

УДК 621.317.7

В.П. Ярцев

Государственный университет телекоммуникаций, Киев

## УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ КВАЗИДВУМЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДИСКРЕТНО-АНАЛОГОВОЙ ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ НА СВЕТОДИОДНОЙ ШКАЛЕ

Предложена и аналитически обоснована схема двухтактного мультиплексного формирования квазидвумерной информационной модели дискретно-аналоговой формы представления данных на информационном поле светодиодной шкалы с большим числом излучающих элементов. Проанализированы существующие методы стабилизации тока возбуждения светодиодов и оценка зависимости яркости свечения от разброса параметров излучающих элементов светодиодной шкалы.

**Ключевые слова:** информационная модель, дискретно-аналоговое устройство, светодиодная шкала, излучающие элементы, светотехнические характеристики, термостабилизация  $p$ - $n$  перехода.

### Введение

Для отображения информации в условиях ограниченной освещенности, резких колебаний температуры, влажности, вибрации, с высокой яркостью и надежностью распознавания используют полупроводниковые шкальные индикаторы (ПШИ). Созданное на их основе информационное поле (ИП) осуществляет преобразование данных в различные визуальные информационные модели (ИМ), обеспечивающие достоверную оценку измеряемых параметров управляемой системы. На современном этапе развития техники особое внимание уделяется согласованию свойств системы отображения информации (СОИ) психофизиологическим возможностям обслуживающего персонала. Становится актуальной проблема построения схем формирования ИМ представления информации оптимальной для конкретного места и условий применения индикатора. Считается, что оптимальной является ИМ обеспечивающая надежное восприятие сообщений, соответствие индикатора отображаемым данным и согласование формы отсчетного устройства направлению движения отображаемого параметра [1, 2, 5].

#### 1. Выбор способа технической реализации схемы формирования информационной модели

Входные данные системы отображения информации могут быть представлены в аналоговой или цифровой форме. В первом случае при построении схемы управления полупроводниковым шкальным индикатором используются аналого-кодовые преобразователи на базе поликомпараторных схем, обладающие такими достоинствами как простота и экономичность технической реализации. Существенным недостатком данного способа является ограниченное

число вариантов построения информационных моделей дискретно – аналоговых форм представления данных. Поэтому все чаще переходят к цифровой форме представления входного сигнала и применения схем управления на основе цифро-кодовые преобразователи.

Существующая зависимость между прямым током протекающего через светодиодный излучающий элемент и температурой окружающей среды вызывает необходимость учитывать температуру, тепловое сопротивление и рассеиваемой мощностью  $p$ - $n$  перехода. На стабильность светотехнических характеристик полупроводниковых шкальных индикаторов влияют различия температурных коэффициентов расширения материалов корпуса прибора, токопроводящих элементов и заполняющих компаундов. Термические напряжения, вызванные недостаточным отводом выделяемых  $p$ - $n$  переходом тепловых мощностей, могут вызвать выход индикатора из строя. Поэтому ограничения, накладываемые на протекающие через  $p$ - $n$  переходы токи, связаны не только с критическими их значениями, при которых деградация светоотдачи не превышает допустимую величину, но и со значениями выделяемых тепловых мощностей. Необходимость снижения прямого тока приводит к потере яркости свечения излучающего элемента, что является одним из существенных недостатков полупроводниковых индикаторов. Необходимость применения автоматического регулирования прямого тока и цепей термостабилизации, усложняет схему управления и ограничивает возможности использования полупроводниковых шкальных индикаторов.

Для регулировки яркости светодиода применяется изменение прямого тока  $I_{np}$  или прямого

напряжения  $U_{np}$ . Изменение этих параметров приводит к сдвигу длины волны, цветовой температуры излучаемого света, что особо заметно у красных светодиодов (660нм), где уровень яркости колеблется в диапазоне 5-150мккд, в то время как у зеленых (570нм) от 15-400мккд. Метод широтно-импульсной модуляции ШИМ (PWM-англ.) обеспечивает возбуждение светодиода последовательностью импульсов питающего напряжения с частотой следования от 200 до 1000 Гц и скважностью импульсов в диапазоне от 1 до 10, регулирующим время протекания тока через светоизлучающий элемент полупроводникового шкального индикатора и изменением среднего импульсного прямого тока  $I_{ср\_пр\_умп}$  [6]. При этом зрение будет интегрировать и интерпретировать отдельные световые импульсы как изменение силы света. При  $I_{np}=20\text{мА}$ ,  $T=27^\circ\text{C}$  сила света светодиода  $I_v$  изменяется линейно при соответствующем линейном изменении скважности  $Q = t_p/T$ . При неизменном прямом токе  $I_{np}$  яркость меняется в зависимости от скважности  $Q$  в следующем соотношении  $Q_2 < Q_1 < Q_3$  [1, 2].

Использование режима импульсного питания позволяет без ухудшения яркостных характеристик снизить средний прямой ток  $I_{ср\_пр\_умп}$  через возбуждаемый излучающий элемент. Для получения яркости свечения излучающего элемента достигаемой при постоянном токе 10 мА, достаточно сформировать управляющий сигнал с импульсным током 40 мА и частотой 30—40 Гц при скважности 8, при этом средний ток составит  $I_{ср\_пр\_умп} = 5\text{ мА}$ , что обеспечит достижение предельно допустимого теплового режима работы индикатора [5, 6].

Проведенные исследования зависимости средней яркости индикатора НР 5082-7430 от среднего тока через излучающий элемент показали, что типовой элемент полупроводникового шкального индикатора, работающий при постоянном токе 1 мА, будет иметь яркость около 40 кд/м<sup>2</sup>. Тот же элемент, работающий при импульсном токе  $I_{ср\_пр\_умп} = 10\text{ мА}$ , будет иметь среднюю яркость 95 кд/м<sup>2</sup> при скважности  $Q = 10$  или 100 кд/м<sup>2</sup> при скважности  $Q = 20$  [2]. Таким образом, при использовании динамического режима питания элементов полупроводникового шкального индикатора для достижения той же самой яркости необходимы меньшие средние прямые токи возбуждения излучающего элемента, что позволяет использовать их при повышенных температурах без значительных потерь яркости. Учитывая инерционность зрения, для надежного восприятия информации необходимо частоту возобновления информации для индикаторов, размещаемых на неподвижных объектах, поддерживать в пределах 100 Гц. Для приборов индикации, размещаемых на

подвижных объектах подверженных вибрациям, приемлемая частота питающих напряжений должна составлять 350-375 Гц [5].

Использование мультиплексного режима (последовательного стробирования светодиодного набора) рекомендуется применять для управления полупроводникового шкального индикатора в устройствах отображения информации повышенной и большой информативности, выполненных в монолитной конструкции и имеющие управляющие выводы для одноименных сегментов нескольких блоков. Мультиплексный режим управления полупроводникового шкального индикатора позволяет снизить энергопотребление индикаторов при сохранении их яркостных характеристик, уменьшить массу, габаритные размеры и стоимость источников питания [3].

## 2. Структурная схема устройства формирования квазидвумерной информационной модели

При использовании полупроводникового шкального индикатора с большим числом излучающих элементов предлагается использовать квазидвумерную модель представления информационного сообщения [4]. Алгоритм формирования ее состоит в следующем. При формировании информационного поля линейной шкалы состоящей из наборов светодиодов сгруппированных по 10 светодиодов, код отображаемого сообщения можно записать как:

$$N_i = N_{ied} + N_{idec} + N_{i-1dec} + N_{i-1}^9, \quad (1)$$

где  $N_{ied}$  - двоично-десятичный код максимального значения информационного сообщения в текущем наборе полупроводникового шкального индикатора;  $N_{idec}$  - двоично-десятичный код номера текущего набора излучающих элементов, где находится максимальное значение информационного сообщения;  $N_{i-1dec}$  - двоично-десятичный код предыдущего номера набора полупроводникового шкального индикатора;  $N_{i-1}^9$  - двоично-десятичный код 10-го элемента предыдущего номера набора излучающих элементов.

Требуемая величина разрядности входного кода зависит от числа элементов в наборе  $2^n$ . Так для набора из 100 излучающих элементов потребуется не менее 8 разрядов ( $2^7=128$ ). Структурная схема устройства управления полупроводникового шкального индикатора для формирования квазидвумерной модели представлена на рисунке 1.

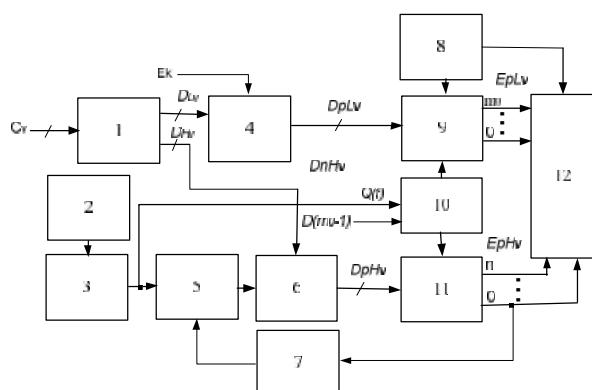


Рис. 1. Структурная схема мультипликативного устройства формирования квазидвумерной информационной модели представления данных

Схема состоит из преобразователя кода входного сигнала (1), генератора тактовых импульсов (2), счетчик по mod2 (3), дешифратора номера излучающего элемента (4), схемы совпадения 1 (5), сумматора (6), инвертора (7), блока питания и управления яркостью (8), схемы стабилизации и согласования (9), схемы совпадения 2 (10), дешифратора номера набора (11), информационного поля светодиодной шкалы (12).

Входной сигнал информационного сообщения  $C_n$  в виде двоичного  $n$ -разрядного кода поступает на преобразователь кода (1), где преобразуется параллельный двоично-десятичный код младших  $D_{Lv}$  и старших разрядов  $D_{Hv}$ . Код младших  $D_{Lv}$  поступает на дешифратор номера излучающих элементов светодиодной шкалы (4) с величиной субмеры  $m_0$ , где преобразуется в позиционный код  $D_{pLv}$ , номер которого зависит от максимальной величины числового значения информационного сообщения и формирует аддитивную информационную модель представления данных.

Динамический режим формирования информационного сообщения обеспечивается за счет синхронизирующих сигналов поступающих с генератора тактовых импульсов (2). Частота повторения тактовых импульсов должна быть в пределах 150-200 Гц. Счетчик по модулю 2 (3) каждым нечетным импульсом обеспечивает формирование информационной модели по коду младших разрядов в  $N_i$  наборе светодиодов, номер которого задается с преобразователя кода входного сигнала (1) кодом старших разрядов  $D_{Hv}$ .

Формирование информационного сообщения производится за два такта. В первом такте формируются сигналы управления светодиодами в наборе индикаторов, где формируется метка от максимального значения кода сигнала до первого светодиода данного набора. Во втором такте подается сигнал управления на 9 элемент светодиода  $N_{i-1}$  набора светодиодов. Такой алгоритм работы

обеспечивают сигналы управления схемами совпадения 1 (5), которые формируются на счетчике с коэффициентом деления на 2 (3). Неполный дешифратор номера набора шкального индикатора (11) формирует позиционный код  $D_{pHv}$ , определяющего набор светодиодов, в котором отображается сообщение. Формирователь кода предыдущего  $N_{i-1}$  набора состоит из схемы совпадения 1 (5) и сумматора (6) и выполняет следующие операции. Если на выходе счетчика установлен сигнал логического 0 то на выходе схемы совпадения выдается сигнал логического 0 и в сумматоре формирователя значение кода  $D_{pHv}$  остается без изменения. Если на выходе счетчика (3) установлена логическая 1 то в сумматоре к коду  $D_{ni-Hv}$  добавляется единица в дополнительном коде, уменьшая его значение на единицу. Таким образом, будет сформирован цифровой код  $D_{n-i-Hv}$  номера набора светодиодов на одну ступень ниже.

В случае если информационное сообщение должно отображаться в первом наборе светодиодов, сигнал управления для первого набора на выходе дешифратора номера набора светодиодов будет иметь уровень логической 1. Этот сигнал подается через инвертор (7) на второй вход схемы совпадения 1(5), запрещая изменение  $D_{ni-Hv}$  в любом такте. Схема совпадения 2 (10) обеспечивает подачу сигнала управления на последний излучающий элемент набора светодиодов стоящего на ступень ниже при наличии на втором входе логической 1, поступившей со счетчика (3). Регулирование яркости свечения элементов светодиодов осуществляется подачей широтно-модулированного сигнала с устройства питания и управления яркостью (8) на вход схемы стабилизации и согласования тока излучающего элемента (9).

Для контроля исправности излучающих элементов шкалы на дешифратор номера излучающего элемента подается единичный контрольный сигнал, обеспечивающий возбуждение всех светодиодов шкалы.

### 3. Меры стабилизация тока возбуждения излучающего элемента светодиодной шкалы

При создании информационных полей большого объема (100-160 элементов) а также использования динамического режима управления, появляются перегрузки и перегрев  $p$ - $n$  перехода излучающих структур, приводя их к необратимой деградации. Возникающий при этом разброс силы света  $I_{ve}$  светодиодов, вызывает формирование неравномерного, со многими степенями градации визуального образа информационного сообщения. Это в целом снижает эргономические характеристики светодиодного шкального индикатора, так как зрительный анализатор человека способен различить разницу яркостей двух

элементов отличающихся друг от друга всего на несколько процентов. Актуальной задачей становится поиск рациональных схемотехнических решений компенсирующих неравномерность силы света излучающих элементов, зависящей от двух эксплуатационных факторов – прямого тока возбуждения светодиода (постоянного или импульсного) и температуры окружающей среды.

Параметром, определяющим долговечность работы светодиода, является не напряжение его питания  $U_{np}$ , а протекающий прямой ток  $I_{np}$ . Красные светодиоды на основе алюминия-галлия арсенид AlGaAs, галлия арсенид-фосфид GaAsP, алюминия-галлия-индия фосфид AlGaInP, галлия фосфид GaP по напряжению питания могут иметь разброс от 1.63 до 2.03 вольт. Зеленые светодиоды индия-галлия нитрид (InGaN) имеют еще больший диапазон питающего напряжения от 1,9 до 4 вольт. Даже в одной партии одного производителя могут встречаться светодиоды с разным рабочим напряжением. Светодиоды, изготовленные на основе AlInGaP/GaAs (красные, желтые, зеленые), довольно хорошо выдерживают перегрузку по току, а светодиоды на основе GaInN/GaN (синие, зеленые, белые) при перегрузке по току, например в 2 раза теряют работоспособность через 2-3 часа. При последовательном или параллельном соединении светодиодов на ИП шкалы добиться одинаковой светимости можно, только если протекающий ток будет через них одинаков [104].

Сила света каждого излучателя может быть выровнена коррекцией постоянного прямого тока возбуждения  $I_{np}$  с помощью токостабилизирующей схемы стабилизации и согласования (9) установленных на выходе преобразователя кода, формирующего сигналы управления информационной модели. На качество основных светотехнических параметров светодиода существенное влияние оказывает стабильность прямого тока возбуждения  $I_{np}$ . При непосредственном подключении светодиода к выходу схемы формирования информационной модели для стабилизации тока возбуждения используется последовательно включенный токоограничительный резистор, величина сопротивления которого, в случае подключения катода светодиода к выходу схемы формирования сигналов управления (рис. 2,а), определяется из выражения

$$R_o = \frac{U_{\text{вх}} - U_{\text{ак}} - U_{\text{д}}}{I_{\text{д}} * 0.75}, \quad (1)$$

где  $I_{np}$  – прямой ток через ИЭ светодиода;  $U_{\text{ак}}$  – остаточное напряжение на переходе коллектор – эмиттер транзистора выходного каскада

в открытом состоянии;  $U_{np}$  – падение напряжения на излучающем элементе светодиода; 0.75 – коэффициент надежности светодиода.

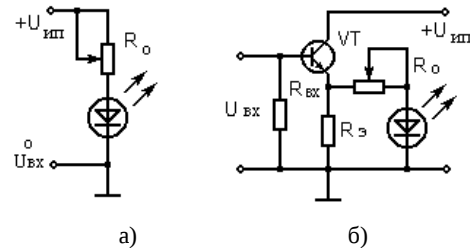


Рис. 2. Схема возбуждения светодиода

Значение прямого тока  $I_{np}$ , протекающего через светодиод, зависит от сопротивления  $R_o$ , напряжения питания  $U_{нп}$  и падения напряжения на светодиоде  $U_{\text{д}}$ :

$$I_{np} = \frac{U_{\text{нп}} - U_{\text{ак}} - U_{\text{д}}}{R_o}. \quad (2)$$

Оценим разброс интенсивности свечения отдельных излучающих элементов светодиодной шкалы для этого возбуждения. Вычислив по формуле (2) полный дифференциал тока  $I_{np}$  по  $R$ ,  $U_{\text{нп}}$ ,  $U_{\text{д}}$ , получим

$$dI_{np} = dR + \left[ \frac{\Delta U_{\text{нп}} - \Delta U_{\text{д}}}{U_{\text{нп}} - U_{\text{ак}} - U_{\text{д}}} \right] \frac{R}{R + r_{\text{д}}}, \quad (3)$$

где  $\Delta U_{\text{нп}}$  – абсолютное изменение напряжения источника питания;  $\Delta U_{\text{д}}$  – абсолютный сдвиг вольт-амперной характеристики переходов для различных излучающих элементов;  $\delta R$  – допуск на разброс параметра сопротивления резисторов;  $r_{\text{д}}$  – динамическое сопротивление переходов.

Для примера, возьмем  $\Delta U_{\text{нп}} = 0,5$  В,  $\Delta U_{\text{д}} = 0,5$  В,  $\delta R = 0,1$  Ом,  $U_{\text{нп}} = 5$  В,  $U_{\text{д}} = 2$  В,  $U_{\text{ак}} = 0,5$  В,  $R_o = 500$  Ом,  $r_{\text{д}} = 10$  Ом, получим  $\delta I_{np} = 0,8$ . С учетом нелинейной зависимости силы света от тока получаем  $\delta I_v \approx 0,95$ . Это очень большой разброс интенсивности свечения, даже с учетом, что реакция глаза пропорциональна не силе света, а ее логарифму.

Непосредственное подключение светодиода к выходу схемы формирования сигналов управления из-за низкой нагрузочной способностью элементов ТТЛ (100 – 120 мА) ограничивает количество подключаемых светодиодов ввиду значительных токов потребления (20 – 80 мА) [1, 2, 6]. Для устранения этого недостатка сигнал управления подается через буферный транзисторный каскад приведенный на рис. 2,б.

В данной схеме прямой ток определяется из выражения

$$I_{np} = I_{np\_ак} (1 - b) \left( \frac{R_{\text{вх}}}{r_{\text{ак}}} \right) \left( \frac{R_{\text{з}} - R_o - r_{\text{д}}}{R_{\text{з}}} \right), \quad (4)$$

где  $R_{вх}$ ,  $r_{вх}$  - входное сопротивление каскада и транзистора соответственно;  $\beta$  - коэффициент усиления по току транзистора буферного каскада.

При  $R_{вх} \gg r_{\bar{a}}$ , а  $r_{\bar{a}} \ll R_o$  и питании большим напряжением, то получим

$$I_{пр} = I_{пр-ак} (1 - b) \left( \frac{R_3 - R_o}{R_3} \right). \quad (5)$$

При условии, что  $U_{ин} \gg U_d$ ,  $U_{ин} \gg U_{кэ}$  и  $R_k \gg r_{\bar{a}}$ , получим  $I_{пр} = U_{ин} / R_k$ .

Ток базы транзистора определяется как

$$I_b = (U_{вх} - U_{бэ}) / R_b.$$

Сопротивление  $R_b$  должно обеспечивать ток насыщения транзистора

$$I_b = K_{ст} * I_k / \beta,$$

где  $K_{ст} = I_b / I_{б-ст}$ ;  $I_{б-ст}$  - граничное значение тока базы.

Прямое падение напряжения на  $p-n$  переходе светодиода имеет отрицательный температурный коэффициент  $-3,0 \dots -5,2$  мВ/К. Это одна из проблем при последовательном включении светодиодов. Светодиод, нагретый сильнее всех, стремится потреблять больше тока, что приводит к еще большему его разогреву. Световая отдача практически линейно зависит от тока через диод и перестает расти только при более высоких значениях тока. Это значит, что при малых токах удвоение тока диода приводит к удвоению светоотдачи. Схема на рисунке 2,б является генератором напряжения и ток через светодиод определяется нагрузочным сопротивлением. Значение тока через светодиод определяется его внутренним сопротивлением  $r_{\bar{a}}$ .

Для устранения нестабильностей связанных с  $r_{\bar{a}}$ , необходимо повышать напряжение питания  $U_{ин}$ , что уменьшает нестабильности, вносимые параметрами транзистора выходного каскада и светодиодом:

$$K_{Ucm} = D U_{Ucm} / U, \quad (6)$$

где  $D$  - нестабильность из-за изменения падения напряжения на транзисторе и светодиоде.

Таким образом, чем больше напряжение питания  $U_{ин}$ , тем больше должны быть сопротивления  $R_k$  и  $R_o$ , следовательно, меньше будет сказываться влияние внутреннего сопротивления  $r_{\bar{a}}$  светодиода.

Для повышения быстродействия генератора тока необходимо обеспечить отсутствие режима насыщения управляющего транзистора.

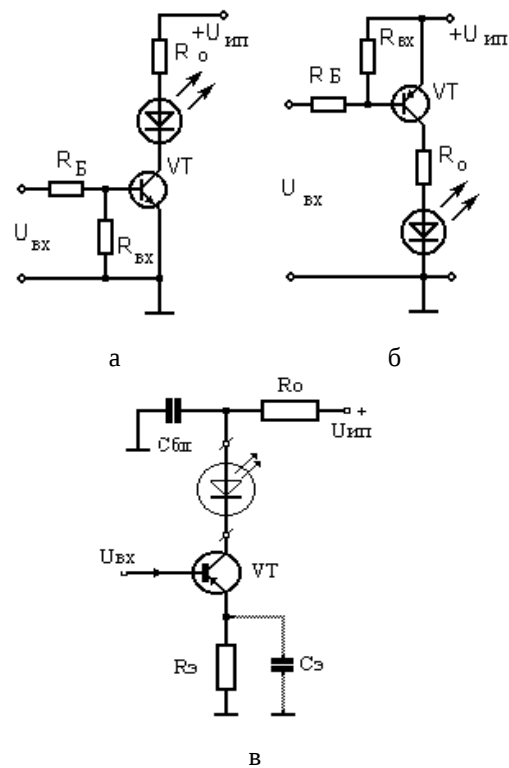


Рис. 3. Схема возбуждения светодиода с помощью генератора тока

В случае применения светодиода в качестве источника сигнала в волоконно-оптической линии связи усилитель должен обеспечить модуляцию мощности излучения в широкой полосе частот и должны быть приняты меры против спада частотной характеристики. В схемах, приведенных на рис. 3.а, б последовательно со светодиодом включено сопротивление, ограничивающее ток [5, 6]. В телекоммуникационных системах, при переменном токе высокой частоты, они имеют серьезный недостаток: на нагрузке усилителя светодиода создается некоторое падение напряжения. Через паразитную емкость, шунтирующую эту цепочку, часть коллекторного тока транзистора будет протекать в обход светодиода, причем, на высоких частотах эта часть будет значительна. Также на качество передачи сигнала будет влиять паразитная емкость база - коллекторного перехода вызывающая уменьшение усиления на высоких частотах (эффект Миллера), за счет создания частотно - зависимой обратной связи. Для снижения влияния паразитных емкостей нужно исключить из схемы сопротивление, включенные последовательно со светодиодом как приведено на рис. 3,в. Ток, протекающий через паразитную емкость, шунтирующую светодиод и емкости  $p-n$  перехода, пропорционален напряжению на этих емкостях. Поскольку падение напряжения на светодиоде мало зависит от протекающего через него тока, на нем получается весьма малое падение

напряжения высокой частоты и ток емкости тоже будет мал. Это позволяет подключить светодиод к усилителю в длинных линиях. Снижение усиления на высоких частотах из-за эффекта Миллера более выражено при высоком коэффициенте усиления каскада по напряжению. Так как напряжение высокой частоты на коллекторе мало, через емкость коллектор - база тока почти не будет. Поскольку в оптических системах связи используются

светодиоды повышенной мощности, в схеме оставлено сопротивление  $R_0$  небольшой величины, включенное последовательно со светодиодом для ограничения тока светодиода в случае каких-либо неисправностей. Анод светодиода через блокировочный конденсатор  $C_{бл}$  присоединен к шасси, поэтому сопротивление  $R_0$  не оказывает влияния на работу светодиода в области высоких частот [7].

### Выводы

Разработанная структурная схема устройства формирования квазидвумерной информационной модели отображения данных с использованием цифро-кодовых преобразователей с динамическим мультиплексным управлением излучающих элементов матричного информационного поля обеспечивает более высокую экономичность и эффективность в формировании визуального образа контролируемого параметра на светодиодной шкале с большим количеством излучающих элементов, чем стандартная аддитивная или позиционная аналогово-дискретная форма. Поскольку число элементов электронного оптического прибора, которые возбуждаются при формировании изображения, не превышает величину субмеры одного набора шкалы, значительно снижаются энергозатраты на формирование информационной модели, что особенно видно в индикаторах с длинным алфавитом. Расширение нагрузочной способности преобразователей кода и выравнивания тока возбуждения элементов с одинаковым весом в наборах с общим анодом может быть достигнута использованием схем стабилизации тока возбуждения, обеспечивающих постоянное значение падения напряжения на излучателях, независимо от их количества.

### Список литературы

1. Лапин А. Средства отображения информации // *Электроника: наука, технология, бизнес.* - 2005. - № 8. - С. 30-33.
2. Джонсон, Говард В., Грэхем, Мартин. *Конструирование высокоскоростных цифровых устройств.* Пер. с англ.-М.:Изд.дом "Вильямс",2006.-624с.
3. Бушма А.В.,ЯрцевВ.П. Многотактное формирование дискретно-аналоговых форм представления сообщений на светодиодной шкале // *Сучасний захист інформації.* -2014.№ 1. - С.48-57.
4. Ярцев В.П. Квазидвумерная модель дискретно-аналогового представления данных на полупроводниковых индикаторах. *Вісник ДУИКТ.* -2010. -Т. 4, № 1. - С. 53 - 60.
5. Бабаян Р. Р. Микроэлектронные устройства для обработки непрерывной информации. - М.: Наука, 2003. - 207 с.
6. Шуберт Ф. Светодиоды/ Пер. с англ. Под ред. А.Э. Юновича.- 2 изд. -М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008.-496 С.
7. Игнатов А. Н. Оптоэлектронные приборы и устройства. - М.: Эко-Трендз,2006.- 272 с.
8. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги: Справочник. Том 2./А.В. Нефедов. - М.:ИП РадиоСофт, 1998г. - 640с.:ил.

Поступила в редакцию 12.03.2014

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор С.В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

### ПРИСТРІЙ ФОРМУВАННЯ КВАЗИДВОМІРНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДИСКРЕТНО-АНАЛОГОВОЇ ФОРМИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ДАНИХ НА СВІТЛОДІОДНІЙ ШКАЛІ

В.П. Ярцев

Запропонована і аналітично обґрунтована схема двотактного мультиплексного формування квазидвумірної інформаційної моделі дискретно-аналогової форми представлення даних на інформаційному полі світлодіодної шкали з великим числом випромінюючих елементів. Проаналізовані існуючі методи стабілізації струму збудження світлодіодів і оцінка залежності яскравості світіння від розкиду параметрів випромінюючих елементів світлодіодної шкали.

**Ключові слова:** інформаційна модель, дискретно-аналоговий пристрій, світлодіодна шкала, випромінюючі елементи, светотехнические характеристики, термостабілізація p-n переходу.

### DEVICE FOR FORMING TWO-DIMENSIONAL INFORMATIVE MODEL DISCRETELY-ANALOG FORM PRESENTATION DATA ON LIGHT-EMITTING-DIODE SCALE

V.P. Yartsev

Offered and the chart of the two-stroke multiplexed forming imaginary two-dimensional informative model discretely-analog form presentation data is analytically reasonable on the informative field light-emitting-diode scale with the large number radiative elements. The existent methods stabilizing current excitation light-emitting diodes and estimation dependence brightness luminescence from variation parameters radiative elements light-emitting-diode scale are analysed.

**Keywords:** informative model, discretely-analog device, light-emitting-diode scale, radiative elementslighting technology descriptions, thermostable semiconducting transition.