**План урока**

**Урок № \_\_\_\_\_\_**

# Предмет: Физика

**Дата проведения**: 31.01.2024 год.

**Группа №** 1-12

 **Специальность:**

**Преподаватель:** Абдулгалимов С.М.

**тема урока** ***Электронные пучки. Электронно-лучевая трубка***

# *ЭЛЕКТРО́ННЫЕ ПУЧКИ́*, направленные потоки электронов, поперечные размеры которых обычно значительно меньше их длины. Внутри Э. п. имеется пространственный заряд электронов, создающий собств. электрич. поле, стремящееся расширить пучок (т. н. кулоновское расталкивание). С др. стороны, движущиеся по близким траекториям электроны можно рассматривать как линейные токи, создающие собств. магнитное поле, стремящееся сжать пучок.

 Напомним, что не так давно мы изучили электрический ток в вакууме и познакомились с таким прибором, как вакуумный диод. В вакуумном диоде есть два электрода: катод и анод. В результате нагревания катода, вокруг него образуется электронное облако, и мы наблюдаем явление термоэлектронной эмиссии. Как мы помним, если подключить анод к положительному полюсу источника, а катод — к отрицательному, то мы получим электрический ток. Как вы понимаете, если в аноде сделать отверстие, то часть электронов, ускоренных электрическим полем, будут пролетать в это отверстие.

Длина потока электронов, пролетающих в это отверстие, будет значительно больше, чем толщина этого потока. Именно

поток электронов, движущихся по близким траекториям в одном направлении, имеющий размеры, значительно большие в направлении движения, чем в поперечной плоскости. Поскольку Э. п. является совокупностью одноимённых заряж. частиц, внутри него имеется [*пространственный заряд*](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/2166/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9) электронов, создающий собств. электрич. [поле](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/4285). С др. стороны, движущиеся по близким траекториям электроны можно рассматривать как линейные токи, создающие собств. магн. поле. Электрич. поле пространств. заряда создаёт силу, стремящуюся расширить пучок ("кулоновское расталкивание"), магн. поле линейных токов создаёт силу Лоренца, стремящуюся сжать пучок. Расчёт показывает, что [действие](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/821) пространств. заряда начинает заметно сказываться (при энергиях электронов в неск. кэВ) при токах в неск. десятых мА, тогда как "стягивающее" действие собств. магн. поля заметно проявляется только при скоростях электронов, близких к скорости света-энергии электронов порядка МэВ. Поэтому при рассмотрении Э. п., используемых в разл. электронных приборах, техн. установках, в первую очередь необходимо принимать во внимание действие собств. пространств. заряда, а действие собств. магн. поля учитывать только для релятивистских пучков.

**Электронно**-**лучевая** **трубка** (ЭЛТ) - это вакуумная **трубка**, содержащая одну или несколько электронных пушек, лучами которых манипулируют для отображения изображений на фосфоресцирующем экране. Изображения могут представлять собой электрические сигналы (осциллограф), изображения (телевизор, монитор компьютера), радиолокационные цели или другие явления.

**Электро́нно-лучевы́е прибо́ры** (**ЭЛП**), также ***като́дные тру́бки*** ([англ.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *cathode ray tubes*) или ***электронно-лучевые трубки*** ([аббревиатура](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) — ***ЭЛТ***) — класс [электровакуумных электронных приборов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80), в которых используется [поток электронов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%83%D1%87%D0%BE%D0%BA), сформированный в форме одиночного пучка (луча) или нескольких пучков, управляемых как по интенсивности (току пучка), так и по положению пучка в пространстве, и эти пучки взаимодействуют с неподвижной мишенью (экраном) прибора[[1]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-_0dc9e841fcf546e5-1)[[2]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-_40ceba8c5c2b572d-2)[[3]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-_0030b9bd5361f838-3).

Основная сфера применения ЭЛП — преобразование оптической информации в электрические сигналы — например, в передающих телевизионных трубках и обратное преобразование электрического сигнала в оптический — например, в видимое телевизионное изображение[[3]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-_0030b9bd5361f838-3).

В класс электронно-лучевых приборов *не* включаются также использующие пучки электронов [рентгеновские трубки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%BA%D0%B0), вакуумные [фотоэлементы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82), [фотоумножители](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%22%20%5Co%20%22%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C), [газоразрядные приборы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B) (например, [декатроны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD)) и приёмно-усилительные [электронные лампы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0) ([лучевые тетроды](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4), электровакуумные люминесцентные индикаторы, лампы со вторичной электронной эмиссией и тому подобное).

трубкой он обнаружил, что, падая на некоторые кристаллические вещества, названные в дальнейшем [катодолюминофорами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80%22%20%5Co%20%22%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80), катодные лучи вызывают их видимое свечение.

В 1897 году [Д. Томсон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D1%81%D0%BE%D0%BD%2C_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%84_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD) обнаружил, что катодные лучи отклоняются электрическим полем, измерил отношение [заряда](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4) к [массе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0) частиц катодных лучей. [Открытие электрона](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%B8%D0%B5_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0) как элементарной частицы принадлежит [Э. Вихерту](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%85%D0%B5%D1%80%D1%82%2C_%D0%AD%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D1%8C)[[4]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-4)[[5]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-5) и [Дж. Дж. Томсону](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D1%81%D0%BE%D0%BD%2C_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%84_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD), которые в [1897 году](https://ru.wikipedia.org/wiki/1897_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) установили, что отношение заряда к массе для [катодных лучей](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B8) не зависит от материала катода. Термин «электрон» как название фундаментальной неделимой единицы заряда в [электрохимии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F) был предложен[[6]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-6) [Дж. Дж. Стоуни](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%BE%D1%83%D0%BD%D0%B8%2C_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B6_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BD) в 1894 году (сама единица элементарного заряда была введена им в 1874 году).

В 1897 году [Карл Ф. Браун](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%B0%D1%83%D0%BD%2C_%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB_%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B4), на основе трубки У. Крукса, сконструировал первую катодную, или электронно-лучевую трубку, которую он предложил применить в качестве индикаторного прибора при исследовании [электромагнитных колебаний](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F). До 1906 года электронно-лучевая трубка использовалась только в [осциллографах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%86%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84).

С 1902 года с трубкой Брауна работал [Б. Л. Розинг](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%B3%2C_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81_%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) в опытах по воспроизведению изображений. После опубликования его патентов в 1907—1911 годах появились работы и других авторов об использовании электронного луча для создания [телевидения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)[[7]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-7)[[8]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-8).

## Классификация ЭЛП[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&veaction=edit&section=2) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&action=edit&section=2)]

### Классификация по назначению[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&veaction=edit&section=3) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&action=edit&section=3)]

[**Передающие электронно-лучевые приборы**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%BA%D0%B0) преобразуют оптическое изображение в электрический сигнал.

* [Диссектор](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80) («трубка мгновенного действия») — исторически первый тип передающей трубки, использовавшийся для астрономических наблюдений, в устройствах промышленной автоматики и для сканирования документов[[9]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-_69dc35d3a788fa24-9);
* [Иконоскоп](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF) — исторически первый тип передающей телевизионной трубки;
* [Ортикон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BD), [суперортикон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BD), [видикон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BD) — основные типы передающих трубок[[10]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-_635c9720d4c7882d-10), применявшихся в телевидении до перехода на [твердотельные преобразователи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B0);
* Специализированные приборы, например, [моноскоп](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF) — трубка для преобразования в электрический сигнал единственного (отсюда название прибора) изображения, сформированного внутри трубки в процессе изготовления — как правило, [испытательной таблицы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D1%81%D0%BF%D1%8B%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D1%86%D0%B0).

**Приёмные электронно-лучевые приборы** преобразуют электрический сигнал в оптическое (видимое) изображение:

* [Осциллографическая трубка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%86%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%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) — ЭЛП с электростатическим отклонением луча, применяемые для визуализации формы электрических сигналов;
* [Кинескоп](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF) — приёмная трубка телевизионной системы с магнитной отклоняющей системой и [строчной развёрткой](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D1%91%D1%80%D1%82%D0%BA%D0%B0) изображения;
* [Квантоскоп](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF&action=edit&redlink=1) (лазерный кинескоп) — разновидность кинескопа, экран которого представляет собой матрицу [полупроводниковых лазеров](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80), накачиваемых электронным лучом. Квантоскопы применяются в [проекторах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80) изображения.
* [Индикаторная электронно-лучевая трубка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%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) — приёмная трубка [радиолокационной системы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F) с магнитной отклоняющей системой и круговой развёрткой, а также разнообразные специализированные индикаторы, знакогенерирующие трубки и т. п.[[11]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-_635c8920d4c77066-11);
* [Знакогенерирующие (знакопечатающие) трубки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D0%AD%D0%9B%D0%A2) (характрон, тайпотрон и их аналоги);
* [Кадроскоп](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF&action=edit&redlink=1) — электронно-лучевая трубка с видимым изображением, предназначенная для настройки блоков разверток и фокусировки луча в аппаратуре, использующей электронно-лучевые трубки без видимого изображения (таких как [графеконы](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BD&action=edit&redlink=1), [моноскопы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF), [потенциалоскопы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF)). Кадроскоп имеет [цоколевку](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%91%D0%B2%D0%BA%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%A6%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%91%D0%B2%D0%BA%D0%B0) и установочные размеры, аналогичные электронно-лучевой трубке, используемой в аппаратуре. Основная ЭЛТ и кадроскоп подбираются по параметрам с очень высокой точностью и поставляются только комплектно. При настройке вместо основной трубки подключают кадроскоп.
* Печатающие ЭЛП — приборы для переноса изображения, сформированного электронным лучом на твёрдый носитель, например, бумагу [ксерографическим](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F) методом.

**Электронно-лучевые приборы без видимого изображения**

* [Запоминающая трубка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%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) записывает информацию на пространственную мишень, хранит её в течение заданного времени, и (в трубках со считыванием) воспроизводит или считывает её электронным лучом. Различные трубки этого подкласса использовались как для хранения, обработки и воспроизведения оптических изображений, так и как двоичные [запоминающие устройства](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) ранних компьютеров[[12]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-_635c8a20d4c77230-12).
* [Функциональные ЭЛТ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%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) — разновидность аналоговой ЭВМ, в которой взаимодействие электронного луча, мишеней и системы отклоняющих электродов используется для вычисления значений различных функций от двух или нескольких переменных.

### Экран приёмных ЭЛП с оптическим изображением[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&veaction=edit&section=7) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&action=edit&section=7)]

#### Флуоресцирующие экраны[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&veaction=edit&section=8) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&action=edit&section=8)]

Для визуального наблюдения процессов экран прибора со внутренней стороны колбы покрывают люминофором — веществом, способным [люминесцировать](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F) при электронной бомбардировке. Яркость свечения люминофора зависит от скорости электронов, поверхностной плотности электронного тока и свойств люминофора.

**Цвет свечения**

Существуют монохромные и многоцветные экраны. Монохромные экраны имеют определённые цвет свечения — зелёный, синий, жёлтый, красный или белый. В многоцветных экранах цвет свечения зависит от направления или интенсивности электронных пучков и управление цветом производится электронными способами. Известный пример многоцветных экранов — у цветных кинескопов.

Химический состав люминофора определяет цвет и длительность свечения экрана. Для визуального наблюдения в монохромных экранах используются люминофоры с зелёным цветом свечения, для которого чувствительность человеческого глаза максимальна. К веществам с зелёной люминесценцией относятся [виллемит](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%82%22%20%5Co%20%22%D0%92%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%82) (силикат цинка), [сульфид цинка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B8%D0%B4_%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B0) или смесь сульфидов цинка и [кадмия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B8%D0%B4_%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D1%8F).

Для фотографирования процессов используются люминофоры, дающие синее и фиолетовое свечение, для которого чувствительность [фотографической эмульсии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%8D%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B9) [фотоматериала](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D1%87%D1%83%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2) максимальна. Это [вольфраматы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%8B%22%20%5Co%20%22%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%8B) — [бария](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%B1%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F) и [кадмия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D1%8F)[[14]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80%D1%8B-14).

Существуют экраны с двухслойным люминофором, слои которого имеют разный цвет свечения и время послесвечения, это позволяет при помощи светофильтров выбирать нужный цвет[[14]](https://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%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B#cite_note-%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80%D1%8B-14).

Также экраны с двухслойным люминофором применяются в индикаторах с длительным послесвечением. Внутренний слой имеет синий цвет свечения и возбуждается электронным лучом, наружный, слой нанесённый на стекло колбы, имеет длительное (несколько секунд) жёлто-зеленое послесвечение и [фосфоресцирует](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F) от возбуждения синим светом первого слоя люминофора.

В цветных кинескопах на экран наносится мозаика из пятен или полос люминофоров с разным цветом свечения, электронные лучи от нескольких прожекторов засвечивают люминофор через маску, обеспечивающую попадание на участки люминофора только электронного луча от прожектора «своего цвета».

**Длительность послесвечения**

При электронной бомбардировке люминофора наблюдается как [люминесценция](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F), то есть свечение в момент удара, так и [фосфоресценция](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F). Явление фосфоресценции у ЭЛТ называется «послесвечением» — после прекращения возбуждения люминофора электронным лучом он продолжает в течение некоторого времени светиться с постепенным затуханием яркости свечения. Время послесвечения люминофора — это отрезок времени, в течение которого яркость свечения уменьшается на определённую величину, обычно на 90 % по сравнению с максимальным значением при первоначальном возбужденна электронным лучом.

**Домашнее задание:** сделай конспект и ответь на контрольные вопросы.

контрольные вопросы:

**- Объясните принцип работы электронно-лучевой трубки ?**