

Датчики уровня освещенности, приближения и цвета от компании Avago Technologies

Алексей ПАНКРАШКИН
Alexey.Pankrashkin@macrogroup.ru

В данной статье мы рассмотрим три типа датчиков, выпускаемых компанией Avago Technologies (Agilent Technologies): датчики уровня освещенности, приближения и цвета, их устройство, принцип работы, особенности и возможные применения.

Датчики уровня освещенности

Компания Avago Technologies выпускает ALPS-серию датчиков освещенности. На данный момент в серии три типа датчиков: HSDL-9000 (стандартные), HSDL-9001 и APDS-9002/3 (миниатюрные). Устройства предназначены для определения уровня освещенности, и если он недостаточен, выдает сигнал для включения, например, подсветки экрана, индикаторов, клавиатуры или повышения степени освещения в помещении.

Датчики созданы на основе фотодиода (или фототранзистора) с максимальной спектраль-

ной чувствительностью, совпадающей с максимальной чувствительностью человеческого глаза, которая составляет 550 нм (рис. 1). Вот почему эти датчики превосходят аналогичные изделия других типов. На рис. 2 и в таблице 1 представлены характеристики чувствительности датчиков ALPS и кремниевых датчиков уровня освещенности в зависимости от источника освещения: флюоресцентная лампа, лампа накаливания и галогеновая лампа. В таблице 2 приведены уровни освещенности от различных источников света. Уровень освещенности в реальных помещениях изменяется от 30–60 лк для лампы

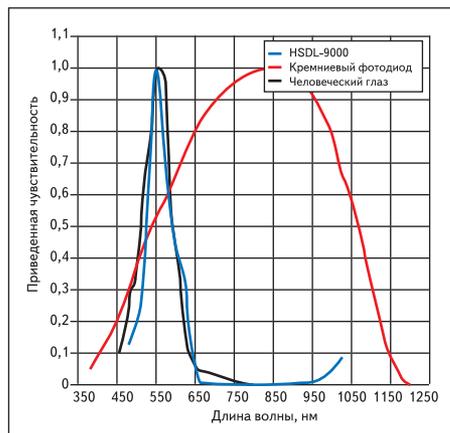


Рис. 1. Зависимость чувствительности от длины волны

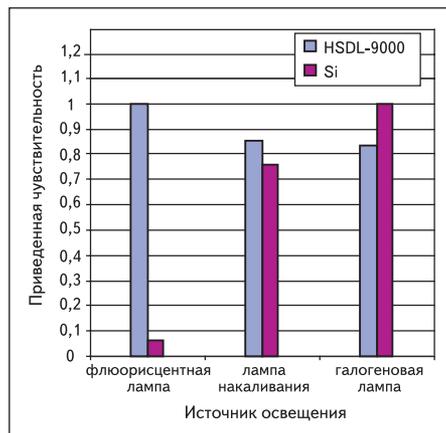


Рис. 2. Зависимость фототока от уровня освещенности

Таблица 1

Свойства	Фотодиод HSDL-9000	Кремниевый фотодиод	Фототранзистор	LDR
Темновой ток	Низкий (< 1нА)	Низкий (< 1нА)	Средний (несколько мкА)	Средний/Высокий (темповое сопротивление от нескольких кОм до нескольких МОм)
Усиление по току	Нет	Нет	Да	Да
Потребляемая мощность	Незначительная	Незначительная	Средняя	Средняя/Большая
Время отклика	Маленькое (десяти микросекунд)	Маленькое (десяти микросекунд)	Среднее (сотни микросекунд)	Большое (от нескольких единиц до нескольких десятков миллисекунд)
Линейность фотоотклика	Отличная	Отличная	Средняя	Средняя
Режим работы	Фотонапряжение или фотопроводимость	Фотонапряжение или фотопроводимость	Фотопроводимость	Фотопроводимость
Спектральная чувствительность	Узкий спектр с пиком около максимума чувствительности человеческого глаза	Широкий спектр	Широкий спектр	Широкий спектр

Таблица 2

Источник света	Изображение	Освещенность (Люкс)
Прямой солнечный свет		100 000–130 000
		10 000–20 000
Солнечный день, непрямо солнечный		1000
Облачный день		100
Пасмурный день		0,01–0,1
Полная луна		0,001
Облачная ночь		10–15
Свеча		750
Галогеновая лампа		300–500
Офисная флюоресцентная лампа		50–100
Флюоресцентная лампа, коридор		20
Хорошо освещенная улица		0,1
Плохо освещенная улица		

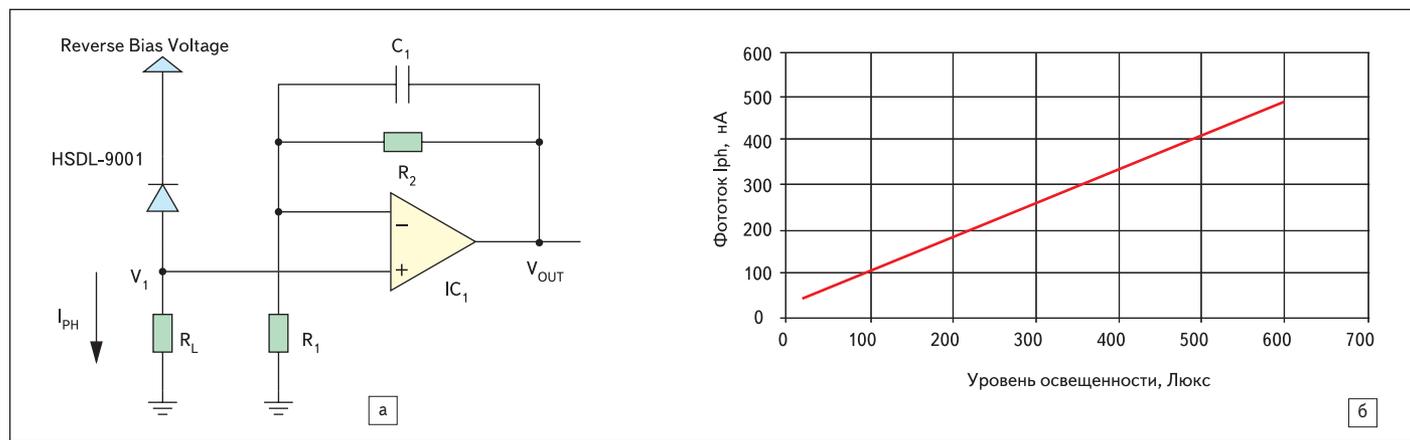


Рис. 3. а) Типовая схема включения датчика уровня освещенности HSDL-9001 и б) зависимость фототока от уровня освещенности

Таблица 3

Параметр	HSDL-9000	HSDL-9001	APDS-9002/3
Размер (h×w×d), мм и тип корпуса	1,10×4,00×3,20 PLCC	0,60×2,00×1,50 QFN	APDS-9002: 0,8×2,00×1,25 APDS-9003: 0,55×1,6×1,5 стандартный chipLED
Вид			
Схема			
Тип выходного сигнала	цифровой	аналоговый	аналоговый
Напряжение питания, В	2,7–3,6	2,7–3,6	2,4–5,5
Рабочая температура, °С	–25...+85	–25...+85	–40...+85
Ток	Дежурный режим: < 10 мкА (тип.) Режим ожидания: 30 мкА (тип.)	Темновой ток: 5 нА (макс.)	Темновой ток: 160 нА (тип.)
		Световой ток: 5 нА до 500 нА 125 нА (тип.) при 100 Люкс	Световой ток: 10 мкА до 400 мкА 250 мкА (тип.) при 100 Люкс

накаливания до 700–750 лк для галогенной лампы. При использовании, например, кремниевых фотодиодов, видно, что работа устройства сильно зависит от типа источника света и различна при дневном освещении, люминесцентном свете или освещении галогенной лампой. Датчики уровня освещенности серии HSDL-9000 работают практически одинаково при любых источниках света.

Датчик HSDL-9000 состоит из фотодиода и аналого-цифрового преобразователя и выполнен в миниатюрном безвыводном корпусе для поверхностного монтажа PLCC. Регулировка чувствительности: три цифровых или аналоговых уровня. Датчик HSDL-9001 выпускается в недорогом безвыводном корпусе для поверхностного монтажа QFN, имеет аналоговый выход и управление порогом срабатывания. Типовая схема включения датчика HSDL-9001 приведена на рис. 3а. Диапазон изменения фототока от 5 до 500 нА, при изменении уровня освещенности до 600 лк (рис. 3б). Размеры, напряжение питания,

рабочие температуры, токи потребления и фототоки для этих датчиков приведены в таблице 3. Сегодня наиболее оптимальным по параметрам является датчик APDS-9002/3. Он, как и все устройства названной серии, оптимизирован под кривую видности человеческого глаза, имеет аналоговый выход и отличную линейность фототока в широком диапазоне освещенности 10 лк до 1 клк, низкое изменение чувствительности в зависимости от разных источников света, напряжение питания от 2,4 до 5,5 В, промышленный температурный диапазон –40...+85 °С, выполнен также в миниатюрном недорогом корпусе для поверхностного монтажа chipLED. Типовая схема включения датчика APDS-9002 приведена на рис. 4а. Диапазон изменения фототока от 10 до 400 мкА при изменении уровня освещенности до 600 лк (рис. 4б).

Фоновая подсветка необходима приблизительно 40% времени, поэтому датчики освещенности помогут значительно увеличить время между зарядками аккумуляторов в портативных устройствах или сэкономить элек-

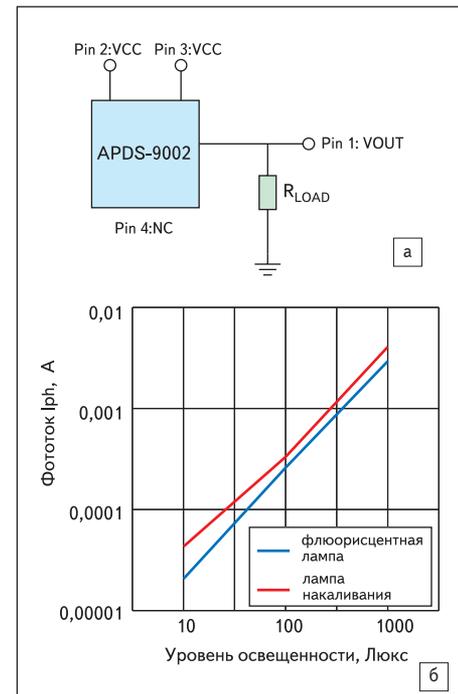


Рис. 4. а) типовая схема включения датчика уровня освещенности APDS-9002 и б) зависимость фототока от уровня освещенности

троэнергию при оптимизации уровня освещения в помещении. Это особенно актуально в связи с расширением использования цветных ЖК-индикаторов в портативных устройствах, потребляющих значительно больше электроэнергии, а также вызвано развитием системы «умный дом». Сегодня можно выделить следующие направления, где используются или возможно использование данных датчиков, — различные портативные переносные приборы для промышленного применения, мобильные телефоны, КПК, цифровые камеры, видеокамеры, бытовое применение (освещение в помещениях, аудитории, ЖКИ-телевизоры), автомобили (приборные панели, головной и задний свет, габаритные огни), автоматы по продаже билетов, кофе и т. д.

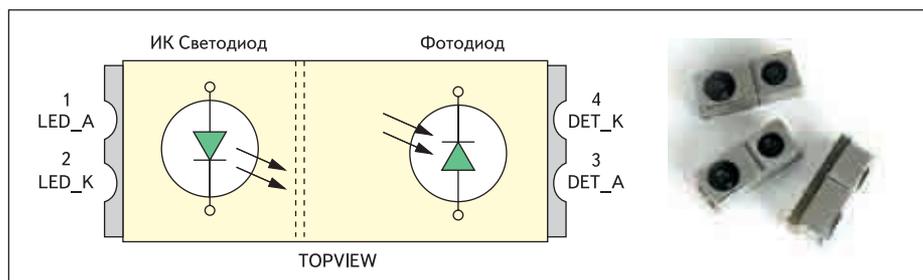


Рис. 5. а) блок-диаграмма типового датчика приближения компании Avago Technologies и б) вид HSDL-9100

В планах компании Avago Technologies выпуск датчиков уровня освещенности второго и третьего поколений — APDS-9005 и APDS-9007 соответственно. Такие датчики способны работать в промышленном температурном диапазоне, в широком диапазоне уровня освещенности от 3 лк до 50 клк, отличаются маленьким корпусом и низким энергопотреблением, большей чувствительностью, меньшей зависимостью фототока от температуры.

Датчики приближения

Датчики приближения (близости) компании Avago Technologies являются устройствами отражательного типа с аналоговым выходом. В качестве излучателя в них используется ИК-светодиод, в качестве приемника — PIN-фотодиод. Блок-диаграмма сенсора приведена на рис. 5а. Светодиод излучает импульс света в ИК-диапазоне. Если на пути излучения от ИК-светодиода нет никакого объекта/препятствия, отражающего свет на фотодиод, объект не будет детектироваться. При наличии препятствия/объекта фотодиод датчика обнаружит отраженный от объекта ИК-импульс света и преобразует его в электрический сигнал.

Сегодня промышленно производится датчик приближения HSDL-9100 (рис. 5б). Чтобы гарантировать хорошую оптическую изоляцию, обеспечивающую близкие к нулю наводки, он имеет специально разработанный металлический SMD-корпус размерами 2,7×2,75×7,1 мм. HSDL-9100 обладает очень

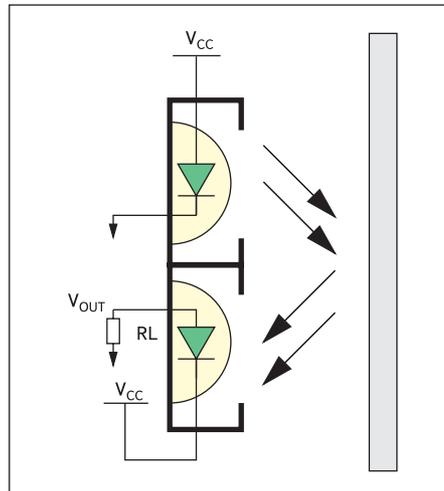


Рис. 6. Поверочная схема измерения с использованием в качестве объекта серой поверхности, так называемой серой карты или Kodak нейтральной испытательной карты, имеющей коэффициент отражения 18%

низким темновым током и высоким отношением сигнал/шум (SNR) благодаря сочетанию высокоэффективного инфракрасного излучателя и детектора с высокой чувствительностью. Датчик способен обнаруживать приближение объекта на расстоянии от 0 до 60 мм, рабочий температурный диапазон составляет $-40...+85$ °С. Окружающий свет оказывает влияние на чувствительность датчика. Солнечный свет или яркая лампа подсветки, в спектре которых есть ИК-составляющая, может перевести его в устойчивое состояние с низкой чувствительностью. Поэтому в та-

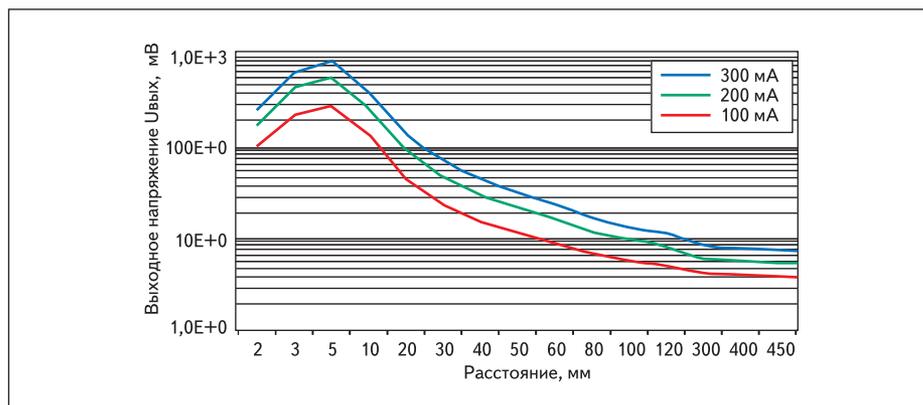


Рис. 7. Зависимость выходного напряжения от расстояния до объекта при комнатной температуре

ких датчиках используются узкополосные фильтры, соответствующие длине волны ИК-светодиода. В качестве ИК-узкополосного фильтра применяется окрашенный поликарбонат (пластмассовый материал) с коэффициентом поглощения не более 10%.

На рис. 6 показана стандартная рекомендованная поверочная схема измерения с использованием в качестве объекта серой поверхности, так называемой серой карты, или Kodak-нейтральной испытательной карты, с коэффициентом отражения 18%. Когда HSDL9100 находится в режиме измерения фототока, нагрузочный резистор R_L преобразовывает фотопоток в напряжение. Выбор нагрузочного резистора R_L играет существенную роль. Если R_L слишком большой, постоянная времени RC высока и увеличивается время отклика. Но если R_L слишком мал, это вносит большие тепловые шумы в схему. На рис. 7 приведена зависимость выходного напряжения от расстояния до объекта для трех значений тока на ИК-излучающем светодиоде (100, 200 и 300 мА) при комнатной температуре.

Использование датчика приближения возможно в бытовой электронике, медицинском и промышленном оборудовании, в частности, в автомобильной электронике для замены механического выключателя в автомобильном освещении. На рис. 8 представлена фотография серийного изделия и типовая схема для данного применения. Датчики уровня освещенности и приближения применяются в действующем оборудовании фирмы Diehl AKO, немецкого производителя бытовой кухонной техники. Вот еще несколько примеров того, где используются изделия Avago Technologies. Так, датчик уровня освещенности предназначен для подсветки индикаторов, табло, для системы детектирования бумаги, а датчик приближения — для системы отсутствия/наличия билета и кредитной карты, системы наличия/отсутствия пассажира или груза дверей. Эти устройства охотно приобретают для своего оборудования многие европейские фирмы, в том числе немецко-французская Parkeon — производитель автоматов по продаже билетов, испанская GM Vending/Electronica Falcon — изготовитель автоматов по продаже сигарет и кофе, итало-испанская FP Electronics/Alba Electronica — производитель сигнальных табло и дисплеев для дорожной разметки и указателей, рекламы, автозаправок, немецкая Heidelberg, выпускающая оборудование для типографий. А также известный немецкий производитель лифтового оборудования Otis.

Датчики цвета

Не так давно производителям, использующим оптоэлектронные датчики, было достаточно лишь данных о силе света. Сейчас требования к таким датчикам растут, поскольку необходима гораздо более точная информа-

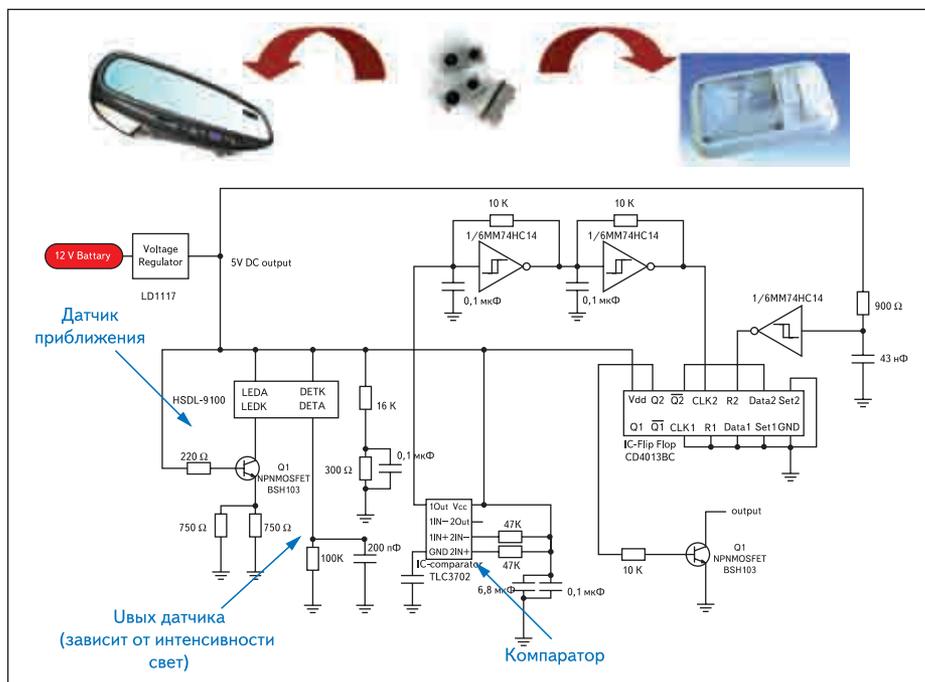


Рис. 8. Использование датчика приближения для замены механического выключателя и типовая схема для данного применения

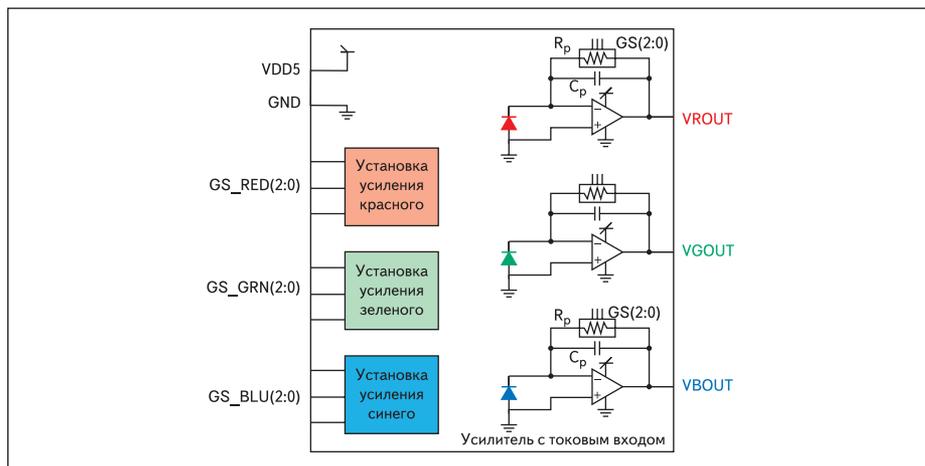


Рис. 9. Блок-схема типового датчика цвета от Avago Technologies

ция о цвете света. Поэтому в последние годы в промышленности и на потребительском рынке все большее распространение получают RGB (красный, зеленый, синий) датчики цвета. Avago Technologies разработала семейство RGB-преобразователей света в напряжение. RGB-датчик цвета Avago состоит из фотодиодной матрицы, красного, зеленого и синего фильтров и трех усилителей с токовым входом, объединенных в одной монолитной КМОП-микросхеме. RGB-фильтры разлагают падающий свет на красную, зеленую и синюю составляющие. Фотодиод соответствующего канала цвета превращает их в фототок. Затем три усилителя с токовым входом — по одному для каждой R-, G- и B-составляющей — преобразуют фототок в напряжение. Вместе три аналоговых выхода несут информацию о цвете и силе света. Выходное напря-

жение на каждом из каналов (R, G, B) линейно увеличивается с ростом силы света. Блок-схема типового датчика цвета от Avago Technologies приведена на рис. 9. Сейчас выпущены несколько датчиков подобного типа, в числе последних — ADJD-S313-QR999 и HDJD-S722-QR999, которые обеспечивают точную и надежную работу при достаточно невысокой цене.

ADJD-S313-QR999 выполнен в 20-выводном QFN (плоский квадратный корпус без выводов) SMD-корпусе размером 5×5×0,75 мм. Датчик имеет RGB-фильтры и фотодиодную матрицу, АЦП и цифровое ядро для связи с микроконтроллером и регулировки чувствительности и может напрямую взаимодействовать с микроконтроллером без каких-либо дополнительных компонентов. Это обеспечивает более простое согласование

устройств. Интегрированный АЦП позволяет избежать и от нежелательных шумов, связанных с предварительной обработкой аналогового сигнала. Встроенные RGB-фильтры разработаны на основе матрицы фотодиодов с равномерным распределением элементов. Однородное распределение RGB-фильтров и фотодиодных матриц уменьшает влияние градиента освещенности, связанное с ошибками измерений и неровностями используемых поверхностей. Датчик работает от источника питания с напряжением 2,6 В, обеспечивая значительно более низкое энергопотребление. ADJD-S313-QR999 может использоваться в широком динамическом диапазоне уровня освещенности и идеально подходит для применений в устройствах, которые требуют высокой степени интеграции, меньшего размера и малого потребления мощности. Имея широкий диапазон чувствительности, ADJD-S313-QR999 может использоваться для решения большого спектра задач с различными уровнями освещенности просто за счет регулировки коэффициента усиления. Регулировка чувствительности выполнена с помощью последовательного интерфейса и может быть оптимизирована индивидуально для каждого канала цветности. Например, датчик ADJD-S313-QR999 может также использоваться вместе с белым светодиодом для измерения цвета отраженного излучения. К дополнительным возможностям прибора относится переход в спящий режим, что минимизирует энергопотребление. Рабочий температурный диапазон прибора — от 0 до +70 °С. Для цветного датчика HDJD-S722-QR999 нужен один источник питания напряжением 5 В. Интегральное исполнение и стандартное 5-вольтное питание гарантирует недорогое и эффективное решение для измерения цвета. Микросхема выпускается в плоском квадратном безвыводном корпусе типа QFN.

Данные датчики цвета могут использоваться для цветных измерений, контроля и управления цветом в промышленной автоматике, бытовой технике, текстильной промышленности, светодиодной подсветке ЖК-дисплеев и телевизоров, измерения цвета в портативном медицинском оборудовании и диагностической аппаратуре, а также в считывающих устройствах.

Для эффективной обработки информации с датчиков цвета фирма Avago Technologies производит контроллеры цвета, например HDJD-J822. В следующих номерах будет рассказано о новом решении управления уровнем освещенности и цветом (ICM) с системой обратной связи, способной, например, компенсировать различие скорости деградации RGB-светодиодов и поддерживать точный цвет. Система обратной связи управления уровнем освещенности и цветом состоит из трех компонентов: датчика цвета, RGB-контроллера и светодиодов. ■