

"Зеленый глаз" — хорошо забытое старое...

С. КОМАРОВ, г. Москва

У части радиолюбителей не утихает интерес к ламповым конструкциям, в частности к усилителям звуковых частот, в которых естественно использовать не полупроводниковые, а электронно-световые индикаторы. О популярных когда-то в радиоприемной и звуковой технике электронных приборах рассказывает эта статья.

Электронно-световые индикаторы появились в начале 30-х годов прошлого века. Родоначальником этого направления в ламповой электронике стала фирма Philips. Первый индикатор EM1 представлял собой радиолампу со стеклянным баллоном, в его торце располагался круглый экран диаметром 23 мм, на котором зеленым цветом отображался мальтийский крест, и в зависимости от поступающего на индикатор сигнального напряжения менялась ширина его лучей (рис. 1, все рисунки — на 3-й с. обложки). Это очень красивое зрелище буквально завораживало, и в народе он получил название "magic eye" — "магический глаз". В СССР аналогичные индикаторы называли "магическим глазком", "волшебным глазом" или "зеленым глазом" по цвету его свечения.

Упрощенный вариант этого индикатора с одним изменяющимся сектором был выпущен в США фирмой RCA и получил название 6Е5. В СССР в середине 30-х годов на американском оборудовании начали производить лампу 6Е5, позже получившую название 6Е5С. Именно этой лампой оснащались отечественные радиоприемники I и II классов. Долгое время индикатор 6Е5С в нашей стране оставался единственным.

Поскольку современные условные графические изображения электронно-световых индикаторов сильно упрощены и не отражают принципов работы радиоламп, в иллюстрациях к данной статье сохранена графика 50-х годов (емкость конденсаторов указана в микрофарадах).

Принцип работы магического глазка разберем на примере радиолампы 6Е5С, поскольку она самая простая. Устройство ее электродной системы и названия всех электродов приведены на рис. 2. Как видно, эта конструкция — двойная лампа с единым катодом, состоящая из управляющего триода и собственно индикатора. Кратер индикатора с внутренней стороны покрыт тонким порошком виллемита (силикат цинка) — минерала, светящегося ярким зеленым светом при облучении его потоком электронов.

Благодаря наличию катодной сетки, закрывающей катод в области кратера, ускоряющее поле не действует на пространный заряд электронного облака вокруг катода, чем обеспечивается постоянство яркости свечения экрана при изменении напряжения на ноже.

В исходном состоянии, когда на сетке управляющего триода потенциал равен нулю, анодный ток максимален (220 мкА), на резисторе анодной нагрузки падение напряжения также максимально и потенциал анода составляет

около 30 В. Поскольку кратер находится под напряжением 250 В, то относительно него нож (отклоняющий электрод), соединенный с анодом триода, имеет отрицательный потенциал в 220 В, который отталкивает от него поток электронов. Таким образом, слева и справа от ножа образуется зона тени, куда электронный поток не попадает. А поскольку свечение экрана определяется именно электронным потоком, то тень образуется и в свечении экрана. Соотношения размеров электродов выбраны так, чтобы теневой сектор в отсутствие сигнала на сетке индикатора составлял бы 80...90 градусов.

При подаче на сетку триода отрицательного потенциала анодный ток триода уменьшается, что вызывает соответствующее увеличение потенциала анода и соединенного с ним ножа и уменьшению отрицательного потенциала ножа относительно кратера. Отталкивающее действие ножа на электронный поток уменьшается, и теневой сектор сокращается. При этом зависимость угла теневого сектора от напряжения на сетке напоминает по своему характеру анодно-сеточную характеристику триода.

При достижении отрицательного потенциала на сетке триода напряжения закрывания (для 6Е5С это — 8 В) ток анода становится незначительным и его потенциал повышается до 220...230 В. Таким образом, отрицательный потенциал ножа становится около 20...30 В относительно кратера, что не оказывает заметного отталкивающего действия на электронный поток, и теневой сектор смыкается.

Аналогичная американской 6Е5 в Европе также была выпущена радиолампа EM71. Однако у нее разработчики увеличили диаметр кратера до 25,4 мм, сместили ширму относительно центра кратера, увеличив площадь экрана для отображения светящихся лепестков и теневого сектора между ними. Получилось очень красиво! Заодно и над формой характеристики хорошо поработали, она стала логарифмической (рис. 3).

Желание иметь более широкий интервал индикации уровня сигналов привело к появлению индикатора EM4, имеющего два подвижных сектора с разной чувствительностью (рис. 4). В то время, когда чувствительный сектор уже полностью перекрыт, светящиеся лепестки второго сектора, рассчитанного на индикацию большого сигнала, только начинают сходиться. Фактически в этом индикаторе как бы размещены две радиолампы 6Е5С с разной чувствительностью.

Дальнейшим развитием круглого магического глазка стал двойной двухзон-

ный индикатор EM11, в котором картинка на экране при отсутствии сигнала такая же, как у EM1, однако, в отличие от него, имеются две пары секторов с разной чувствительностью, как и в EM4, и парные секторы с одинаковой чувствительностью расположены крест накрест (рис. 5).

Переход к пальчиковым радиолампам привел к появлению более миниатюрных электронно-световых индикаторов с расположением экрана на боковой поверхности. Второй массовый индикатор, появившийся в СССР, стал аналогом европейской лампы EM80 и имел отечественное название 6Е1П (рис. 6). Этот индикатор аналогичен EM1 с той разницей, что использована четвертая часть кратера с двумя ножами, а электродная система развернута поперек баллона и экран наблюдается через боковую поверхность. При этом в качестве индикаторного сегмента используется светящийся сектор между ножами. При увеличении сигнала он расширяется (два теневого сектора от каждого ножа соответственно сужаются).

Следующая массовая радиолампа пришла к нам из восточной Европы в годы активного взаимодействия стран СЭВ: это — EM84 (рис. 7), российский аналог которой — лампа 6ЕЗП. В ее электродной системе кратер не выполняет функцию экрана, а люминофор нанесен непосредственно на стекло баллона. Принцип работы аналогичен лампе 6Е5С, если бы в качестве экрана использовался ободок кратера и он был прозрачным. На боковой поверхности баллона лампы вдоль ее оси нанесена полоска люминофора. Светящийся рисунок представляет собой два столбика, растущих навстречу друг другу при увеличении отрицательного потенциала на сетке триода. При такой форме светящегося рисунка эффект перехлеста будет очень наглядным. Этот эффект пришелся по вкусу и разработчикам индикаторов: появилась лампа EM87, аналогичная EM84, с той лишь разницей, что перехлест не нужно создавать схемотехнически; этот режим уже заложен в конструкцию.

Применение электронно-световых индикаторов в ламповой аппаратуре завершил двойной индикатор EMM801 (рис. 8) фирмы Telefunken, предназначенный для отображения уровней стереосигналов в двух каналах. Фактически, внутри одного баллона размещены две электродные системы, аналогичные EM84. Лампа получилась миниатюрная и вполне функциональная, к тому же с богатыми схемотехническими возможностями. В нашей стране также был разработан двойной индикатор 6Е2П, но выпускался он очень незначительными партиями.

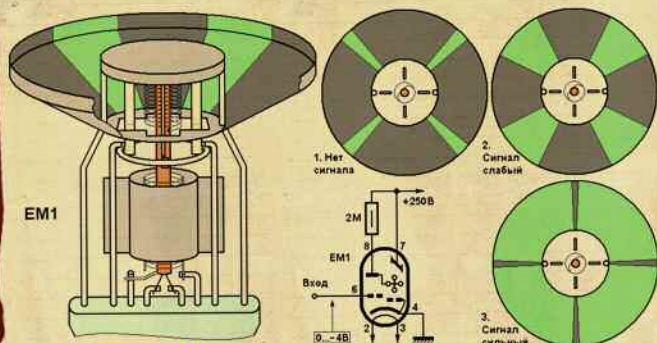


рис. 1

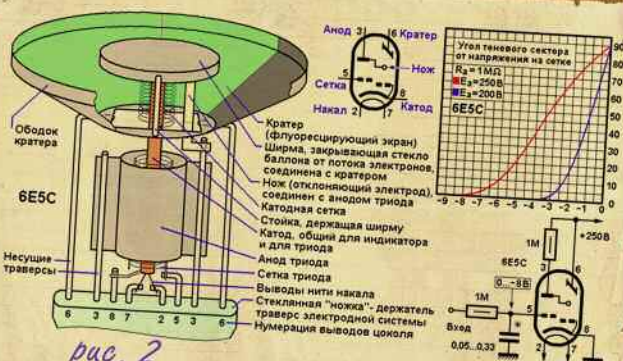
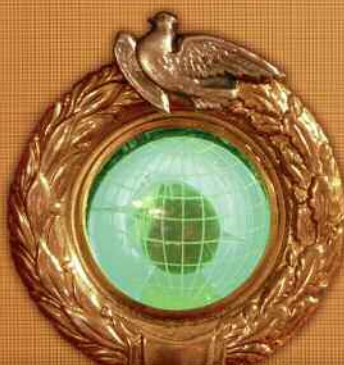


рис. 2

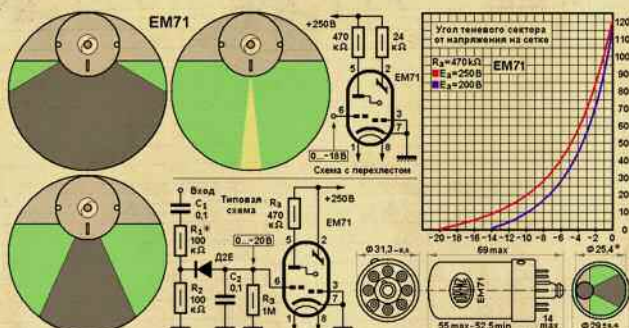


рис. 3

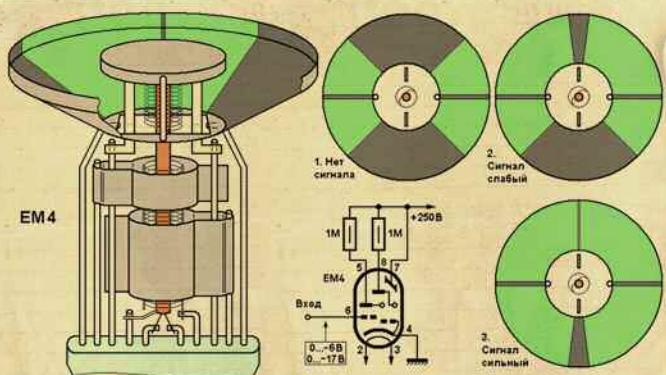


рис. 4

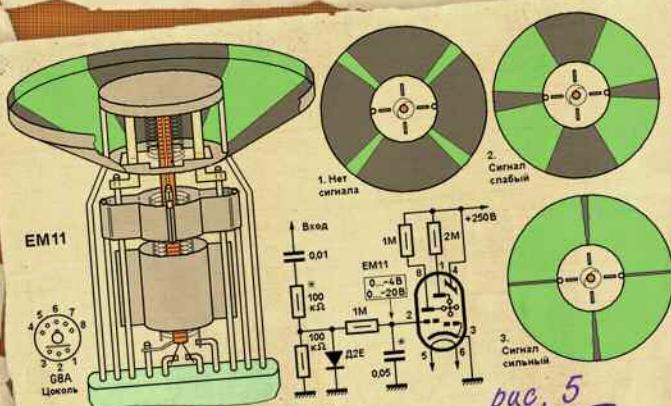


рис. 5

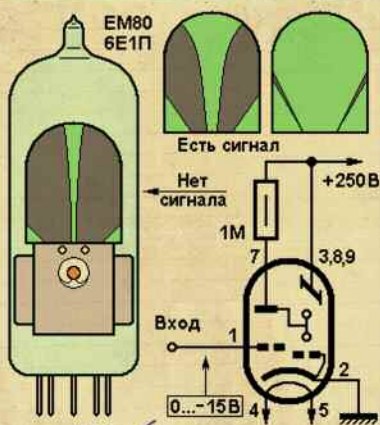


рис. 6

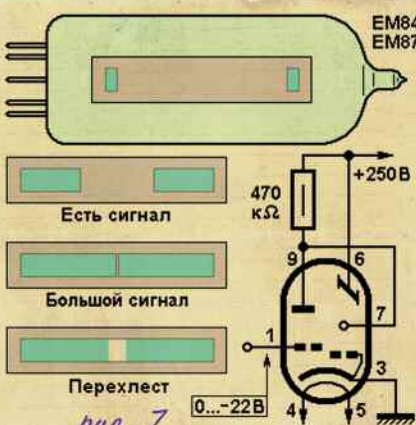


рис. 7

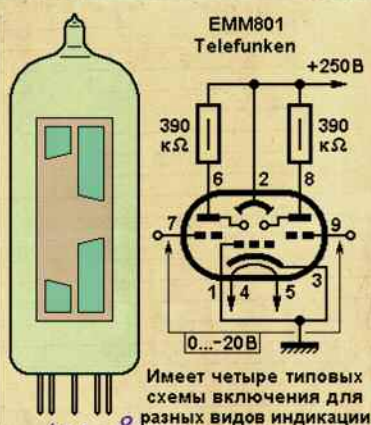


рис. 8

Имеет четыре типовых схемы включения для разных видов индикации