, что через несколько лет цена светодиодных светильников покажется вполне приемлемой. По крайней мере, из всех направлений энергосберегающего освещения существенные прорывы обещают только светодиоды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *NXP channel programs. New: Industrial program featuring energy-efficient lighting*// Документ компании NXP 'Channel Focus Issue 4, 2008'.
2. *Join the 'green' lighting revolution*// Документ компании NXP 75016205.pdf.
3. *UBA2024 — Half-bridge power IC for CFL lamps*// NXP product data sheet.
4. *UBA2032 — Full bridge driver IC*// Philips product specification.
5. *SSL2101 — SMPS IC for dimmable LED lighting*// NXP product data sheet.
6. *SSL1750 — SMPS control IC for LED drivers*// NXP product data sheet.
7. *UBA3070 — LED backlight driver IC*// NXP product data sheet.

## НОВОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

**| ФРАНЦИЯ ПЕРЕЙДЕТ НА ЭЛЕКТРОМОБИЛИ |** Французское правительство обнародовало планы по инвестированию 1,5 млрд евро на создание инфраструктуры для электромобилей и автомобилей с гибридным двигателем. По ожиданиям властей, к 2020 г. по дорогам Франции будут ездить 2 млн таких авто.

Деньги, выделяемые правительством, пойдут на исследования, изготовление аккумуляторов, разработку безвредных для окружающей среды автомобилей, а также на создание сети станций подзарядки аккумуляторов по всей стране.

В настоящее время во Франции насчитывается около 30 млн автомобилей, и только несколько тысяч из них ездят на электричестве. Согласно оценкам правительства, к 2020 г. доля электрических и гибридных автомобилей может достичь 16%, а еще через пять лет — 27% от общего количества автомобилей.

Для перехода на новый вид двигателей необходимо создать сеть станций подзарядки. Планируется, что к 2015 г. их будет построено около миллиона, причем 90% будут расположены в частных домах, остальные — на парковках и вблизи дорог.

К 2020 г. сеть зарядных станций расширится до 4 млн станций, то есть на один автомобиль будет приходиться две станции.

Среди концернов, которые станут выпускать электромобили, называют Renault, Peugeot и Daimler.

Ранее о намерении выпускать электромобили заявляли и другие компании, например Nissan и Toyota. Что касается последней, то она выпустит гибридную версию Auris уже в середине следующего года.

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

**| КРЫША ИЗ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ |** Компания Dow Chemical предложила новую линию фотогальванических солнечных элементов в форме плоской кровельной плитки (гонт), которые устанавливаются на крыше дома наряду с привычными гонтовыми покрытиями.

Первые партии новых батарей появятся в середине 2010 г., а массовый выпуск запланирован на 2011 г. Накопленная батареями энергия будет напрямую поступать в дом. Это экономичное, долговечное и простое в эксплуатации решение.

Новаторская технология основана на недорогих тонкопленочных фотогальванических ячейках CIGS. Ее преимуществом является простота установки: кровельщики будут монтировать солнечные элементы вместе с новым покрытием. Для этого не потребуются специальной переподготовки работников.

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