

Юрий Цюпак |

# Светодиодные схемы проекционных световых приборов

Ранее уже рассматривались основные вопросы использования светодиодов в прожекторном приборе и светильнике [1]. Представляет интерес оценка возможности применения светодиодных модулей в проекционной технике при проекции изображений как на прозрачной (диапроекция), так и на непрозрачной (эпипроекция) основе, в том числе и в их комбинации (эпидиапроекция).

В настоящее время все более широкое применение получают электронные проекторы. При ряде преимуществ они обладают и некоторыми недостатками: в частности, требуют специальной подготовки объекта проекции, его перевода в программную форму на диске. В этом смысле традиционные оптические проекторы проще и более оперативны. Они позволяют непосредственно вносить коррективы или создавать изображения непосредственно в ходе проекции, не требуя наличия помощника.

За основу целесообразно взять конструкцию кодоскопа, широко распространенного в школьной практике. Кодоскоп является типичной разновидностью диапроектора с характерным, сходящимся в проекционном объективе, пучком лучей, что обеспечивается наличием широкоформатной линзы (обычно микрофрагментной линзы Френеля) и поворотного объектива достаточной светосилы, а также достаточно мощного (по световому потоку) источника света с контротражателем.

Подобная задача в случае со светодиодами может быть решена иным способом: путем использования узкоизлучающих светодиодов в модуле с основой в виде сферического сегмента (рис. 1). Основными требованиями в данном случае являются:

- необходимая освещенность кадрового окна;
- достаточная равномерность освещенности по площади кадрового окна;
- суммарный белый поток на его площади.

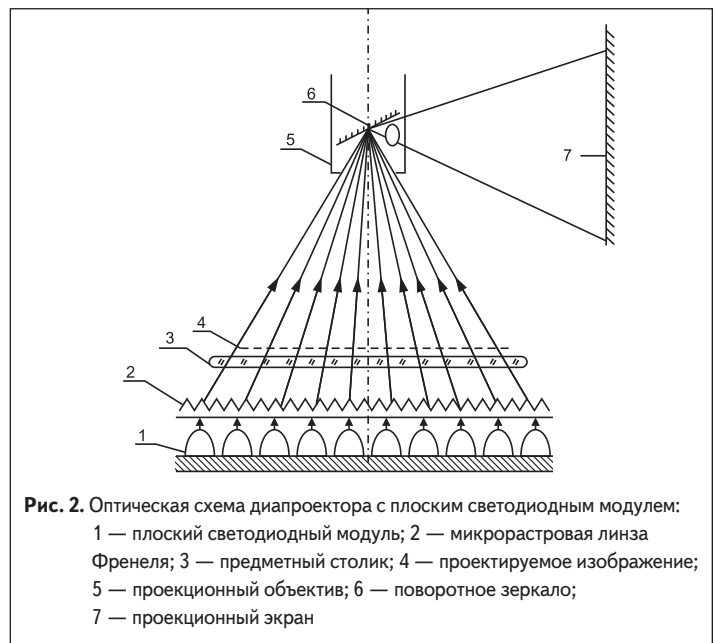
Первое требование обеспечивается необходимым количеством достаточно мощных светодиодов, что в настоящее время не является непреодолимой проблемой. Равномерная освещенность достигается формой основы светодиодного модуля и ориентацией светодиодов по его радиусам кривизны, а также плотностью их расположения и величиной угла рассеивания света. Последний определяется также совпадением светового пятна светодиода с размером зрачка проекционного объектива, что требует узкого угла излучения светодиодов.

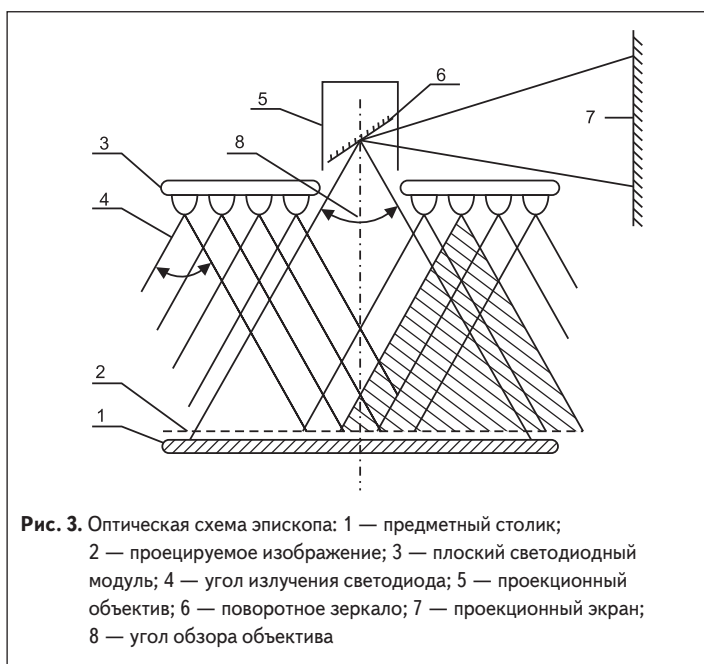
Отдельную проблему составляет организация суммарного белого освещения кадрового окна. Она может быть решена двумя способами: использованием светодиодов с белым свечением или комбинацией цветных светодиодов, дающей общий белый свет. Последнее предложение означает, что каждая точка кадрового окна должна освещаться этой комбинацией цветных светодиодов. Такая рекомендация усложняет задачу, но позволяет получить больший световой поток (а следовательно, и освещенность кадрового окна) при большей его стабильности во времени.

Другой вариант решения этой задачи заключается в освещении плоским модулем микрофрагментной линзы равномерным нормально падающим потоком с его последующей концентрацией за кадровым окном в зрачке проекционного объектива (рис. 2).

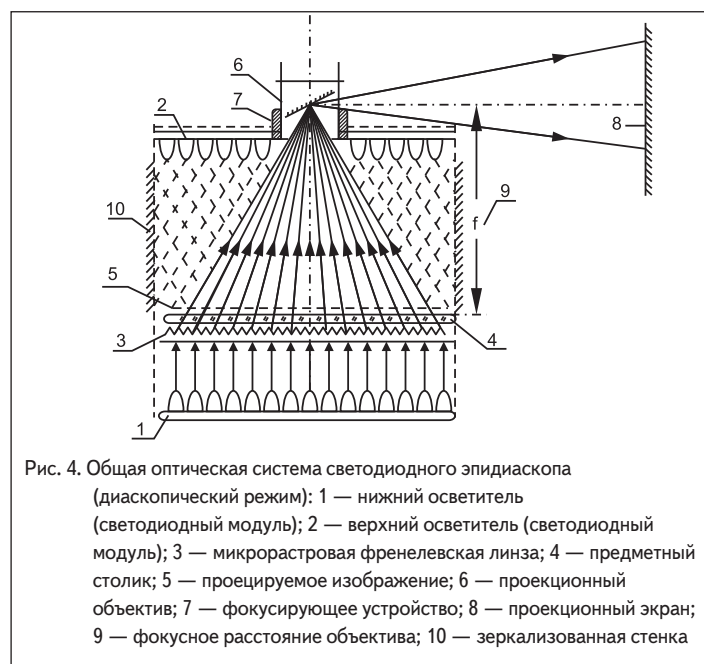
Существенно расширяются возможности прибора, если он одновременно выполняет функции эпидиапроектора, т. е. без существенной перестройки проектирует на экран также и изображение на непрозрачной основе. В этом случае проектируемый объект освещается световой частью со стороны проекционного объектива.

Проектируемое изображение на непрозрачной основе (бумага, пластмасса и др.) рассеивает,





**Рис. 3.** Оптическая схема эпископа: 1 — предметный столик; 2 — проецируемое изображение; 3 — плоский светодиодный модуль; 4 — угол излучения светодиода; 5 — проекционный объектив; 6 — поворотное зеркало; 7 — проекционный экран; 8 — угол обзора объектива



**Рис. 4.** Общая оптическая система светодиодного эпидиаскопа (диакопический режим): 1 — нижний осветитель (светодиодный модуль); 2 — верхний осветитель (светодиодный модуль); 3 — микрорастровая френелевская линза; 4 — предметный столик; 5 — проецируемое изображение; 6 — проекционный объектив; 7 — фокусирующее устройство; 8 — проекционный экран; 9 — фокусное расстояние объектива; 10 — зеркализованная стенка

вплоть до диффузного, падающий на него свет, независимо от угла его падения. Часть этого рассеянного света попадает в зрачок объектива и создает изображение на экране (рис. 3). При этом проблема цветности (белизны) освещения объекта та же, что и в диапроекции, и может быть решена аналогично. Угол излучения светодиодов может быть достаточно широким.

Компоновочная схема комбинированного светодиодного светового прибора может быть представлена так, как показано на рис. 4. Здесь предметный столик выполнен в виде стеклянной пластины, которая, в зависимости от рода работы, освещается сверху или снизу.

Параметры проекционного объектива определяются следующими требованиями:

- диаметр зрачка  $D$  — максимально допустимый (т. е. светосила максимальная);
- фокусное расстояние  $f$  определяется форматом предметного столика и стандартным углом поля зрения нормального объектива ( $60^\circ$ );

- резкость изображения на экране определяется положением объектива относительно предметного столика и экрана путем соответствующего перемещения с помощью резьбового фокусирующего устройства. Размер предметного столика можно задать из стандартного формата листа А4, т. е. диаметром порядка 350 мм. В этом случае оптимальное фокусное расстояние объектива составит 250–300 мм. Если считать максимальную светосилу объектива 1:2,5, то диаметр его зрачка может быть равным  $\sim 100$  мм (такое отверстие нужно предусмотреть в верхнем модуле), а угловой размер зрачка на уровне предметного столика составляет

$$\gamma = \arctg D_{\text{ог}}/f = \arctg 0,4 \approx 20^\circ.$$

Угол излучения светодиода модуля не должен превышать этого значения. Расстояние от модуля диапроектора до микрорастровой френелевской линзы, с учетом полезного угла

рассеяния светодиодов нижнего модуля и равномерности засветки белым светом предметного столика, может составлять несколько сантиметров. Верхний модуль располагается на уровне объектива.

Таким образом, предлагаемый светодиодный проектор является универсальным эпидиаскопом, отличающимся от лампового большей компактностью, возможностью легко переходить от диа- к эпипроекции без механического перемещения узлов, а лишь простым переключением светодиодных модульных осветителей, одного и того же предметного столика с прочими удобствами кодоскопа. ●

## Литература

1. Цюпак Ю.А. Основные задачи расчета и проектирования световой части светодиодных приборов // Полупроводниковая светотехника. 2009. № 2