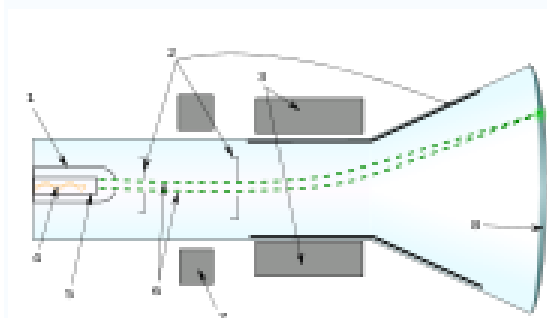


# Электронно-лучевая трубка

Материал из Википедии — свободной энциклопедии



Принципиальная схема одного из видов ЭЛТ

**Электронно-лучевая трубка** <sup>[1]</sup> (ЭЛТ), **кинескоп** — [электровакуумный прибор](#), преобразующий электрические сигналы в световые.

В строгом смысле, электронно-лучевыми трубками называют <sup>[2]</sup> ряд [электронно-лучевых приборов](#), одним из которых является кинескоп.

Принципиальное устройство:

- [электронная пушка](#), предназначена для формирования электронного луча, в цветных кинескопах и многолучевых осциллографических трубках объединяются в электронно-оптический прожектор;
- экран, покрытый [люминофором](#) — веществом, светящимся при попадании на него пучка электронов;
- отклоняющая система, управляет лучом таким образом, что он формирует требуемое изображение.

## Содержание

- [1 История развития](#)
- [2 Классификация](#)
- [3 Устройство и принцип работы](#)
  - [3.1 Общие принципы](#)
  - [3.2 Угол отклонения луча](#)
  - [3.3 Ионная ловушка](#)
  - [3.4 Задержка подачи напряжения на анод либо модулятор](#)
- [4 Развёртка](#)
  - [4.1 Растровая развёртка](#)
  - [4.2 Векторная развёртка](#)
  - [4.3 Развёртка на экране радара](#)
- [5 Цветные кинескопы](#)
  - [5.1 Типы масок](#)
  - [5.2 Сведение лучей](#)
  - [5.3 Размагничивание](#)
  - [5.4 Тринескоп](#)
- [6 Применение](#)
- [7 Обозначение и маркировка](#)

- [8 Воздействие на здоровье](#)
  - [8.1 Электромагнитное излучение](#)
  - [8.2 Ионизирующее излучение](#)
  - [8.3 Мерцание](#)
  - [8.4 Нечёткое изображение](#)
  - [8.5 Высокое напряжение](#)
  - [8.6 Ядовитые вещества](#)
  - [8.7 Взрыв ЭЛТ](#)
- [9 Другие виды электронно-лучевых приборов](#)
- [10 Примечания](#)
- [11 См. также](#)
- [12 Ссылки](#)
- [13 Литература](#)

## История развития

В [1859 году](#) [Юлиус Плюккер](#) открыл [катодные лучи](#). В [1879 году](#) [Уильям Крукс](#) создал прообраз электронной трубки, установил, что катодные лучи распространяются линейно, но могут отклоняться [магнитным полем](#). Также он обнаружил, что при попадании катодных лучей на некоторые вещества, последние начинают светиться.

В [1895 году](#) немецкий физик [Карл Фердинанд Браун](#) на основе трубки Крукса создал катодную трубку, получившую названия [трубки Брауна](#). Луч отклонялся магнитно только в одном измерении, второе направление развёртывалось при помощи вращающегося зеркала. Браун решил не патентовать свое изобретение, выступал со множеством публичных демонстраций и публикаций в научной печати.<sup>[3]</sup> Трубка Брауна использовалась и совершенствовалась многими учёными. В [1903 году](#) [Артур Венельт](#) поместил в трубке цилиндрический электрод ([цилиндр Венельта](#)), позволяющий менять интенсивность электронного луча, а соответственно и яркость свечения люминофора.

В [1905 году](#) [Альберт Эйнштейн](#) опубликовал уравнение внешнего [фотоэффекта](#), открытого в [1877 году](#) [Генрихом Герцем](#), и исследованного [Александром Григорьевичем Столетовым](#).

В [1906 году](#) сотрудники Брауна М. Дикман и Г. Глаге получили патент на использование трубки Брауна для передачи изображений, а в [1909 году](#) М. Дикман предложил в статье фототелеграфное устройство для передачи изображений с помощью трубки Брауна, в устройстве для развёртки применялся [диск Нипкова](#).

С 1902 года с трубкой Брауна работает [Борис Львович Розинг](#). [25 июля 1907 года](#) он подал заявку на изобретение «Способ электрической передачи изображений на расстояния». Развертка луча в трубке производилась магнитными полями, а модуляция сигнала (изменение яркости) с помощью конденсатора, который мог отклонять луч по вертикали, изменяя тем самым число электронов, проходящих на экран через диафрагму. [9 мая 1911 года](#) на заседании [Русского технического общества](#) Розинг продемонстрировал передачу телевизионных изображений простых геометрических фигур и приём их с воспроизведением на экране ЭЛТ.

В начале и середине XX века значительную роль в развитии ЭЛТ сыграли [Владимир Зворыкин](#), [Аллен Дюмонт](#) и другие.

## Классификация

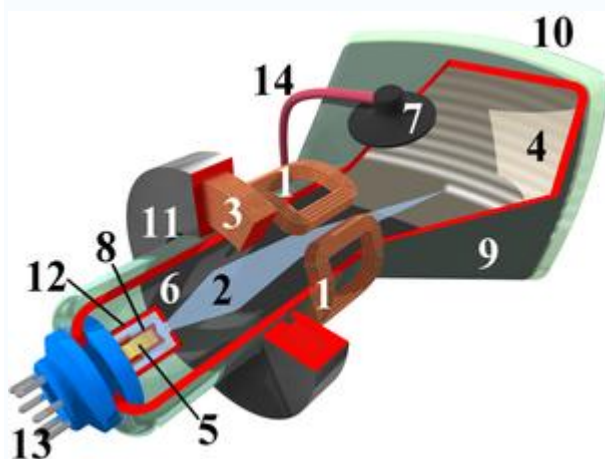
По способу отклонения электронного луча все ЭЛТ делятся на две группы: с электромагнитным отклонением ([индикаторные ЭЛТ](#) и кинескопы) и с электростатическим отклонением ([осциллографические ЭЛТ](#) и очень небольшая часть индикаторных ЭЛТ). По способности сохранять записанное изображение ЭЛТ делят на трубки без памяти, и трубки с памятью (индикаторные и осциллографические), в конструкции которых предусмотрены специальные элементы (узлы) памяти, с помощью которых единожды записанное изображение может многократно воспроизводиться. По цвету свечения экрана ЭЛТ подразделяются на монохромные и многоцветные. Монохромные могут иметь разный цвет свечения: белый, зелёный, синий, красный и другие. Многоцветные подразделяются по принципу действия на двухцветные и трёхцветные. Двухцветные - индикаторные ЭЛТ, цвет свечения экрана которых меняется или за счет переключения высокого напряжения, или за счет изменения плотности тока электронного луча. Трёхцветные (по основным цветам) - цветные кинескопы, многоцветность свечения экрана которых обеспечивается специальными конструкциями электронно-оптической системы, цветоделительной маски и экрана.

Осциллографические ЭЛТ подразделяют на трубки низкочастотного и [СВЧ](#) диапазонов. В конструкциях последних применена достаточно сложная система отклонения электронного луча.

Кинескопы подразделяют на телевизионные, мониторные и проекционные (применяются в [видеопроекторах](#)). Мониторные кинескопы имеют меньший шаг маски, чем телевизионные, а проекционные кинескопы имеют повышенную яркость свечения экрана. Они являются монохромными и имеют красный, зелёный и синий цвет свечения экрана.

## Устройство и принцип работы

### Общие принципы



### Устройство чёрно-белого кинескопа

В баллоне **9** создан глубокий [вакуум](#) — сначала выкачивается воздух, затем все металлические детали кинескопа нагреваются [индуктором](#) для выделения поглощённых газов, для постепенного поглощения остатков воздуха используется [getter](#).

Для того, чтобы создать электронный луч **2**, применяется устройство, именуемое [электронной пушкой](#). Катод **8**, нагреваемый нитью накала **5**, испускает электроны. Чтобы увеличить испускание электронов, катод покрывают веществом, имеющим малую [работу выхода](#) (крупнейшие производители ЭЛТ для этого применяют собственные [запатентованные](#) технологии). Изменением напряжения на управляющем электроде ([модуляторе](#)) **12** можно изменять интенсивность электронного луча и, соответственно, яркость изображения (также существуют модели с управлением по катоду). Кроме управляющего электрода, пушка современных ЭЛТ содержит фокусирующий электрод (до 1961 года в отечественных кинескопах применялась электромагнитная фокусировка при помощи фокусирующей катушки **3** с сердечником **11**), предназначенный для фокусировки пятна на экране кинескопа в точку, ускоряющий электрод для дополнительного разгона электронов в пределах пушки и анод. Покинув пушку, электроны ускоряются анодом **14**, представляющим собой металлизированное покрытие внутренней поверхности конуса кинескопа, соединённое с одноимённым электродом пушки. В цветных кинескопах со внутренним электростатическим экраном его соединяют с анодом. В ряде кинескопов ранних моделей, таких, как 43ЛКЗБ, конус был выполнен из металла и представлял анод сам собой. Напряжение на аноде находится в пределах от 7 до 30 киловольт. В ряде малогабаритных осциллографических ЭЛТ анод представляет собой только один из электродов электронной пушки и питается напряжением до нескольких сот вольт.

Далее луч проходит через [отклоняющую систему](#) **1**, которая может менять направление луча (на рисунке показана магнитная отклоняющая система). В [телевизионных](#) ЭЛТ применяется магнитная отклоняющая система как обеспечивающая большие углы отклонения. В [осциллографических](#) ЭЛТ применяется электростатическая отклоняющая система как обеспечивающая большее быстродействие.

Электронный луч попадает в экран **10**, покрытый [люминофором](#) **4**. От бомбардировки электронами люминофор светится и быстро перемещающееся пятно переменной яркости создаёт на экране изображение.

Люминофор от электронов приобретает отрицательный заряд, и начинается вторичная [эмиссия](#) — люминофор сам начинает испускать электроны. В результате вся трубка приобретает отрицательный заряд. Для того, чтобы этого не было, по всей поверхности трубки находится соединённый с анодом слой [аквадага](#) — проводящей смеси на основе [графита](#) (**6**).

Кинескоп подключается через выводы **13** и высоковольтное гнездо **7**.

В чёрно-белых телевизорах состав люминофора подбирают таким, чтобы он светился нейтрально-серым цветом. В видеотерминалах, радарх и т. д. люминофор часто делают жёлтым или зелёным для меньшего утомления глаз.

## Угол отклонения луча

Углом отклонения луча ЭЛТ называется максимальный угол между двумя возможными положениями электронного луча внутри колбы, при которых на экране ещё видно светящееся пятно. От величины угла зависит отношение диагонали (диаметра) экрана к длине ЭЛТ. У осциллографических ЭЛТ составляет как правило до 40°, что связано с необходимостью повысить чувствительность луча к воздействию отклоняющих пластин и обеспечить линейность характеристики отклонения. У первых советских телевизионных кинескопов с круглым экраном угол отклонения составлял 50°, у чёрно-белых кинескопов

более поздних выпусков был равен  $70^\circ$ , начиная с 1960-х годов увеличился до  $110^\circ$  (один из первых подобных кинескопов — 43ЛК9Б). У отечественных цветных кинескопов составляет  $90^\circ$ .

При увеличении угла отклонения луча уменьшаются габариты и масса кинескопа, однако:

- увеличивается мощность, потребляемая узлами развёртки. Для решения этой проблемы уменьшался диаметр горловины кинескопа, что, однако, потребовало изменения конструкции электронной пушки.
- возрастают требования к точности изготовления и сборки отклоняющей системы, что было реализовано путём компоновки кинескопа с отклоняющей системой в единый модуль и сборки его в заводских условиях.
- возрастает число необходимых элементов настройки геометрии раstra и [сведения](#).

Всё это привело к тому, что в некоторых областях до сих пор применяются 70-градусные кинескопы. Также угол в  $70^\circ$  продолжает применяться в малогабаритных чёрно-белых кинескопах (например, 16ЛК1Б), где длина не играет такой существенной роли.

## Ионная ловушка

Так как внутри ЭЛТ невозможно создать идеальный вакуум, внутри остаётся часть молекул воздуха. При столкновении с [электронами](#) из них образуются [ионы](#), которые, имея массу, многократно превышающую массу электронов, практически не отклоняются, постепенно [выжигая люминофор](#) в центре экрана и образуя так называемое [ионное пятно](#). Для борьбы с этим до середины 1960-х годов применялся принцип «ионной ловушки»: ось электронной пушки была расположена под некоторым углом к оси кинескопа, а расположенный снаружи регулируемый магнит обеспечивал поле, поворачивающее поток электронов к оси. Массивные же ионы, двигаясь прямолинейно, попадали в собственно ловушку.

Однако данное построение вынуждало увеличивать диаметр горловины кинескопа, что приводило к росту необходимой мощности в катушках отклоняющей системы.

В начале 1960-х годов был разработан новый способ защиты люминофора: алюминирование экрана, кроме того, позволившее вдвое повысить максимальную яркость кинескопа, и необходимость в ионной ловушке отпала.

## Задержка подачи напряжения на анод либо модулятор

В телевизоре, строчная развёртка которого выполнена на лампах, напряжение на аноде кинескопа появляется только после прогрева выходной лампы строчной развёртки и демпферного диода. Накал кинескопа к этому моменту успевает разогреться.

Внедрение в узлы строчной развёртки полностью полупроводниковой схемотехники породило проблему ускоренного износа катодов кинескопа по причине подачи напряжения на анод кинескопа одновременно с включением. Для борьбы с этим явлением разработаны любительские узлы, обеспечивающие задержку подачи напряжения на анод либо модулятор кинескопа. Интересно, что в некоторых из них, несмотря на то, что они предназначены для установки в полностью полупроводниковые телевизоры, в качестве элемента задержки использована радиолампа. Позднее начали выпускаться телевизоры промышленного производства, в которых такая задержка предусмотрена изначально.

## Развёртка

Чтобы создать на экране изображение, электронный луч должен постоянно проходить по экрану с высокой частотой — не менее 25 раз в секунду. Этот процесс называется **развёрткой**. Есть несколько способов развёртки изображения.

### Растровая развёртка

Электронный луч проходит весь экран по строкам. Возможны два варианта:

- 1—2—3—4—5—... ([построчная развёртка](#));
- 1—3—5—7—..., затем 2—4—6—8—... ([чересстрочная развёртка](#)).

### Векторная развёртка

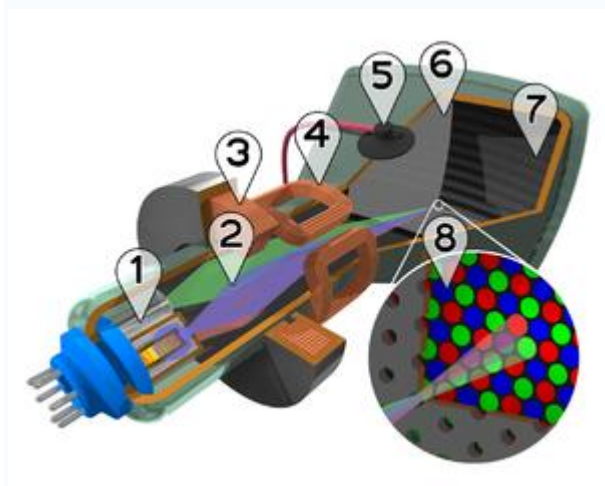
Электронный луч проходит вдоль линий изображения.

См. также: [Vectrex](#) — единственная игровая консоль с векторной развёрткой.

### Развёртка на экране [радар](#)

В случае использования [экрана кругового обзора](#), т. н. тайпотрона, электронный луч проходит по радиусам экрана (экран при этом имеет форму круга). Служебная информация в большинстве случаев (цифры, буквы, [топографические знаки](#)) развёртывается дополнительно сквозь знаковую матрицу (находится в электронно-лучевой пушке).

## Цветные кинескопы



Устройство цветного кинескопа. 1 — Электронные пушки. 2 — Электронные лучи. 3 — Фокусирующая катушка. 4 — Отклоняющие катушки. 5 — Анод. 6 — Маска, благодаря которой красный луч попадает на красный люминофор, и т. д. 7 — Красные, зелёные и синие зёрна люминофора. 8 — Маска и зёрна люминофора (увеличенно).

Цветной кинескоп отличается от чёрно-белого тем, что в нём три пушки — «красная», «зелёная» и «синяя» (1). Соответственно, на экран 7 нанесены в некотором порядке три вида люминофора — красный, зелёный и синий (8). В зависимости от типа применённой

маски, пушки в горловине кинескопа расположены дельтаобразно (в углах равностороннего треугольника) либо планарно (на одной линии). Некоторые одноимённые электроды разных электронных пушек соединены проводниками внутри кинескопа. Это ускоряющие электроды, фокусирующие электроды, подогреватели (соединены параллельно) и, часто, модуляторы. Такая мера необходима для экономии количества выводов кинескопа, ввиду органиченных размеров его горловины.

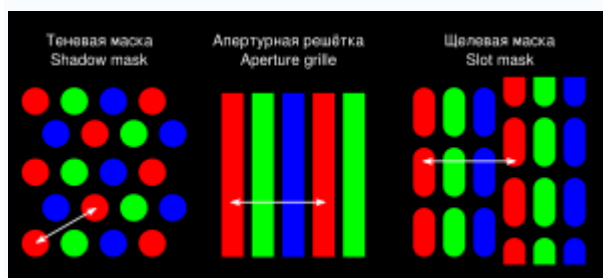
На красный люминофор попадает только луч от красной пушки, на зелёный — только от зелёной, и т. д. Это достигается тем, что между пушками и экраном установлена металлическая решётка, именуемая **маской** (6). В современных кинескопах маска выполнена из [инвара](#) — сорта [стали](#) с небольшим [коэффициентом температурного расширения](#).

## Типы масок

Существует два типа масок:

- собственно тeneвая маска, которая существует двух видов:
  - Тeneвая маска для кинескопов с дельтаобразным расположением электронных пушек. Часто, особенно в переводной литературе, упоминается как [тeneвая решётка](#). В настоящее время применяется в большинстве мониторных кинескопов. Телевизионные кинескопы с маской данного типа ныне не производятся, однако, такие кинескопы можно встретить в телевизорах прошлых лет (59ЛК3Ц, 61ЛК3Ц, 61ЛК4Ц).
    - В [1997 году](#) компания [Hitachi](#) модифицировала тeneвую маску, назвав эту технологию **EDP**. Было осуществлено уменьшение расстояния между отверстиями по горизонтали, в результате образованные ими группы имеют форму равнобедренного, но не равностороннего треугольника. Форма самих отверстий была изменена на овальную;<sup>[4]</sup>
  - Тeneвая маска для кинескопов с планарным расположением электронных пушек. Известна также, как [целевая решётка](#). В настоящее время применяется в подавляющем большинстве телевизионных кинескопов (25ЛК2Ц, 32ЛК1Ц, 32ЛК2Ц, 51ЛК2Ц, 61ЛК5Ц, зарубежные модели). В мониторных кинескопах встречается у разных фирм под разными названиями: [NEC - ChromaClear](#), [LG - Flatron](#), [Panasonic - PureFlat](#);
- [апертурная решётка](#) ([Sony Trinitron](#), [Mitsubishi Diamondtron](#)). Эта маска, в отличие от остальных видов, состоит из большого количества [проволок](#), натянутых вертикально. Принципиальное отличие маски такого типа заключается в том, что она не ограничивает пучок электронов, а фокусирует его. Прозрачность апертурной решетки составляет примерно 85 % против 20 % у тeneвой маски. Кинескопы с такой маской применяются и в мониторах, и в телевизорах. Предпринимались попытки создания таких кинескопов в 1970-е годы и в СССР (например, 47ЛК3Ц).
- особняком стоят цветные кинескопы специального типа — однолучевые хромоскопы, в частности, 25ЛК1Ц. По устройству и принципу действия они разительно отличаются от иных видов цветных кинескопов. В них имеется маска из проволоки, соединенных друг с другом через одну. Чередуются подача напряжения на чётные, нечётные проволоки и полное отключение напряжения, благодаря чему луч отклоняется в сторону соответствующего люминофора. Несмотря на явные преимущества, включая пониженную потребляемую мощность, сравнимую с аналогичным показателем чёрно-белого кинескопа с диагональю того же размера, широкого распространения такие кинескопы не получили.

Среди этих масок нет явного лидера: теньевая обеспечивает высокое качество линий, апертурная даёт более насыщенные цвета и высокий КПД. Щелевая сочетает достоинства теньевой и апертурной, но склонна к [муарам](#).



Типы решёток, способы замера шага на них

Чем меньше элементы люминофора, тем более высокое качество изображения способна дать трубка. Показателем качества изображения является **шаг маски**.

- Для теньевой решётки шаг маски — расстояние между двумя ближайшими отверстиями маски (соответственно, расстояние между двумя ближайшими элементами люминофора одного цвета).
- Для апертурной и щелевой решётки шаг маски определяется как расстояние по горизонтали между щелями маски (соответственно, горизонтальное расстояние между вертикальными полосами люминофора одного цвета).

В современных мониторных ЭЛТ шаг маски находится на уровне 0,25 мм. Телевизионные кинескопы, просмотр изображения на которых осуществляется с большего расстояния, используют шаги порядка 0,8 мм.

## Сведение лучей

Так как радиус кривизны экрана много больше расстояния от него до электронно-оптической системы вплоть до бесконечности в плоских кинескопах, а без применения специальных мер точка пересечения лучей цветного кинескопа находится на постоянном расстоянии от электронных пушек, необходимо добиться того, чтобы эта точка находилась точно на поверхности теньевой маски, в противном случае образуется рассовмещение трёх цветовых составляющих изображения, увеличивающееся от центра экрана к краям. Чтобы этого не происходило, необходимым образом сместить электронные лучи. В кинескопах с дельтаобразным расположением пушек это делается специальной электромагнитной системой, управляемой отдельно устройством, которое в старых телевизорах была вынесена в отдельный блок — блок сведения — для периодических регулировок. В кинескопах с планарным расположением пушек регулировка производится при помощи специальных магнитов, расположенных на горловине кинескопа. Со временем, особенно у кинескопов с дельтаобразным расположением электронных пушек, сведение нарушается и нуждается в дополнительной регулировке. Большинство компаний по ремонту компьютеров предлагают услугу повторного сведения лучей монитора.

## Размагничивание

Необходимо в цветных кинескопах для снятия влияющей на качество изображения [остаточной](#) или случайной намагниченности теньевой маски и электростатического экрана.

Размагничивание происходит благодаря возникновению в так называемой петле размагничивания — кольцеобразной гибкой катушке большого диаметра, расположенной на поверхности кинескопа — импульса быстропеременного затухающего магнитного поля. Для того, чтобы этот ток после включения телевизора постепенно уменьшался, используются [терморезисторы](#). Многие мониторы дополнительно к терморезисторам содержат [реле](#), которое по окончании процесса размагничивания кинескопа отключает питание этой цепи, чтобы терморезистор остыл. После этого можно специальной клавишей, либо, чаще, особой командой в меню монитора, вызвать срабатывание этого реле и провести повторное размагничивание в любой момент, не прибегая к отключению и включению питания монитора.

## Тринескоп

Тринескопом называется конструкция, состоящая из трёх чёрно-белых кинескопов, светофильтров и полупрозрачных зеркал (либо дихроичных зеркал, объединяющих функции полупрозрачных зеркал и фильтров), используемая для получения цветного изображения.<sup>[5]</sup>

## Применение

Кинескопы используются в системах [растрового](#) формирования изображения: различного рода [телевизорах](#), [мониторах](#), [видеосистемах](#).

Осциллографические ЭЛТ наиболее часто используются в системах отображения функциональных зависимостей: [осциллографах](#), [вобулоскопах](#), также в качестве устройства отображения на радиолокационных станциях, в устройствах специального назначения; в советские годы использовались и в качестве наглядных пособий при изучении устройства электронно-лучевых приборов в целом.

Знакопечатающие ЭЛТ используются в различной аппаратуре специального назначения.

## Обозначение и маркировка

Обозначение отечественных ЭЛТ состоит из четырёх элементов:<sup>[6]</sup>

- Первый элемент: число, указывающее диагональ прямоугольного либо диаметр круглого экрана в сантиметрах;
- Второй элемент: две буквы, указывающие на принадлежность ЭЛТ к определённому конструктивному виду. ЛК — кинескоп, ЛМ — трубка с электромагнитным отклонением луча, ЛО — трубка с электростатическим отклонением луча, ЛН — трубки с памятью (индикаторные и осциллографические);
- Третий элемент: число, указывающие номер модели данной трубки с данной диагональю, при этом для осциллографических трубок [СВЧ](#)-диапазона нумерация начинается с номера 101;
- Четвёртый элемент: буква, указывающая цвет свечения экрана. Ц — цветной, Б — белого свечения, И — зелёного свечения, В — жёлто-зелёного свечения, С — оранжевого свечения, П — красного свечения, А — синего свечения. Х — обозначает экземпляр, имеющий худшие светотехнические параметры по сравнению с прототипом.

В особых случаях к обозначению может добавляться пятый элемент, несущий дополнительную информацию.

Пример: 50ЛК2Б — чёрно-белый кинескоп с диагональю экрана 50 см, вторая модель, 3ЛО1И — осциллографическая трубка с диаметром экрана зелёного свечения 3 см, первая модель.

## Воздействие на здоровье

### Электромагнитное излучение

Это излучение создаётся не самим кинескопом, а отклоняющей системой. Трубки с электростатическим отклонением, в частности, осциллографические, его не излучают.

В мониторных кинескопах для подавления этого излучения отклоняющую систему часто закрывают ферритовыми чашками. Телевизионные кинескопы такой экранировки не требуют, поскольку зритель обычно сидит на значительно большем расстоянии от телевизора, чем от монитора.

### Ионизирующее излучение

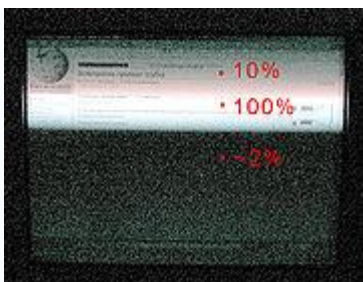
В кинескопах присутствует ионизирующее излучение двух видов.

Первое из них — это сам электронный луч, представляющий собой, по сути, поток [бета-частиц](#) низкой энергии (25 кЭв). Наружу это излучение не выходит, и опасности для пользователя не представляет.

Второе — тормозное рентгеновское излучение, которое возникает при бомбардировке экрана электронами. Для ослабления выхода этого излучения наружу до полностью безопасных величин стекло легируют свинцом (см. ниже). Однако, в случае неисправности телевизора или монитора, приводящей к значительному повышению анодного напряжения, уровень этого излучения может увеличиться до заметных величин. Для предотвращения таких ситуаций блоки строчной развёртки оборудуют узлами защиты.

В отечественных и зарубежных телевизорах цветного изображения, выпущенных до середины 1970-х годов, могут встречаться дополнительные источники рентгеновского излучения — стабилизирующие триоды, подключаемые параллельно кинескопу, и служащие для стабилизации анодного напряжения, а значит, и размеров изображения. В телевизорах «Радуга-5» и «Рубин-401-1» используются триоды 6С20С, в ранних моделях УЛПЦТ — ГП-5. Поскольку стекло баллона такого триода значительно тоньше, чем у кинескопа, и не легировано свинцом, он является значительно более интенсивным источником рентгеновского излучения, чем сам кинескоп, поэтому его помещают в специальный стальной экран. В более поздних моделях телевизоров УЛПЦТ используются иные методы стабилизации высокого напряжения, и этот источник рентгеновского излучения исключён.

### Мерцание



Монитор Mitsubishi Diamond Pro 750SB (1024x768, 100 Гц), снятый с выдержкой 1/1000 с. Яркость искусственно завышена; показана реальная яркость изображения в разных точках экрана.

Луч ЭЛТ-монитора, формируя изображение на экране, заставляет светиться частицы люминофора. До момента формирования следующего кадра эти частицы успевают погаснуть, поэтому можно наблюдать «мерцание экрана». Чем выше частота смены кадров, тем менее заметно мерцание. Низкая частота ведет к усталости глаз и наносит вред здоровью.

У большинства телевизоров на базе электронно-лучевой трубки каждую секунду сменяется 25 кадров, что с учётом чересстрочной развёртки составляет 50 полей (полукадров) в секунду (Гц). В современных моделях телевизоров эта частота искусственно завышается до 100 герц. При работе за экраном монитора мерцание чувствуется сильнее, так как при этом расстояние от глаз до кинескопа намного меньше, чем при просмотре телевизора. Минимальной рекомендуемой частотой обновления экрана монитора является частота 85 герц. Ранние модели мониторов не позволяют работать с частотой развёртки более 70—75 Гц. Мерцание ЭЛТ явно можно наблюдать боковым зрением.

### **Нечёткое изображение**

Изображение на электронно-лучевой трубке является размытым по сравнению с другими видами экранов. Считается, что размытое изображение — один из факторов, способствующих усталости глаз у пользователя. С другой стороны, при использовании качественных мониторов, размытие не оказывает сильного влияния на здоровье человека, а сам эффект размытия позволяет не использовать сглаживание экранных шрифтов на мониторе, что отображается на качестве восприятия картинки, отсутствуют искажения шрифтов, присущие ЖК-мониторам.

### **Высокое напряжение**

В работе ЭЛТ применяется высокое напряжение. Остаточное напряжение в сотни вольт, если не принимать никаких мер, может задерживаться на ЭЛТ и схемах «обвязки» неделями. Поэтому в схемы добавляют разряжающие резисторы, которые делают телевизор вполне безопасным уже через несколько минут после выключения.

Вопреки распространённому мнению, напряжением анода ЭЛТ нельзя убить человека из-за небольшой мощности преобразователя напряжения — будет лишь ощутимый удар. Однако, и он может оказаться смертельным при наличии у человека пороков сердца. Он может также приводить к травмам, включая, летальные, косвенным образом, когда, отёрнув руку, человек касается других цепей телевизора и монитора, содержащих чрезвычайно опасные для жизни напряжения — а такие цепи присутствуют во всех моделях телевизоров и мониторов, использующих ЭЛТ, а также включая чисто

механические травмы, сопряженные со внезапным бесконтрольным падением, вызванным электрической судорогой.

## Ядовитые вещества

Любая электроника (в том числе ЭЛТ) содержит вещества, вредные для здоровья и окружающей среды. В числе их: соединения [бария](#) в [катадах](#), [люминофоры](#).

Использованные ЭЛТ в большинстве стран считаются опасным [мусором](#) и подлежат [вторичной переработке](#) или захоронению на отдельных полигонах.

## Взрыв ЭЛТ

Поскольку внутри ЭЛТ вакуум, за счёт давления воздуха на один только экран 17-дюймового монитора приходится нагрузка около 800 кг — вес микролитражного [легкового автомобиля](#). Из-за особенностей конструкции давление на экран и конус ЭЛТ является положительным, а на боковую часть экрана — отрицательным, что вызывает опасность взрыва. При работе с ранними моделями кинескопов правила [техники безопасности](#) требовали использования защитных рукавиц, маски и очков. Перед экраном кинескопа в телевизоре устанавливался стеклянный защитный экран, а по краям — металлическая защитная маска.

Начиная со второй половины 1960-х годов опасная часть кинескопа прикрывается специальным металлическим взрывозащитным [бандажом](#), выполненным в виде цельнометаллической штампованной конструкции либо намотанной в несколько слоёв ленты. Такой бандаж исключает возможность самопроизвольного взрыва. В некоторых моделях кинескопов дополнительно использовалась защитная плёнка, покрывавшая экран.

Несмотря на применение защитных систем, не исключается поражение людей осколками при умышленном разбивании кинескопа. В связи с этим при уничтожении последнего для безопасности предварительно разбивают [штенгель](#) — технологическую стеклянную трубку в торце горловины под пластмассовым цоколем, через которую при производстве осуществляется откачка воздуха.

Малогобаритные ЭЛТ и кинескопы с диаметром или диагональю экрана до 15 см опасности не представляют и взрывозащитными приспособлениями не оснащаются.

## Другие виды электронно-лучевых приборов

Кроме кинескопа, к [электронно-лучевым приборам](#) относят:

- [Квантоскоп](#) (лазерный кинескоп), разновидность кинескопа, экран которого представляет собой матрицу [полупроводниковых лазеров](#), накачиваемых электронным лучом. Квантоскопы применяются в [проекторах](#) изображения.
- [Осциллографическая электронно-лучевая трубка](#).
- [Знакопечатающая электронно-лучевая трубка](#).
- [Индикаторная электронно-лучевая трубка](#) используются в индикаторах радиолокационных станций.
- [Запоминающая электронно-лучевая трубка](#).
  - [Потенциалоскоп](#)
  - [Тайпотрон](#)

- [Графекон](#)
- [Передающая телевизионная трубка](#) преобразует световые изображения в электрические сигналы.
- [Моноскоп](#) передающая электронно-лучевая трубка, преобразующая единственное изображение, выполненное непосредственно на фотокатод, в электрический сигнал. Применялся для передачи изображения телевизионной испытательной таблицы (например, [ТИТ-0249](#)).
- [Кадроскоп](#) электронно-лучевая трубка с видимым изображением, предназначенная для настройки блоков разверток и фокусировки луча в аппаратуре, использующей электронно-лучевые трубки без видимого изображения (графекон, моноскопы, потенциалоскопы). Кадроскоп имеет цоколевку и привязочные размеры, аналогичные электронно-лучевой трубке, используемой в аппаратуре. Более того, основная ЭЛТ и кадроскоп подбираются по параметрам с очень высокой точностью и поставляются только комплектом. При настройке вместо основной трубки подключают кадроскоп.

## Примечания

1. ↑ Орфографический словарь-справочник «Слитно или раздельно?» (Бучкина Б. З., Калакуцкая Л. П. М., 1998), Орфографический словарь под редакцией Лопатина и другие источники указывают, что слово «электронно-лучевой» пишется через дефис. В некоторых источниках, например, в [Большой советской энциклопедии](#), используется и слитное написание
2. ↑ [Электроннолучевая трубка](#) // Большая советская энциклопедия
3. ↑ А. И. Климин, В. А. Урвалов. [Фердинанд Браун — лауреат нобелевской премии в области физики](#) // Электросвязь № 8, 2000 год
4. ↑ [статья на master-tv об устройстве цветных кинескопов](#)
5. ↑ [http://www.radiomuseum.org/r/mitsubishi\\_trinescope\\_6ct338\\_6\\_ct\\_33.html](http://www.radiomuseum.org/r/mitsubishi_trinescope_6ct338_6_ct_33.html)
6. ↑ Приёмные электронно-лучевые трубки. Справочник, Москва "Радио и связь", Н.И. Вуколов, А.И. Гербин, Г.С. Котовщиков, 1993 г.

## См. также

- [Дисплей](#)
- [Телевидение](#)

## Ссылки

- С. В. Новаковский. [90 лет электронному телевидению](#) // Электросвязь № 6, 1997
- П. Соколов. [Мониторы](#) // iXBT, 1999
- Mary Bellis. [The History of the Cathode Ray Tube](#) // About:Inventors
- [Электронно-лучевые трубки](#) // Кругосвет
- Евгений Козловский. [Старый друг лучше](#) «Компьютерра» № 692, 27 июня 2007
- Мухин И. А. [Как выбрать ЭЛТ-монитор](#) Компьютер-бизнес-маркет № 49(286), ноябрь-декабрь 2004. С. 366—371
- [Как исправить «сужение экрана» \(кадровая развертка\)](#)

## Литература

- Д. Бриллиантов, Ф. Игнатов, В. Водычко. Однолучевой цветной кинескоп — хромоскоп 25ЛК1Ц. [Радио](#) № 9, 1976. С. 32, 33.

Источник

«[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F\\_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%BA%D0%B0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%BA%D0%B0)»

Категории: [Электронно-лучевые приборы](#) | [Маркировка](#) | [Мониторы](#) | [Устройство телевизора](#)