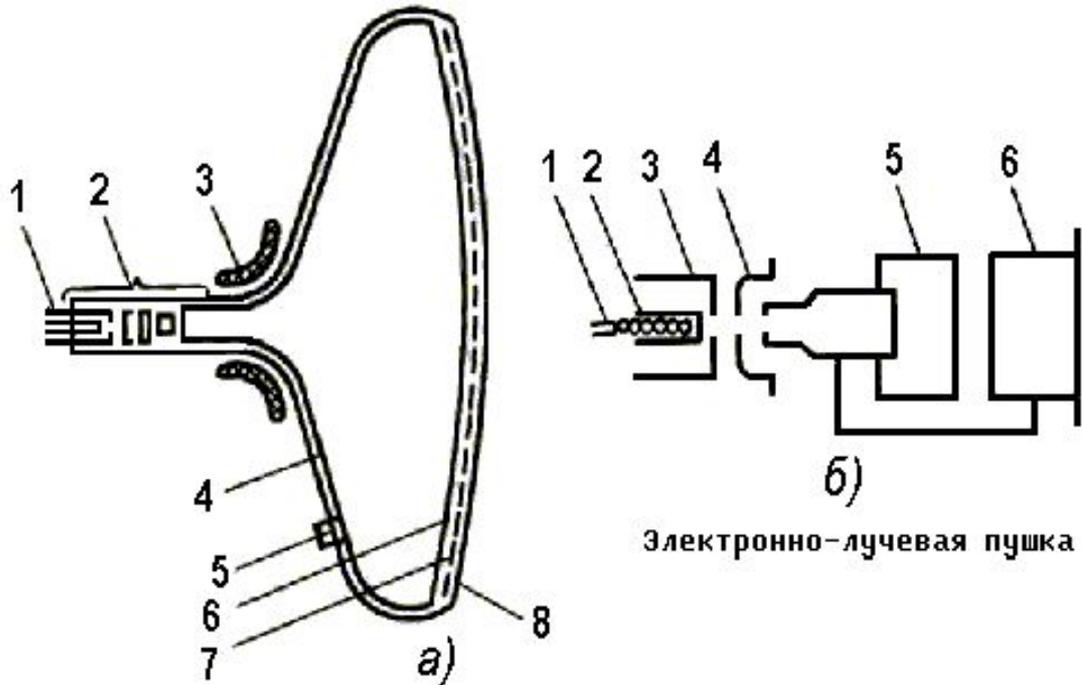


ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

КИНЕСКОПЫ

- **Кинескопом называется приемная электронно-лучевая трубка с люминофорным экраном, преобразующая мгновенные значения сигнала в последовательность световых импульсов.** Развертывающим элементом кинескопа является сфокусированный электронный луч, а воспроизведение изображения обеспечивается отклонением луча по закону развертки и модуляцией его плотности сигналом изображения.
- Различают кинескопы **прямого наблюдения** и **проекционные**.

Устройство черно-белого кинескопа



- 1. Цоколь
- 2. Электронно-оптическая система
- 3. Отклоняющая система
- 4. Внутреннее токопроводящее покрытие (аквадаг)
- 5. Вывод второго анода
- 6. Тонкое алюминиевое покрытие
- 7. Люминофор
- 8. Стеклоанодная колба

1 - подогреватель, 2 - термокатод, 3 - модулятор, 4 - ускоряющий электрод, 5 - фокусирующий электрод, 6 - второй анод.

Конструктивно кинескоп состоит из 3 основных частей: стеклянной колбы - 8, электронно-оптической системы - 2, формирующей электронный луч, и люминофорного экрана – 7.

Экран представляет собой слой люминофора 7, покрытый тонкой пленкой алюминия 6. На горловине кинескопа помещается отклоняющая система - 3, с помощью которой формируется магнитное поле, обеспечивающее перемещение электронного луча в процессе развертки изображения.

Электронно-оптическая система, или электронная пушка, обеспечивает ускорение, фокусировку и управление плотностью тока электронного луча.

Пушка должна сформировать луч с током в несколько сот мкА и диаметром луча в плоскости экрана не более 0,5 мм, а также обеспечить возможность модуляции тока луча сигналом изображения. Причем для обеспечения требуемой контрастности при приемлемых уровнях модулирующего сигнала он должен обладать крутой модуляционной характеристикой. Фокусировка луча может осуществляться как электромагнитными, так и электростатическими полями. В большинстве современных кинескопов используется электростатическая фокусировка, чтобы отказаться от дополнительных фокусирующих катушек.

Управление величиной тока электронного луча напряжением, приложенным между катодом и управляющим электродом, часто называют модуляцией. Чем больше отрицательное напряжение на модуляторе ($U_m = -10-40 \text{ В}$), тем меньше ток луча.

Для преобразования сигнала в световое изображение используется явление **люминесценции**, заключающееся в способности атомов и молекул некоторых веществ испускать свет при переходе из возбужденного состояния (с повышенной энергией) в состояние с меньшей энергией. В ТВ используется **катодолуминесценция** – свечение вещества под действием электронной бомбардировки быстролетающих электронов, эмитируемых с катода. **Люминофоры**, используемые для экранов кинескопов, могут быть различного химического состава, но обычно это **окислы или соли (сульфиды) цинка, кадмия, магния, кальция, активированные металлами.**

Важнейшими характеристиками экрана являются цвет свечения, инерционность и световая отдача.

Цвет свечения определяется типом выбранного люминофора, так в черно-белых телевизорах часто используется **люминофор БМ-5**, являющийся смесью **сульфида цинка (ZnS(AgZn)-47%)** и **сульфида кадмия (Cd(Ag)-53%)**, имеющий голубоватый оттенок свечения экрана.

Инерционность определяет длительность возгорания и послесвечения люминофора. Длительность возгорания достаточно мала, поэтому основной составляющей инерционности является длительность послесвечения (время, в течение которого яркость уменьшается до 0,01 макс после прекращения возбуждения). В вещательных системах стремятся, чтобы время послесвечения было равно времени передачи кадра. При этом уменьшается заметность мельканий. Дальнейшее увеличение этого времени нежелательно, так как может привести к размытости (смазыванию) изображений движущихся объектов.

Эффективность преобразования энергии электронов в световое излучение характеризуется **светоотдачей** экрана, определяемой отношением силы света, излучаемой экраном, к мощности электронного луча. Светоотдача k зависит от энергии электронов, типа люминофора и способов его нанесения и может меняться от **0,1 до 15 кд/Вт**. С достаточной точностью $I = kP = k i u^2$. Т.к. светоотдача – величина постоянная, то силу света, а, следовательно, и яркость экрана может увеличить повышением мощности луча. Поскольку повышение тока луча свыше 100-150 мкА приводит к заметной расфокусировке, то необходимо повышать ускоряющее напряжение.

Потенциал экрана необходимо поддерживать равным потенциалу второго анода (для черно-белых ТВ 12-18 кВ, для цветных 25 кВ). Для этого на слой люминофора наносят проводящее покрытие, электрически соединенное со вторым анодом. Обычно это пленка алюминия толщиной 0.05...0.5 мкм, практически прозрачная для электронов и непрозрачная для световых лучей. Она как зеркало отражает световое излучение люминофора, повышая светоотдачу экрана более, чем в 1,5 раза. Кроме того, металлизация экрана позволяет увеличить контрастность крупных деталей за счет устранения подсветки экрана от внутренней поверхности колбы и деталей конструкции кинескопа.

Существенно снижает контраст мелких и средних деталей явление **ореола**, который образуется вследствие того, что часть расходящихся световых лучей, пройдя сквозь толщу стекла экрана, на границе стекло-воздух отражается обратно, освещая соседние участки. В результате яркая точка экрана оказывается окруженной менее ярким кольцом - **ореолом**, что и является причиной снижения контраста. Для борьбы с этим явлением экран современного кинескопа изготавливают из специального стекла, являющегося нейтральным фильтром – дымчатого, контрастного, противоореольного, которое повышает контраст примерно в 15 раз.



ЦВЕТНОЙ ДЕЛЬТА КИНЕСКОП

Для получения цветного изображения в большинстве современных ТВ приемников используется один электровакуумный прибор – цветной кинескоп, в котором цветные изображения формируются из трех цветоделенных методом пространственного смещения цветов. При этом используется трехрастровая система, где формируется 3 отдельных раstra – красный, зеленый, синий, с достаточной степенью точности совмещенные друг с другом. Эта система предполагает наличие трех электронных пушек и трех люминофорных групп, спектральное излучение которых соответствует красному, синему и зеленому цветам, а правильность попадания каждого из лучей на люминофор своего цвета обеспечивается специальной мелкоячеистой стальной сеткой, расположенной перед люминофорами, которая называется **теновой маской**. Поэтому такие кинескопы называются **масочными**.

По способу расположения электронных пушек и люминофорных групп различают **дельта-кинескопы**, где пушки и люминофоры расположены в вершинах равностороннего треугольника и на **компланарные**, где пушки и люминофорные группы находятся в одной плоскости.

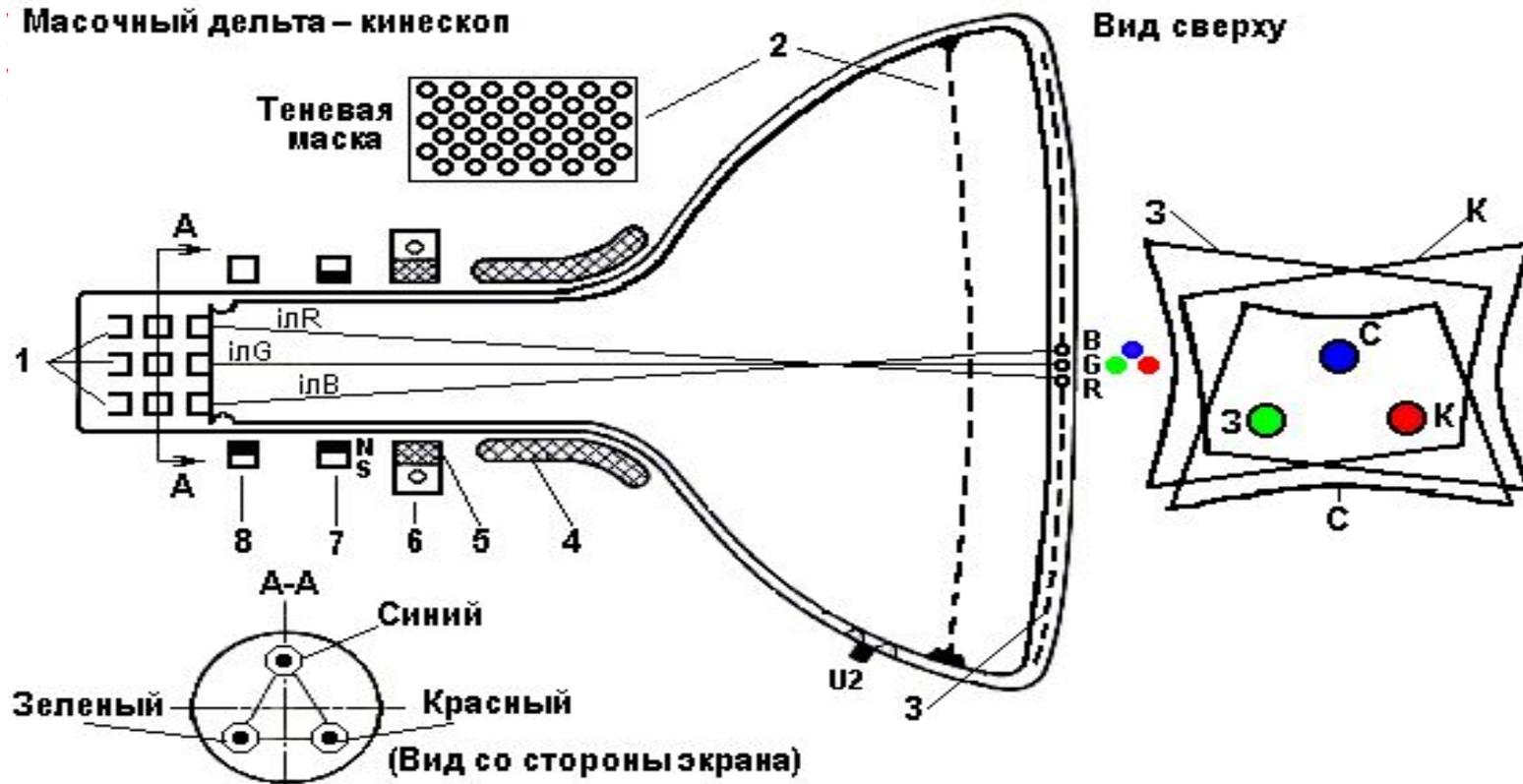
3. мозаичный люминофорный экран;

4. отклоняющая система;

5. Масочный дельта – кинескоп

6.

7 -



1. стеклянная колба;

2. теньевая маска;

3. мозаичный люминофорный экран;

4. отклоняющая система;

5. устройство динамического сведения лучей;

6. устройство статического сведения лучей;

7 - 8. магниты чистоты цвета.

Конструктивно кинескоп представляет собой стеклянную колбу с **люминофорным мозаичным экраном- 3**, внутри которого расположены 3 электронные пушки для красного, синего и зеленого цвета (RGB), которые расположены в вершинах равностороннего треугольника и имеют наклон к оси кинескопа примерно **1 градус**.

Для направления электронных лучей на «свои» люминофоры используется **теневая маска- 2** установленная на расстоянии **12 мм** от экрана, которая выполнена из листовой стали толщиной **0.15мм**, имеющая отверстия диаметром **0.25мм**, число которых равно числу люминофорных триад (**$550000 \times 3 = 1650\ 000$**).

Для отклонения лучей используется внешняя **отклоняющая система- 4**.

Из-за особенностей конструкции дельта-кинескопов, в них возникает большое количество специфических искажений, для устранения которых приходится вводить дополнительные внешние элементы: магниты чистоты цвета- 7 и 8, корректирующие неточность установочных углов пушек, положение отклоняющей системы и магнитного поля Земли, устройства статического и динамического сведения лучей – 5 и 6, обеспечивающие точность сведения лучей в центре и по краям экрана. Эти узлы значительно усложняют конструкцию и настройку ТВ.

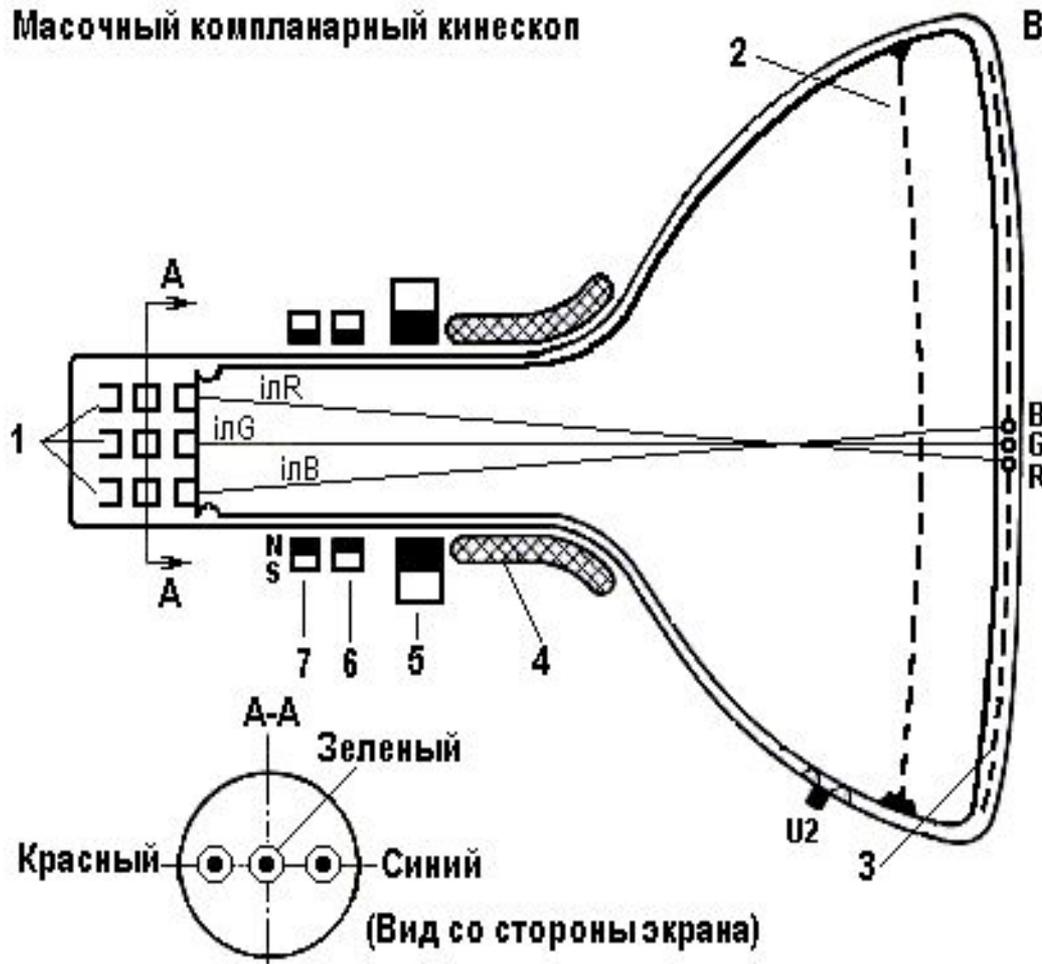
Кроме того тeneвая маска имеет низкую прозрачность (примерно 20%), поэтому чтобы не падала яркость свечения экрана приходится увеличивать напряжение 2 анода до **25-30 кВ**.

Недостатки:

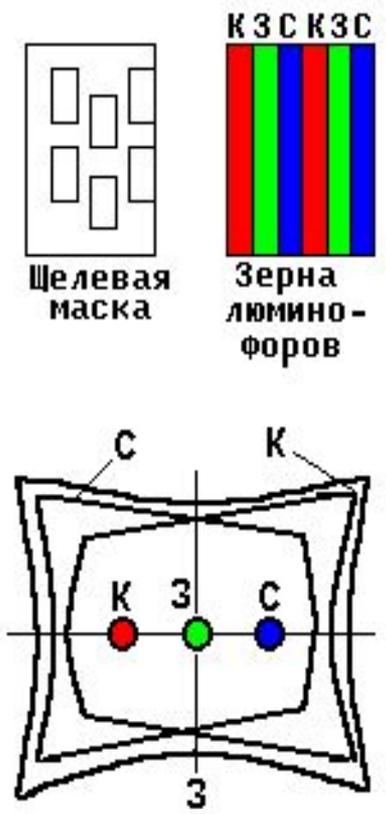
- Большая сложность регулировки динамического сведения лучей, поскольку 3 смещенных относительно оси кинескопа пушки формируют 3 смещенных относительно друг друга трапецеидальных раstra
- Низкая прозрачность теневой маски (20%), требует большой мощности источника питания второго анода 25 кВ.
- Повышенная электронная бомбардировка маски может вызвать ее термическую деформацию, что может вызвать нарушение режима сведения лучей при работе телевизора.

ЦВЕТНОЙ КОМПЛАНАРНЫЙ КИНЕСКОП

Масочный компланарный кинескоп



Вид сверху



Конструктивно кинескоп представляет собой стеклянную колбу с **люминофорным мозаичным экраном- 3**, внутри которого расположены 3 электронные пушки для красного, синего и зеленого цвета (RGB), которые, в отличие от дельта кинескопа, расположены в одной горизонтальной плоскости, причем зеленый совпадает с осью кинескопа, а остальные два повернуты относительно оси на $1,50$.

Для направления электронных лучей на «свои» люминофоры используется **щелевая тeneвая маска- 2** установленная на расстоянии 12 мм от экрана, которая выполнена из листовой стали толщиной 0.15 мм, имеющая отверстия в виде щелевых прорезей с горизонтальными перемычками для прочности, как показано на рисунке, число которых равно числу люминофорных триад **$(550000 \times 3 = 1\ 650\ 000)$** .

Для отклонения лучей используется внешняя **отклоняющая система- 4**.

Основные преимущества такого кинескопа:

1. Расположение прожекторов в одной плоскости упрощает механизм динамического сведения лучей, т.к. отклонения растров симметричны и только у красного и синего лучей, и совмещать их нужно только в горизонтальной плоскости;
2. Повышается яркость свечения экрана, т.к. у щелевой маски прозрачность выше;
3. Улучшается чистота цвета, т.к. «чужой» луч может попасть на другую полосу только в горизонтальном направлении;
4. Появляется возможность построить кинескопы по принципу самосведения лучей. В равномерном магнитном поле отклонение лучей приводит к расслоению вертикальных линий слева и справа, а оно может быть скорректировано неравномерным магнитным полем. Это достигается подбором формы и плотности распределения витков катушек отклоняющих систем, и можно отказаться от сложных схем динамического и статического сведения лучей.