

# СОВРЕМЕННЫЕ ДАТЧИКИ КОМПАНИИ MAXIM ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Павел Чуприна pavel@rtcs.ru; chuprina\_pavel@mail.ru

Еще в 1990-х годах в компании Dallas Semiconductor было разработано интегрированное устройство ("таблетка"), в одном корпусе которого были совмещены источник питания (батарейка) и устройство, выполняющее определенную функцию. Наиболее известными, конечно же, являются "таблетки" для устройств контроля доступа (домофонов) – серия DS199#. После приобретения в 2001 году компании Dallas Semiconductor Maxim Integrated Products расширила спектр производимой продукции, добавив новые функциональные группы. В этой статье речь пойдет о датчиках температуры и влажности, оптических датчиках и датчиках освещенности.

## ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

Датчики выпускаются в прочном корпусе MicroCap ("таблетка"), он устойчив к воздействиям окружающей среды – загрязнению, повышенной влажности и ударам. Форма корпуса в виде "таблетки" хорошо сочетается со считывающим пробником (например, с устройством DS9490B) и позволяет оператору легко производить как чтение, так и запись информации.

Области применения датчиков:

- системы мониторинга и поддержания температуры;
- мониторинг температуры животных и человека;
- контроль технологических процессов;
- контроль работы холодильников;
- хранение и перевозка продуктов, для которых критичны колебания температуры (определение свежести продуктов, хранение медицинских препаратов и др.).

## Термохроны DS1921H-F5/DS1921G-F5/DS1921L-F5/ DS1921Z-F5 – датчики-накопители результатов измерения температур

Модификация DS1921H-F5 – мощная, функционально законченная система, запрограммированная на выполнение определенного процесса,

измеряет температуру окружающей среды и записывает ее значения в память (F5 означает, что изделие выполнено в виде "таблетки" в корпусе MICROCAN толщиной 5 мм). Частота измерений и запись производятся с периодичностью, которая устанавливается пользователем, причем параллельно производится запись значений температуры по инкрементируемым адресам памяти и формирование гистограммы в специально отведенной для этого области памяти.

За одну миссию (процесс измерения) можно записать до 2048 значений температуры через равные промежутки времени. Интервал между последовательными замерами программируется и может составлять от 1 до 255 мин. Гистограмма формируется на основе 63 температурных интервалов шириной 2°C каждый. Все они связаны с 16-бит двоичным счетчиком, показание которого увеличивается на единицу, как только измеренное значение температуры попадает в заданный интервал.

Кроме того, термометр фиксирует выход температуры за установленный пользователем допустимый диапазон. При этом отмечается момент выхода за диапазон, длительность

нахождения за его пределами, а также, насколько выше или ниже указанного диапазона оказалась измеренная температура. В память может быть записано до 24 таких случаев: по 12 для каждого края запрограммированного пользователем контрольного диапазона. Данные о контролируемом объекте записываются в энергонезависимую память. Обмен данными происходит в соответствии с однопроводным протоколом (1-Wire).

Сверхоперативная память (СОП) используется в качестве буфера при записи информации в энергонезависимую память и в специальные регистры, ведающие режимами работы устройства. При любом акте записи данных они сначала помещаются в сверхоперативную память, откуда могут быть считаны. Если контрольное чтение подтвердит их истинность, они перемещаются по заданному адресу в основную память. Этот процесс сохраняет целостность данных. Заводской 48-бит серийный номер соответствует абсолютной идентификации прибора. Двух приборов с одинаковыми серийными номерами не существует. Термохрон выпускается в прочном корпусе MicroCap. Несколько разновидностей крепежных аксессуаров позволяют крепить любой термохрон серии DS1921# к поверхности резервуаров, поддонов, баллонов и т.д.

#### Характеристики термохронов серии DS1921#

- Часы реального времени с точностью хода 2 мин/мес.
- Энергонезависимая память результатов на 2048 отсчетов.
- До 24 случаев выхода температуры за установленный диапазон с фиксацией времени и продолжительности данного события.
- 128 байт NVRAM (энергонезависимая память, Non Volatile Random Access Memory).
- 512 байт NVRAM для хранения данных об объекте
- Доступны три диапазона для измерения температур:
  - от 15 до 46°C с разрешением до 0,125°C;

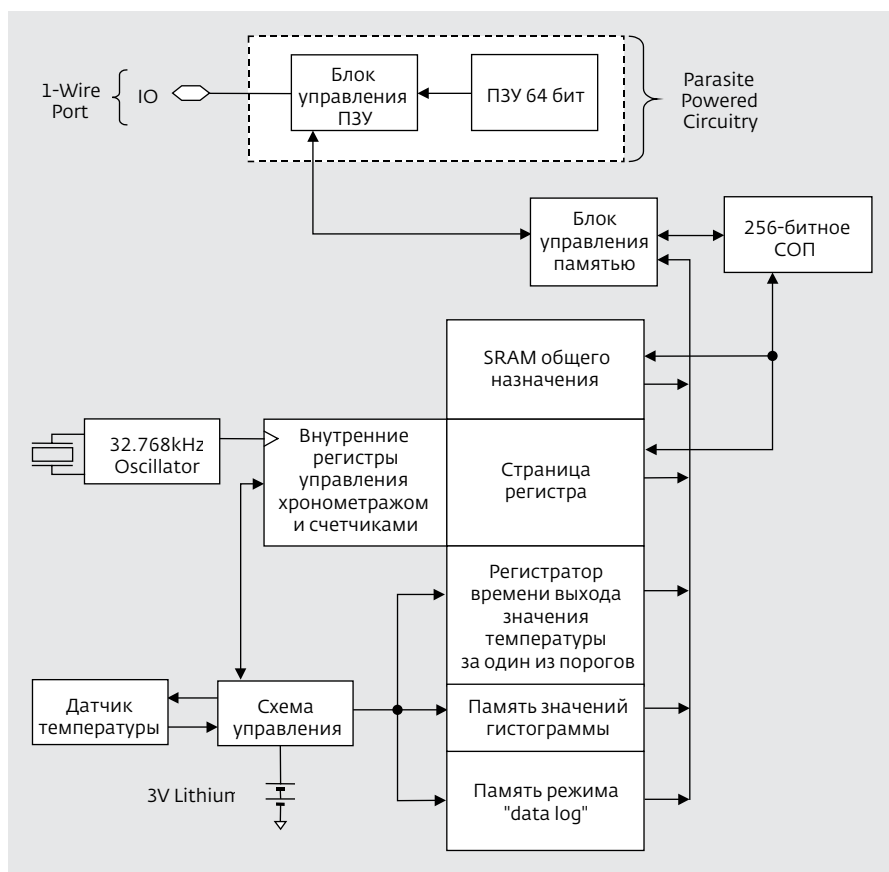


Рис.1. Функциональная схема термохрона DS1921H

- от -10 до 85°C с разрешением до 0,5°C;
- от -5 до 26°C с разрешением до 0,125°C (высокая точность измерений именно в этом температурном диапазоне обусловила широкое применение данной модификации датчика в медицине при перевозке препаратов крови, хранении лекарств и т.д.), а также при перевозке охлажденных продуктов.
- Диапазон рабочих температур от -40 до 70°C.
- Модификация DS1921G-F5 аналогична вышеописанному. Основные отличия этой модификации - диапазон рабочих температур от -40 до 85°C и равномерная точность результатов на всем диапазоне измерений.
- Регистрация температуры производится с установленной пользователем частотой в виде абсолютных значений и в форме гистограммы.
- Характеристики термохронов серии DS1921G
  - Цифровой термометр с дискретностью измерений по 0,5°C.
  - Интегрированные часы реального времени с точностью хода 2 мин/мес. в температурном диапазоне от 0 до 45°C.

- Автоматическое "пробуждение" и измерение температуры с установленной пользователем периодичностью от 1 до 255 мин.
- Энергонезависимая память на 2048 последовательных измерений температуры.
- Хранение гистограммы изменения температуры с точностью 2°C.
- 512 байт энергонезависимой памяти общего назначения, доступной для чтения/записи.
- Интерфейс 1-Wire, поддерживающий скорость обмена 15,4 или 125 Кбит/с.

### Датчики серии DS1922: DS1922L-F5/DS1922T-F5

Это более совершенные, но и более дорогие изделия. Остановимся на **модификации DS1922L – iButton**. iButton означает, что некоторое устройство (в данном случае – для измерения температур, но могут быть и другие варианты применения) совершенно автономно, просто в эксплуатации, корпус изготовлен из высококачественной стали, не боится ударов, грязи, влаги и т.д. Рабочий температурный диапазон DS1922L – от -40 до 85°C, точность измерения – не хуже  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  в диапазоне от -10 до 65°C. Температура измеряется с установленной пользователем периодичностью от 1 с до 273 ч. В микросхеме предусмотрена память объемом 8 Кбайт для записи значений температуры, доступ к которой защищен паролем. В журнале может быть сохранено до 8192 измерений с 8-разрядным результатом или 4096 измерений с 16-разрядным результатом. Дополнительно предусмотрено ОЗУ емкостью 512 байт для сохранения специфической информации приложения и емкостью 64 байт для сохранения калибровочных данных. Начало сохранения значений измеренной температуры может быть запрограммировано пользователем: немедленный старт сохранения результатов измерения; начало сохранения данных после установленной задержки; при выходе температуры за установленные пределы. Микросхема DS1922L настраивается и работает по последовательному 1-Wire интерфейсу. Она содержит уникальный 64-разрядный номер, записанный производителем в лазерное ПЗУ, что гарантирует уникальность каждого устройства. Дополнительные аксессуары позволяют устанавливать DS1922L практически на любых объектах, включая контейнеры, поддоны и др.

#### Характеристики датчика DS1922

- Автоматическое "пробуждение", измерение температуры и сохранение результата в 8-Кбайт

журнале (8-разрядный или 16-разрядный формат).

- Цифровой термометр с дискретностью измерений по 0,5°C в 8-разрядном формате и 0,0625°C в 16-разрядном формате (11 значащих разрядов).
- Точность измерения не хуже  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  в диапазоне температур от -10 до 65°C (для DS1922L).
- Периодичность измерений от 1 с до 273 ч.
- Программируемая задержка регистрации температуры: по истечении установленного времени; при выходе температуры за установленные контрольные значения.
- Программируемые ставки низкой и высокой температур.
- Быстрый доступ к устройствам с сигналом тревоги при помощи функции поиска на шине 1-Wire.
- 512 байт энергонезависимой памяти общего назначения и 64 байта памяти калибровки.
- Двухуровневая система защиты всей памяти и регистров конфигурации.
- Интерфейс 1-Wire, поддерживающий стандартную скорость обмена 15,4 Кбит/с и высокоскоростной режим 125 Кбит/с.
- Рабочий температурный диапазон: для DS1922L – от -40 до 85°C, для DS1922T – от 0 до 125°C.

Стоит также упомянуть интересное изделие из этой серии – DS1923G-F5 – гигрохрон. Его особенность в том, что в сегменте памяти последовательных отсчетов, помимо температурных значений, могут сохраняться также и значения относительной влажности. Диапазон измеряемых температур от -40 до 85°C, погрешность измерения  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Погрешность измерения влажности  $\pm 3\%$ .

### НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ КОМПАНИИ MAXIM INTEGRATED PRODUCTS В ОБЛАСТИ ДАТЧИКОВ

В феврале 2012 года компания представила два новых изделия – **MAX31722** и **MAX31723**. Это первые серийно выпускаемые низковольтные цифровые термометры-термостаты с трехпроводным интерфейсом и интерфейсом SPI (т.е. можно локально измерять температуру по выбору пользователя: через трехпроводный интерфейс либо через интерфейс SPI). ИС могут работать от низковольтного источника 1,7 В, в то время как для большинства конкурирующих изделий необходим источник питания 2,7 В. Низкое напряжение источника питания и ток потребления в режиме отключения 2,4 мкА делают ИС идеальными для применения в низковольтных устройствах и устройствах с питанием от аккумуляторов.

Для проектирования цифровых термометров-термостатов MAX31722 и MAX31723 разработчикам предоставляются вспомогательные средства. Во-первых, интерфейсы SPI или трехпроводный могут использоваться для считывания и записи данных. Во-вторых, пользователь может настроить точность считываемых данных в 9 и 12 разрядов в зависимости от требуемой точности измерения температуры в приложении. В термометрах может быть обеспечена как высокая, так и низкая точность –  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  для MAX31723 и  $\pm 2^\circ\text{C}$  для MAX31722.

Схемы MAX31722 и MAX31723 универсальны. Энергонезависимая память для хранения предельных значений срабатывания термореле может быть запрограммирована во время работы или предварительно до размещения компонента и не требует перепрограммирования при каждом включении питания. Кроме того, встроенная энергонезависимая память повышает помехозащищенность при незапланированных отключениях источника питания.

Для обеих ИС пользователь сам может выбрать режим измерения температуры: однократный или непрерывный. Однократный режим позволяет ограничить необходимую для работы ИС потребляемую мощность за счет включения ИС только при проведении измерений. При непрерывном режиме осуществляется автономное непрерывное измерение, что снижает нагрузку на основной процессор.

MAX31722 и MAX31723 работают от источника питания номиналом от 1,7 до 3,7 В. Температурный диапазон – от  $-40$  до  $125^\circ\text{C}$ , выпускаются в 8-выводном корпусе  $\mu\text{MAX}$ . Схема включения MAX31722 и MAX31723 приведена на рис.2.

**Оптический датчик MAX44000.** В нем совмещены функции датчиков освещенности и приближения. Схема была представлена в январе 2012 года. Сегодня такие датчики очень востребованы. Изготавливаются они по технологии ViCMOS. В одном компактном корпусе  $2 \times 2 \times 0,6$  мм размещены три фотодетектора, два АЦП и цифровой блок. Подобная интеграция дает возможность разместить датчик в ограниченном объеме при сохранении его высокой функциональности и производительности.

MAX44000 имеет низкую потребляемую мощность: 5 мкА при работе только датчика освещенности и 7 мкА при включении обоих датчиков (освещенности и приближения). Низкая потребляемая мощность существенно увеличивает время работы устройства от аккумулятора и продлевает срок службы.

ИС MAX44000 предназначены для применения в сенсорных устройствах, включая смартфоны, планшетные компьютеры, промышленные цифровые измерительные системы и датчики движения.

Например, в смартфоне, когда он оказывается непосредственно у головы пользователя, датчик приближения отключает сенсорный экран (принятый сигнал поступает по информационному

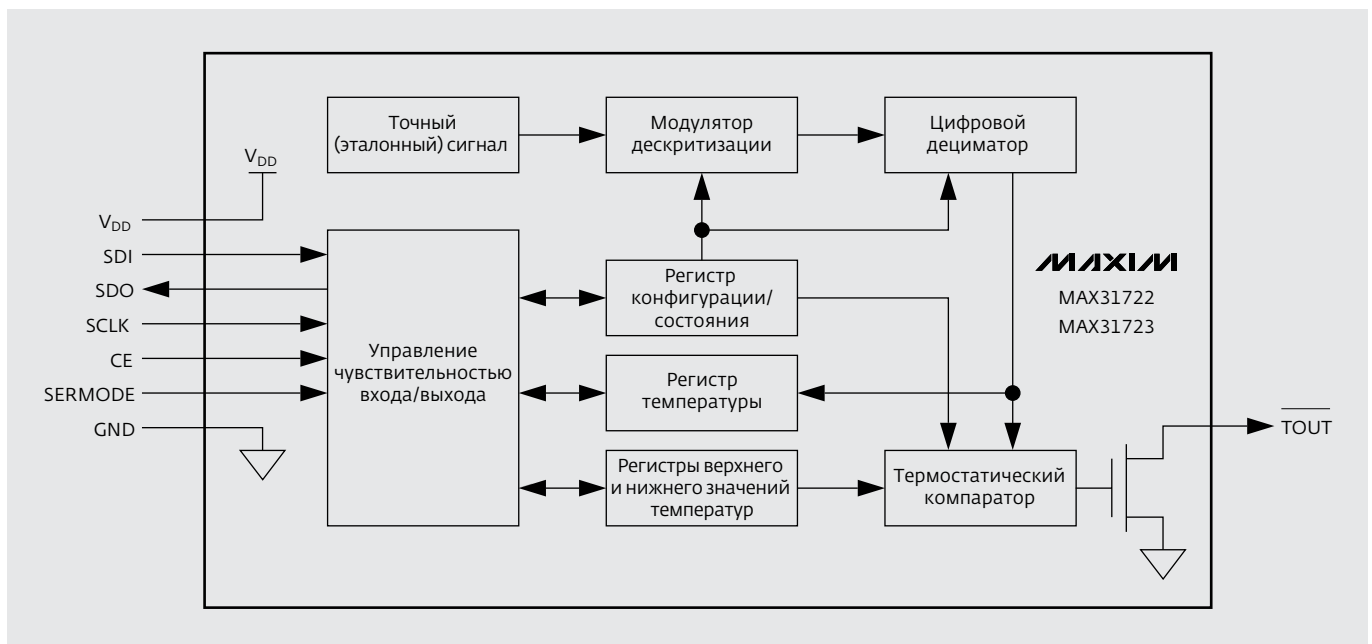


Рис.2. Функциональная схема MAX31722 и MAX31723

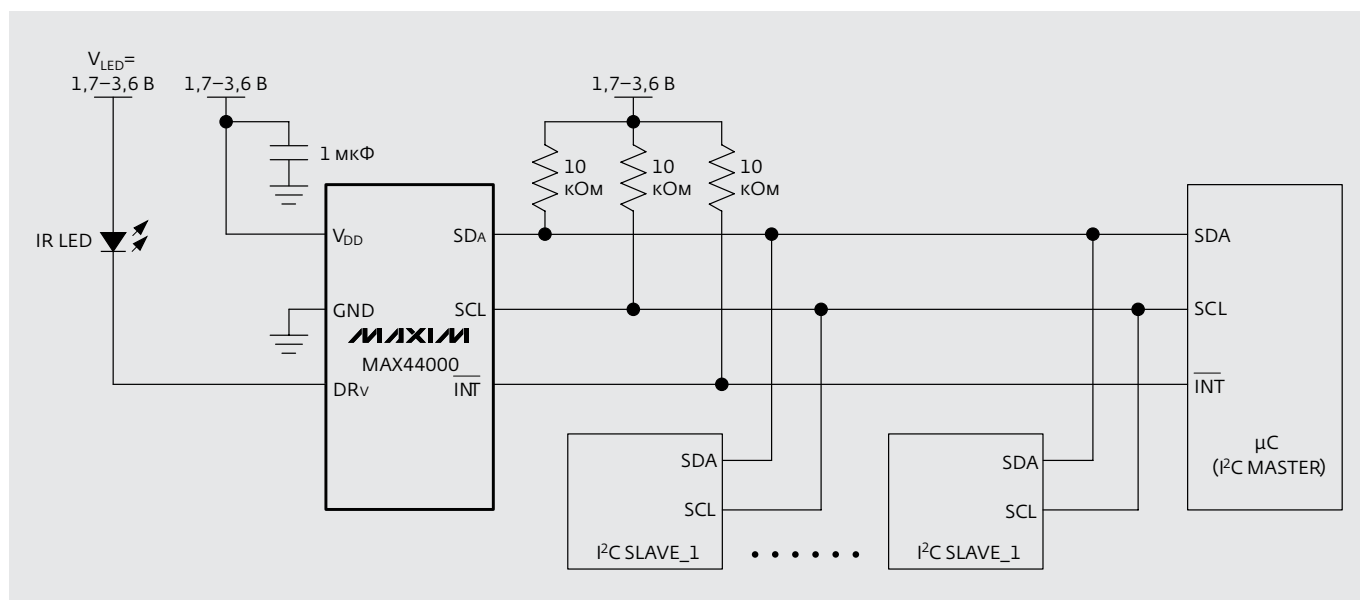


Рис.3. Типовая схема включения датчика MAX44000

каналу в блок фильтрации электромагнитных помех и затем отсылается в АЦП) для предотвращения произвольных нажатий, которые могут сорвать вызов абонента. Подобный подход позволяет ИС MAX44000 работать в условиях повышенных электромагнитных и инфракрасных помех.

Надо сказать, что на обычные датчики освещенности сильно действуют ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, которые человеческий глаз не различает. Это приводит к неточности в работе датчиков. В новой схеме MAX44000 при наличии работающего внешнего инфракрасного жидкокристаллического экрана используется однофазная синхронизация, которая делает

датчик нечувствительным к внешнему инфракрасному излучению с постоянной частотой. И все это благодаря технологии BiCMOS компании Maxim, которая дает возможность совместить два фотодиода и оптический фильтр для фильтрации ультрафиолетового и инфракрасного излучений. Вследствие этого ИС MAX44000 с высокой точностью воспроизводит отклик на оптический сигнал аналогично человеческому глазу в различных условиях. Подобная устойчивость датчиков к ультрафиолетовому и инфракрасному излучениям повышает надежность их работы. На рис.3 представлена типовая схема включения данного датчика.

ИС MAX44000 разработана для портативных систем с компактными размерами, поэтому она выпускается в 6-выводном корпусе UTDFN-Опто-EP с габаритами 2×2×0,6 мм и работает в температурном диапазоне от -40 до 105°С.



Рис.4. Цифровой датчик освещенности MAX44007



**Цифровые датчики освещенности МАХ44007 и МАХ44009** (рис.4) были представлены компанией в феврале 2011 года. ИС предназначены для применения в планшетных компьютерах и ноутбуках, смартфонах, телевизорах, цифровых системах измерения и контроля общей освещенности.

Датчики МАХ44007 и МАХ44009 разработаны в соответствии с технологическим процессом BiCMOS, включают два фотодетектора и АЦП, расположенные в одном компактном корпусе 2×2×0,6 мм. Высокая интеграция облегчает размещение датчиков в небольших объемах при сохранении его высокой производительности. Они потребляют почти в 100 раз меньше энергии, чем конкурирующие устройства, и существенно увеличивают время работы от аккумулятора.

ИС имеют уникальную функцию прерывания, которая дает возможность постоянно измерять пороговое значение. Дополнительная функциональность расширяет возможности экономии энергии за счет снижения рабочей частоты интерфейса I<sup>2</sup>C. Схема включения МАХ44007 приведена на рис.5.

Далее рассмотрим некоторые очень важные характеристики датчиков МАХ44007 и МАХ44009.

#### Удаленная обработка результатов измерений.

Датчики освещенности широко используются в разнообразных устройствах отображения и освещения, при этом результаты измерения для последующей обработки иногда необходимо передавать

на большие расстояния. Если датчик размещается в устройстве, то в этом случае различными могут быть не только расстояния между датчиком и освещенной поверхностью, но и, например, характеристики стекла, закрывающего датчик, и ряд других. Более того, и сами датчики от партии к партии различаются, и все эти обстоятельства в результате приводят к ошибке считывания 50% и более. Именно по этой причине ложные срабатывания стали проблемой для этого вида изделий.

При интеграции датчиков, как, например, в ИС МАХ44007 и МАХ44009, максимальная общая ошибка становится меньше 15%. Кроме того, высокая точность измерения уровня света и устойчивость датчиков к паразитным наводкам обеспечивается посредством цифрового коммуникационного интерфейса. В совокупности два этих фактора дают возможность получить точные надежные результаты при измерении уровня освещенности.

**Возможность видеть свет подобно человеческому глазу.** Соотнести оптическое восприятие уровня освещенности человеческим глазом и электронным устройством очень сложно. Обычные датчики измеряют количество света независимо от длины волны, поэтому невозможно оценить влияние ультрафиолетовой и инфракрасной частей спектра, которые не распознаются человеческим глазом. И эта проблема приводит к ошибочной интерпретации значений и требует широкого диапазона регулирования

яркости. Проблема усугубляется при наличии источников с различным спектром излучения, например, у ламп накаливания большая часть излучения лежит в инфракрасной, а не в ультрафиолетовой части спектра.

Технология Maxim BiCMOS позволяет интегрировать два фотодиода, т.е. получить оптический фильтр, отсекающий ультрафиолетовую и инфракрасную части спектра. Это дает возможность датчикам МАХ44007 и МАХ44009 идентифицировать уровень видимого света при различных внешних условиях аналогично человеческому глазу. Усовершенствованные алгоритмы коррекции для

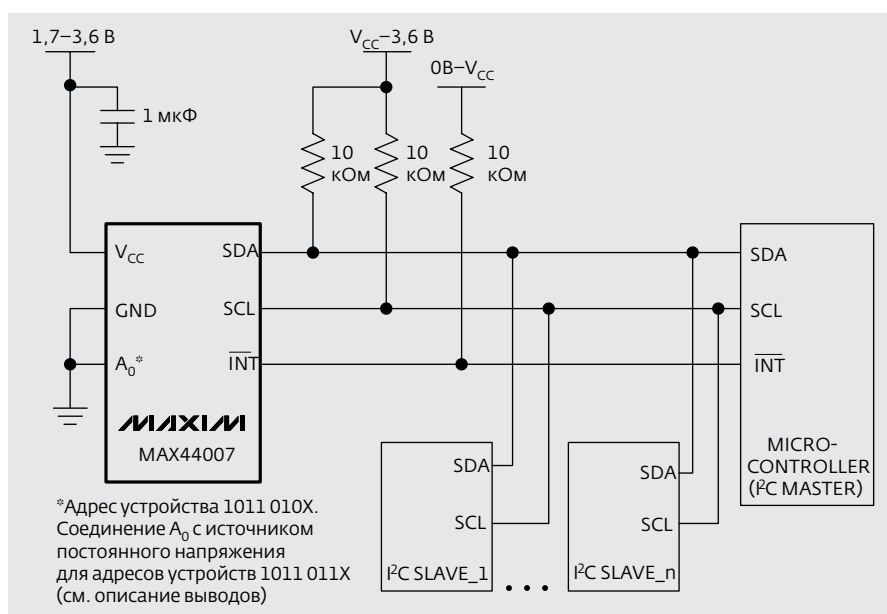


Рис.5. Схема включения МАХ44007

источников с различным спектром излучения позволяют осуществлять прецизионные измерения. Кроме того, встроенный АЦП может переключаться для работы в диапазоне от 6,25 до 800 мс. По умолчанию время преобразования составляет 100 мс, что максимально соответствует фильтрации частоты 50 или 60 Гц.

**Возможность работы за затемненным стеклом.** Портативные устройства часто комплектуются цветными или затемненными стеклами. Поэтому возникает ряд проблем при работе датчиков освещенности, связанных с искажениями, вносимыми стеклом в распространение световой волны, и смещением спектра. При измерении погрешности обычно учитываются характеристики и тип стекла, так как стекло тоже дает оптические искажения, и разный тип стекла по-разному может влиять на результаты измерений.

МАХ44007 обеспечивает работу на базе фотодиодов инфракрасного излучения и фотодиодов инфракрасного и видимого излучений (датчики двух типов). Изначально разработчикам известны свойства затемненного стекла, что обеспечивает измерение светового потока с высокой точностью и чувствительностью (менее 0,025 лк).

**Повышение точности измерения и расширение динамического диапазона.** Датчики освещенности должны иметь максимально широкий динамический диапазон для работы с источниками света с широким спектром излучения – от прямого солнечного света до полной темноты. В цифровых датчиках МАХ44007 и МАХ44009 уровень усиления может быть задан в широком диапазоне значений, что дает возможность работать в различных режимах с разными источниками света. МАХ44007 и МАХ44009 имеют уникальный блок, который автоматически устанавливает оптимальный диапазон усиления. Эта возможность облегчает разработчикам процесс ручного программирования системы в тех случаях, когда устройство работает без управляющего процессора или микроконтроллера. Кроме того, блок усиления обеспечивает широкий динамический диапазон измерения. МАХ44009 может осуществлять измерения освещенности от 0,045 до 188000 лк при динамическом диапазоне более чем 4000000:1. Особенностью данного устройства также является и простая "обвязка", т.е. набор компонентов, обеспечивающих работу схемы, минимизирован. Эта инновация дает максимальную точность измерений в широком диапазоне.

**Возможность снизить потребляемую мощность и сложность разработки.** МАХ44007 и МАХ44009 разработаны специально для устройств с ограниченным энергопотреблением. ИС имеют низкий рабочий ток – 0,65 мкА, что зачастую меньше, чем у аналогичных датчиков даже в режиме отключения. Они работают от стандартного источника питания с напряжением от 1,7 до 3,6 В. Рассеиваемая мощность ИС всего 1,1 мкВт, что почти в 100 раз меньше, чем у ближайшего конкурирующего решения (124 мкВт).

Дополнительное преимущество – один источник 1,8 В для работы датчика освещенности и интерфейса I<sup>2</sup>C. Это помогает снизить рассеиваемую мощность и уменьшить сложность разработки. Адресные входы дают возможность использовать два датчика на одной шине I<sup>2</sup>C.

ИС МАХ44007 и МАХ44009 разработаны для применения в компактных системах, выпускаются в 6-выводном корпусе типа UTDFN-Opto-EP с габаритами 2×2×0,6 мм.

Информация взята с сайта <http://www.maxim-ic.com/> ●