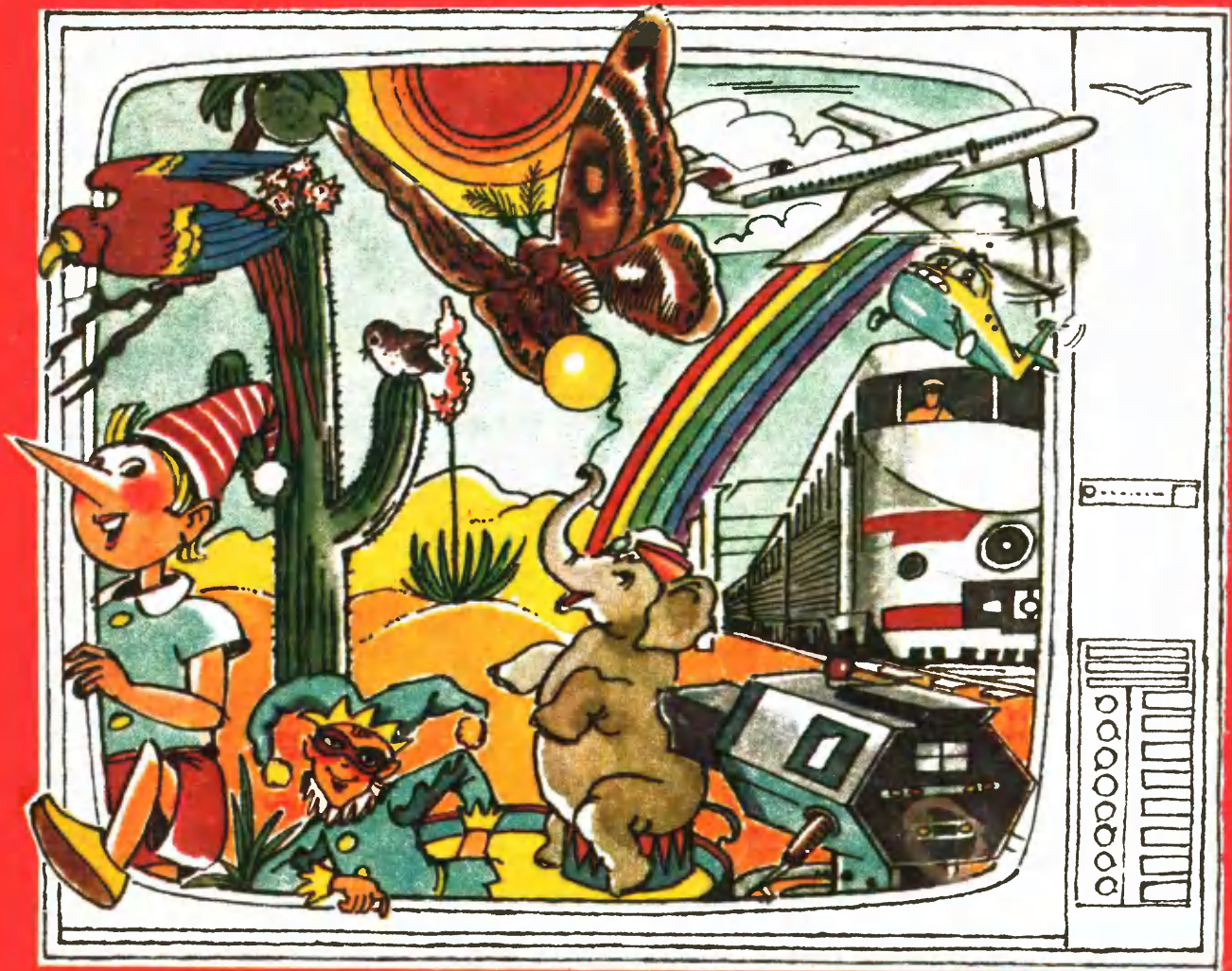




МАЙЛЕН
КОНСТАНТИНОВСКИЙ

КТО РИСУЕТ НА ЭКРАНЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАЛЫШ» МОСКВА 1991



Уважаемый читатель!



Сколько лет ты смотришь телевизор? Вероятно, не меньше четырёх, верно? А то и пять-шесть...

За эти годы у тебя, конечно, не раз возникал вопрос: «Кто же рисует на экране картинку?» Ответить на него можно было бы одним-единственным словом: электроны. Но, боюсь, такой краткий ответ тебя не удовлетворит.

«Что толку в таком ответе, — скажешь ты, — если остаётся неизвестным самое интересное: как они рисуют, откуда у них берутся художественные способности? Да и что такое сами электроны, тоже не мешало бы узнать»...

Что ж, законное желание. Постараюсь пойти ему навстречу. Давай разберёмся во всём по порядку. Только начать придётся издалека — с самого начала.

А началом всего, что связано с электронами, можно считать событие, которое случилось ужасно давно — две тысячи шестьсот лет назад, в древнегреческом городе Милете.

Что же там произошло?



ЧТО ПРОИЗОШЛО В ГОРОДЕ МИЛЕТЕ

Однажды дочка знаменитого мудреца Фалеса, который жил в этом городе, пряла шерсть янтарным веретеном и вдруг заметила, что шерстинки к нему так и льнут, так и прилипают. Сказала отцу, он стал проверять — и обнаружил, что потёртый шерстью янтарь притягивает не только шерстинки, но и нитки, волосы, соломинки... Так написано в древних книгах.

А ещё в них говорится, что Фалес открыл и свойство магнита притягивать железо. Кстати, янтарь долгое время считали разновидностью магнита. Действительно, что тут возразишь: магнит притягивает — и янтарь притягивает!

Но прошло почти две тысячи двести лет, пока нашёлся учёный, который сумел возразить. Его звали Вильям Гильберт.



Ты можешь повторить опыты Фалеса. Янтаря у тебя, скорее всего, нет, но его вполне заменит пластмассовая расчёска. Потому что янтарь — это окаменевшая смола древних деревьев, и пластмасса тоже смола, только не природная, а синтетическая. Ну, а роль шерсти с успехом исполнят твои собственные волосы (они должны быть сухими). Ведь волосы — это остатки шерсти, которой были покрыты наши далёкие предки.

Причешись и поднеси расчёску к кусочкам бумаги, ниткам, к щепоткам соли, сахарного песка, чая, к струйке воды из крана... Видишь — даже вода притягивается!



Вот какие различия между магнитом и потёртым шерстью янтарём обнаружил Гильберт:

сила янтаря перестаёт действовать, если на её пути всего лишь листок бумаги, а магнит притягивает даже через толстые каменные, деревянные и металлические доски; сила янтаря появляется от трения и вскоре исчезает, а магнит сохраняет свои свойства постоянно;

магнит притягивает лишь железо, а янтарь — все вещества;

магнит может поднять даже тяжёлые предметы, янтарь — только лёгкие;

сила янтаря исчезает от влажного воздуха, а магниту даже вода нипочём.



КАК ЯНТАРЬ БЫЛ «УВОЛЕН» ИЗ МАГНИТОВ

Гильберт был придворным врачом английской королевы. Но прославили его опыты с магнитами, на которые он тратил всё свободное время. А так как янтарь тоже причисляли к магнитам, Гильберт проделал опыты и с ним.

И убедился, что притяжение магнита и притяжение янтаря — два совершенно разных явления.

«Янтарь» по-гречески — «электрон», и свойство потёртого шерстью янтаря притягивать лёгкие предметы Гильберт назвал электричеством.

Это было четыреста лет назад. Вот сколько лет слову «электричество»!

Но прошло ещё почти полтора столетия, и оказалось, что электричество не одно, а целых два...

Об этом объявил в 1734 году французский физик Шарль Франсуа Дюфе.





Шарль Франсуа Дюфе

О ЧЁМ ОБЪЯВИЛ ДЮФЕ

Он тёр друг о друга не только янтарь и шерсть, но и самые разнообразные предметы. И вот какой сделал вывод после двухлетних опытов: «Имеется два существенно различных вида электричества. Одно из них я назову стеклянным, а другое смоляным. Первое появляется на потёртых стекле, кварце, драгоценных камнях, волосах животных, шерсти и многих других телах. Второе — на потёртых янтаре, шёлке, пряже, бумаге и многих других веществах».

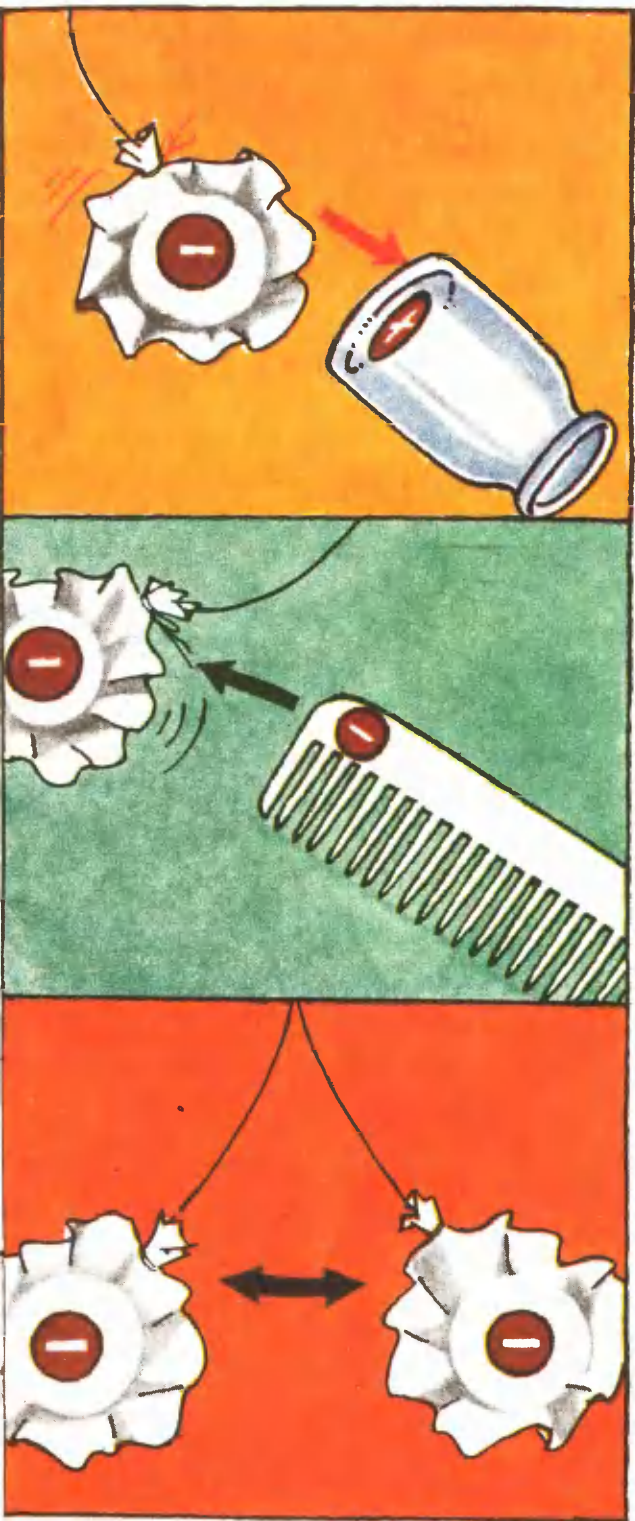
Но как узнать, где какое электричество? Как их различить?

Дюфе объявил и об этом. Оказывается, если два предмета заряжены одним и тем же видом электричества — оба стеклянным или оба смоляным, — то они отталкиваются друг от друга. А если один предмет заряжен стеклянным электричеством, а другой смоляным, то они притягиваются.

Вместо «стеклянное электричество» давно уже говорят «положительное», а вместо «смоляное» — «отрицательное». Положительное электричество изображают знаком «+» (плюс), отрицательное — знаком «-» (минус).

Но как бы ни переименовывали электрические заряды, как бы ни обозначали, оставалось неясным главное: откуда они берутся? И что собой представляют?

Это стало ясно лишь в конце прошлого века, после открытия, которое сделал учёный, известный всему научному миру под ласковым прозвищем Джи-Джи. Так звали коллеги английского физика Джозефа Джона Томсона, которого все очень любили...



Представь, что тебе ничего не известно об открытии Дюфе. Сумел бы ты сам его сделать?

Подвесь бумажку на нитке. Возьми стеклянную банку (например, из-под майонеза) и сильно потри её доньшком о бумажку, а затем отодвинь банку. Бумажка потянулась за ней...

Теперь причешишь и поднеси расчёску к бумажке. Она отталкивается!

Одна и та же бумажка притягивается к заряженной электричеством банке и отталкивается от заряженной электричеством расчёски. Значит, это разные виды электричества!

Рядом с первой бумажкой подвесь ещё одну. Потри доньшком банки и первую бумажку, и вторую. Они стали отталкиваться друг от друга! Но ведь бумажки заряжены одинаковым видом электричества... Выходит, предметы, заряженные одинаковым видом электричества, отталкиваются, а заряженные разными видами электричества — притягиваются.

Видишь, ты сделал из своих опытов те же выводы, к которым пришёл и Дюфе!



ЧТО ОТКРЫЛ ДЖИ-ДЖИ

В то время многие физики изучали таинственные катодные лучи. Что это такое?

Посмотри на рисунок. Перед тобой большая стеклянная трубка, в которую впаяны металлические пластинки — электроды. Тот электрод, на котором нарисован знак «—», называется катодом, а тот, на котором знак «+», — анодом. Ты уже знаешь, что означают эти знаки: на катоде отрицательный электрический заряд, а на аноде положительный.

Учёные заметили, что стоит откачать из трубки воздух до такой степени, что в ней образуется почти пустота, как стекло напротив катода начинает светиться. Если поместить между ними какую-нибудь фигурку из плотного материала, на стекле появляется её тень...

Ясно: от катода идут какие-то лучи! Но что это за лучи? Какова их природа?

Очень много опытов с катодными лучами проделал английский физик Вильям Крукс. Он первым догадался поместить на пути катодных лучей плотную фигурку и увидел, что позади

Поднеся к трубке магнит, Крукс обнаружил, что тень перемещается.

неё образуется тень. А когда Крукс поднёс к трубке магнит и стал им двигать, он обнаружил, что тень перемещается...

Задолго до этих опытов было известно, что под влиянием магнита движущиеся электрические заряды отклоняются — положительные в одну сторону, отрицательные в другую.

Крукс посмотрел, куда перемещается тень, и предположил, что катодные лучи — это летящие от катода крошечные частички, заряженные отрицательным электричеством.

Но Крукс только предположил, а Томсон доказал! Это важное событие — важное и для науки и для техники, в том числе и для телевидения, — произошло в 1897 году.

Так как отрицательным электричеством заряжается потёртый шерстью янтарь, а янтарь — помнишь? — по-гречески «электрон», открытую Томсоном частицу назвали электроном.

Вот что открыл Джи-Джи — Джозеф Джон Томсон: электрон!

Однако кое-что и Томсон не доказал, а только предположил...

Томсон доказал, что катодные лучи — поток отрицательно заряженных частиц.





Эрнест Резерфорд

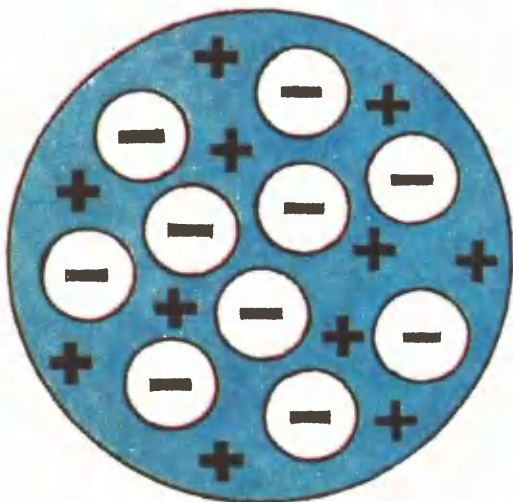
ЧТО ПРЕДПОЛОЖИЛ ДЖИ-ДЖИ

Открыв электрон — крошечную частичку, заряженную отрицательным электричеством, — Томсон предположил, что электроны «живут» и в каждом атоме. А из атомов, как ты знаешь, состоят все на свете вещества. Почему же тогда и они не заряжены отрицательным электричеством?

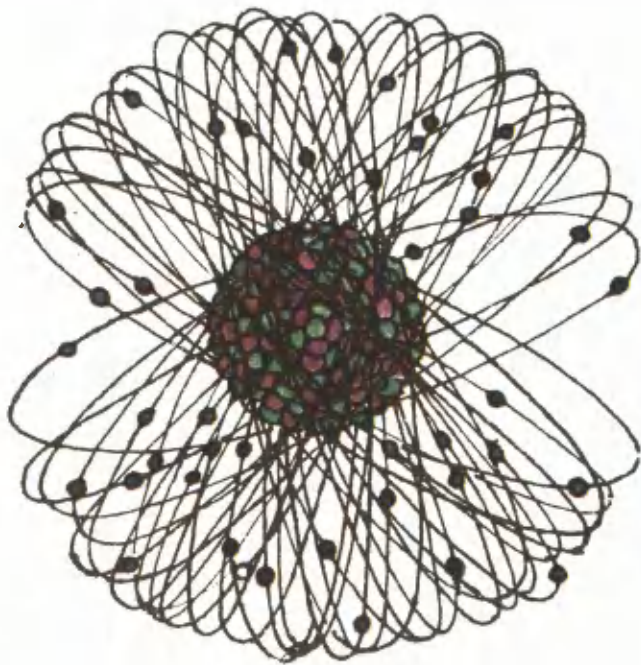
Потому, решил Томсон, что в каждом атоме есть и положительный заряд, который уравнивает отрицательный заряд электронов. Поэтому «снаружи» кажется, будто в атомах вообще нет никаких зарядов — ни положительных, ни отрицательных.

Томсон предположил — а кто это доказал? Его ученик Эрнест Резерфорд. Правда, оказалось, что атом выглядит не совсем так, как представлял себе Томсон. Он думал, что положительный заряд разбросан по всему атому — вот так.

А Резерфорд доказал, что весь положительный заряд атома находится в его центре — в атомном ядре. В нём, тесно прижавшись друг к другу, «сидят» частицы с положительным зарядом (их называли протонами).



Вот как выглядит, например, атом металла цезия, у которого большие заслуги перед телевидением (какие, узнаешь чуть позже).



Ты видишь, что кроме красных шариков, которые изображают протоны, в атомном ядре полно зелёных шариков. А они что изображают, какие частицы? Нейтроны! У этих частиц нет никакого электрического заряда — ни положительного, ни отрицательного. Их задача — «склеить» ядро, удержать в нём протоны. Ведь протоны заряжены одинаково и отталкиваются друг от друга. Если бы не склеивающие их нейтроны, ядро бы развалилось!

Атомы металлов расстаются со своими электронами легче, чем атомы других веществ. Электроны, которые покинули свои атомы, называются свободными электронами. Кстати, благодаря им металлы хорошо проводят электрический ток: есть кому переносить электрические заряды — в металлах много свободных электронов. Но такой свободе не позавидуешь...

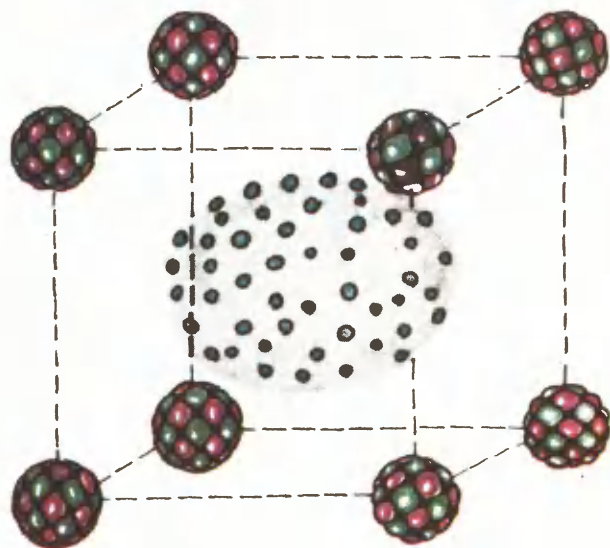
Заглянем в металл: настоящая решётка из атомов, лишившихся части электронов! И бродят между ними свободные электроны, как неприкаянные: из атомов-то они вырвались, а из атомной решётки вырваться не могут — сил не хватает...

Но откуда же тогда берут силы электроны, из которых состоят катодные лучи! Кто помогает им вырваться из катода!

Помогает анод. Вернее, его положительный заряд. Он тянет к себе электроны и в конце концов вытягивает их из катода.

Можно помочь электронам и по-другому: сильно нагреть металл. Свободные электроны начинают метаться в нём с такими скоростями, что некоторым, самым шустрым, удаётся выскочить с разбегу из атомной решётки.

Третий способ, самый важный для телевидения — фотоэффект. Но о нём разговор особый.





Карл Фердинанд Браун

КАК ЭЛЕКТРОНЫ НАУЧИЛИСЬ РИСОВАТЬ

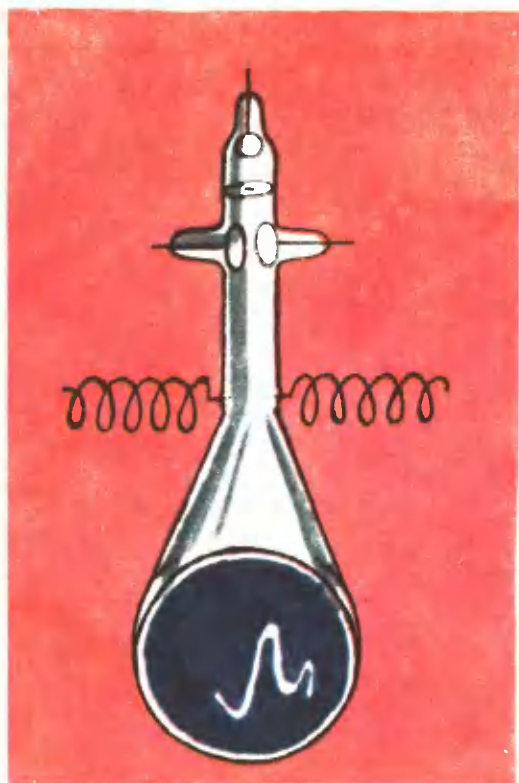
Теперь, пожалуй, уже пора рассказать о том, как электроны научились рисовать на экране — правда, пока ещё не телевизионном...

Их «учителем рисования» стал немецкий физик Карл Фердинанд Браун. Сразу после открытия Томсоном электрона, в том же 1897 году, он изготовил замечательный прибор — электронно-лучевую трубку. Посмотри на неё: она и похожа, и не похожа на те трубки, с которыми работали, исследуя катодные лучи, Крукс, Томсон и другие учёные.

Похожа тем, что в ней тоже «почти пустота». И тем, что у неё есть катод и анод. А главное, что от катода к противоположному концу трубки идут катодные лучи, то есть пучок электронов.

А чем не похожа?

Тем, что в трубке Брауна катод подогревается раскалённой спиралькой, словно кастрюлька на электроплитке. Для чего? Чтобы разогреть электроны! Тогда им легче выскочить из катода — в точности как частичкам воды, кипящей в кастрюльке.



Чем ещё отличается трубка Брауна от своих предшественниц? Тем, что она умеет делать фокус! Не фокусы, а единственный фокус. Браун поместил в трубку ещё один электрод, заряженный так же, как анод, то есть положительно. Он так отклоняет летящие мимо электроны, что в конце пути все электроны собираются в одну точку. Эту точку и называют фокусом. Получается как бы остриё хорошо заточенного карандаша.

Кто же водит в трубке Брауна «электронным карандашом»? Магнитные «руки»! Вернее, электромагнитные.

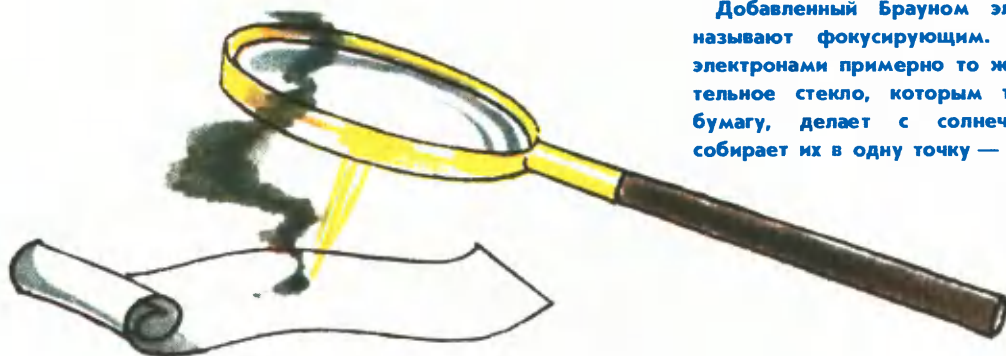
Ты уже знаешь, что путь летящих прямо электронов искривляется, если к трубке поднести магнит. Этим и воспользовался Браун. Только он заменил магнит электромагнитом, то есть проволочной катушкой, по которой идёт электрический ток. Чем сильнее в катушке ток, тем больше отклоняются от прямого пути электроны.

Одна электромагнитная «рука» передвигает пучок электронов слева направо и, доведя до края экрана, тут же возвращает обратно; другая перемещает его снизу вверх и сверху вниз... Кстати, экрана в прежних трубках тоже не было. Браун сделал тот конец трубки, в который врезаются на полной скорости электроны, широким и плоским и покрыл его изнутри особым веществом — люминофором.

На латыни, языке древних римлян, «люмен» значит «свет». Люминофор светится под ударами электронов гораздо ярче, чем стекло!

Трубку Брауна вполне можно считать прабабушкой приёмной телевизионной трубки — той самой, на экран которой ты смотришь, сидя перед телевизором.

А кто же её бабушка?



Добавленный Брауном электрод сейчас называют фокусирующим. Он делает с электронами примерно то же, что увеличительное стекло, которым ты прожигаешь бумагу, делает с солнечными лучами: собирает их в одну точку — фокус.



Борис Львович Розинг

КТО БАБУШКА ПРИЁМНОЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ТРУБКИ

Бабушка появилась на свет всего лишь через десять лет после прабабушки — в 1907 году. В тот год петербургский профессор физики Борис Львович Розинг получил патент на трубку для «электрической телескопии». «Теле» по-гречески — «далеко», «скопия» — «смотрение». Вместе получается «далекосмотрение» (слова «телевидение» тогда ещё не было).

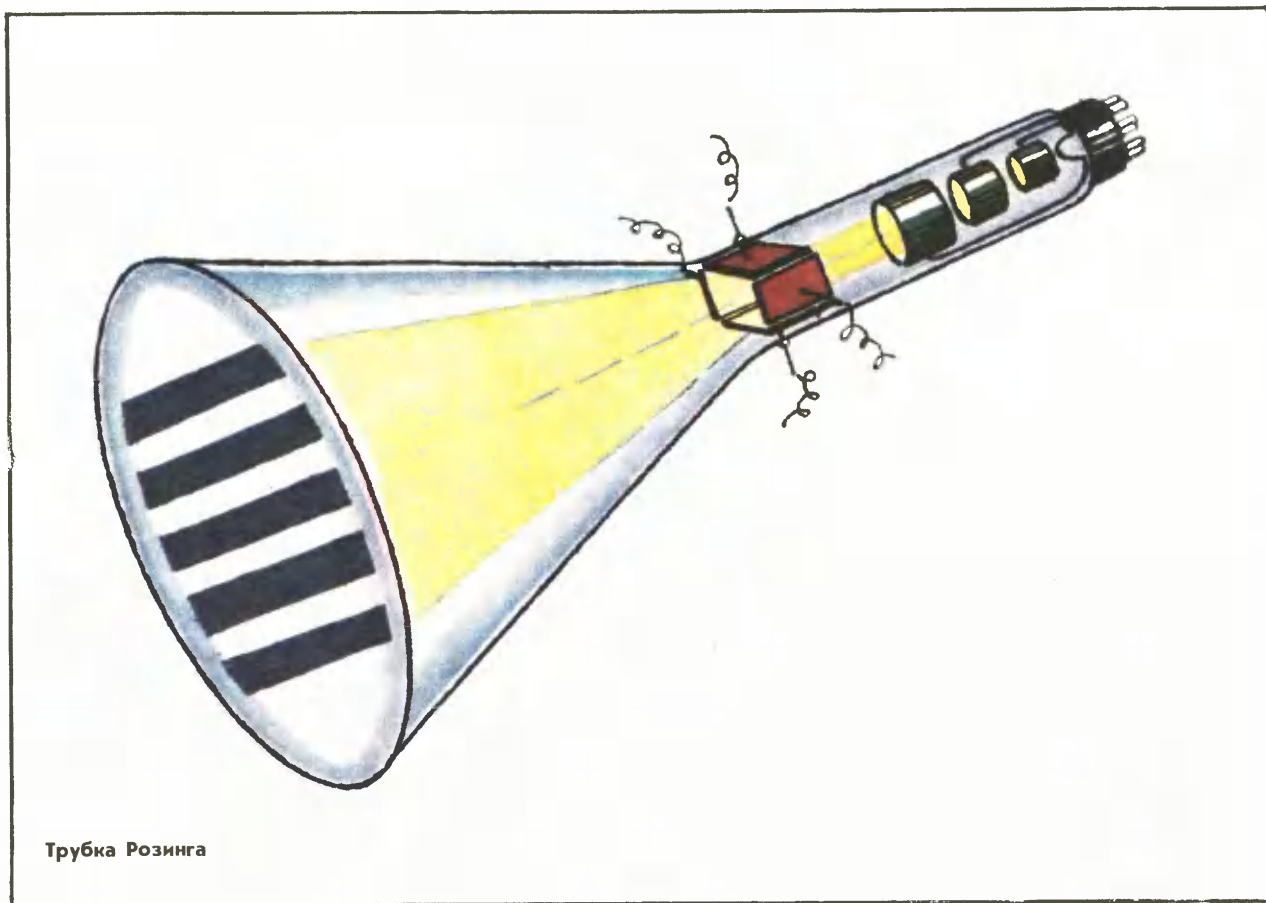
Трубка Розинга, на первый взгляд, почти ничем не отличается от трубки Брауна. Но это лишь на первый взгляд! Розинг

сделал очень важное усовершенствование: на пути электронного пучка появилась «дверца». Её можно «открыть настежь», пропуская к экрану все вылетевшие из катода электроны, или прикрыть — на четверть, наполовину, на сколько угодно!

Больше электронов долетело до экрана — он вспыхнул в этом месте ярче; меньше долетело — не так ярко; ещё меньше — совсем тускло засветился в этой точке экран...

Что же это за «дверца», позволившая Розингу управлять числом электронов в пучке — а значит, и яркостью в разных точках экрана? Думаю, ты сам догадался: Розинг поместил перед катодом ещё один электрод. Ясно, что теперь число электронов, которым удастся «прошмыгнуть» мимо этого электрода, будет зависеть от того, какой в нём электрический заряд...

Если заряд долго не меняется, весь экран будет светиться одинаково — либо ярко, либо тускло. Если меняется, на экра-



Трубка Розинга

не будут чередоваться светлые и тёмные точки. А можно менять заряд на электроде так, что из чередования светлых и тёмных точек возникнет картинка!

9 мая 1911 года Розинг впервые показал коллегам на экране своей трубки картинку. Не ахти какую — светлые полосы на тёмном фоне... Зато это было первое в мире телевизионное изображение!

Как говорится, лиха беда начало. Тем более, что у Розинга был достойный ученик и продолжатель его дела Владимир Козьмич Зворыкин, которого четверть века спустя прозвали «отцом современного телевидения». А иногда его называют «отцом электронного телевидения». Это одно и то же — ведь современное телевидение электронное...



Владимир Козьмич Зворыкин

Интересное совпадение: как раз в те дни, когда я заканчивал работу над этой книжкой, во всём мире отмечалось столетие со дня рождения «отца электронного телевидения» Владимира Козьмича Зворыкина. Отметим его и в нашей стране: в конце июля 1989 года видные советские учёные приехали в старинный русский город Муром и провели конференцию, посвящённую памяти этого замечательного изобретателя.

Но почему её провели в Муроме, на родине славного богатыря Ильи Муромца? Потому что и Зворыкин там родился. Там же он окончил и реальное училище. Потом он стал студентом Петербургского технологического института и помогал своему профессору Розингу в экспериментах. Тогда-то Зворыкин и заинтересовался передачей изображений на расстояние...

С 1919 года он жил в США, но не раз приезжал на родину, переписывался с нашими специалистами по телевидению.

ЗА ЧТО ЗВОРЫКИНА ПРОЗВАЛИ «ОТЦОМ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ»

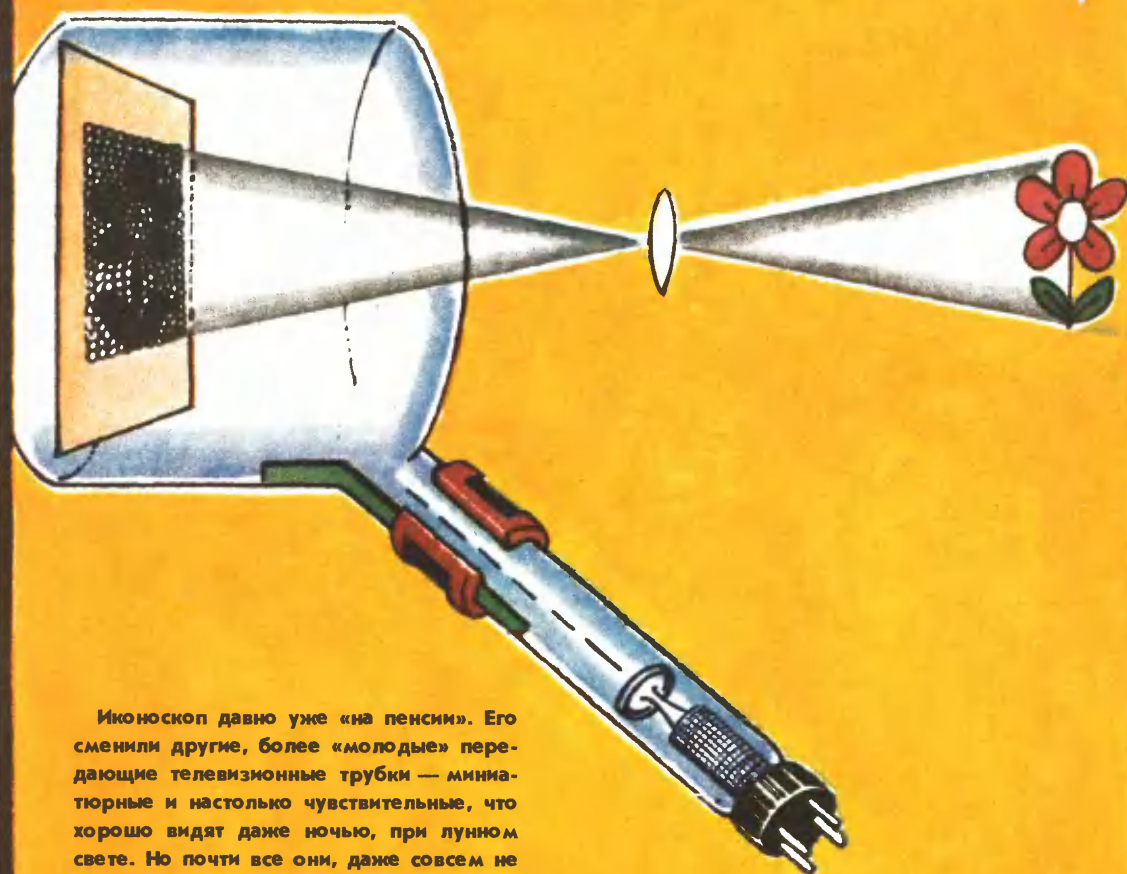
За то, что этот талантливый русский инженер ещё больше усовершенствовал приёмную телевизионную трубку и придал ей современный вид. Он же дал ей и современное имя — кинескоп (по-гречески значит «смотрю на движение»).

Но прежде всего его прозвали так за то, что он изобрёл «электронный глаз» — иконоскоп (по-гречески — «смотрю на изображение»). Это произошло в 1923 году.

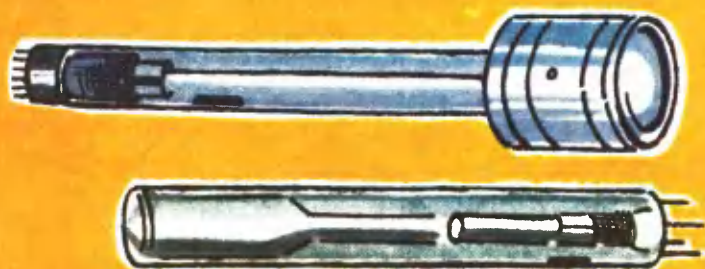
Вот оно, любимое детище Зворыкина. Многое здесь тебе уже знакомо: катод и анод; электромагниты, которые «водят» электронным пучком; электрод, который «делает фокус», то есть заставляет все летящие от катода электроны собираться в конце пути в одной точке...

А где тут конец пути? Куда попадают мчащиеся сломя голову электроны, во что они врезаются?

В мишень. Это главная деталь «электронного глаза». Познакомимся с нею поближе.

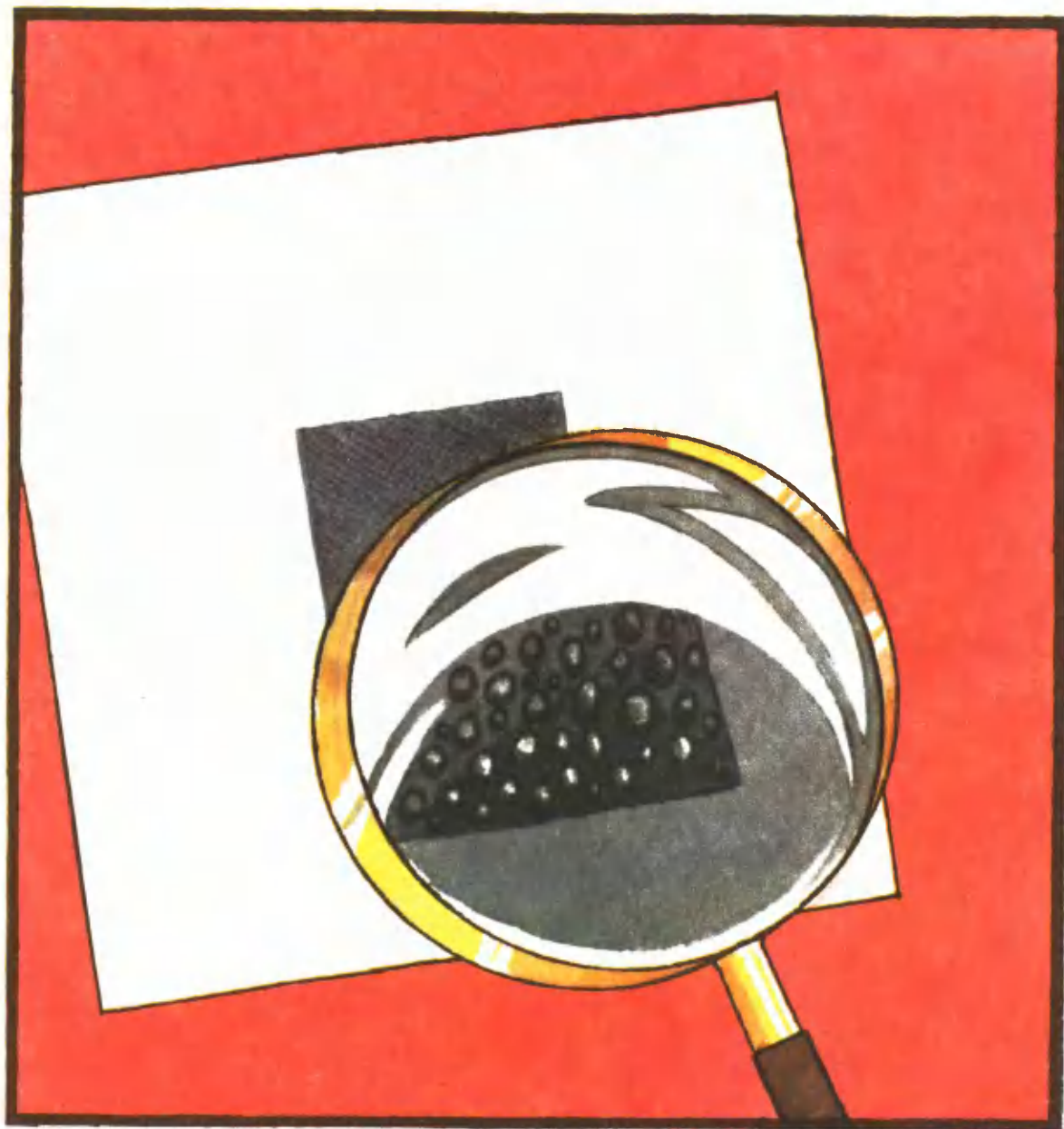


Иконоскоп давно уже «на пенсии». Его сменили другие, более «молодые» передающие телевизионные трубки — миниатюрные и настолько чувствительные, что хорошо видят даже ночью, при лунном свете. Но почти все они, даже совсем не похожие внешне на первый электронный телеглаз,— дети, внуки и племянники зворыкинского иконоскопа, и на его примере можно понять, как они работают.



КАК УСТРОЕНА МИШЕНЬ «ЭЛЕКТРОННОГО ГЛАЗА»

Эта прямоугольная пластинка сделана из слюды. Если посмотреть на неё в сильную лупу, мы увидим вот что.



Таких шариков на небольшой пластинке (её размер меньше почтовой открытки) примерно пять миллионов!

Прежде чем объяснить, что это за шарики, я должен сказать хотя бы несколько слов об интереснейшем явлении, которое открыл в 1887 году немецкий физик Генрих Герц. Он обнаружил, что если металлический предмет (например, шарик) освещать ярким светом, на нём возникает положительный электрический заряд. Это явление назвали фотоэффектом.

«Фото» по-гречески — «свет». А «эффект» по-латыни значит «действую». Как же действует свет при фотоэффекте? Это стало понятно только после открытия Томсоном электрона. Свет выбивает из металла электроны! Лишившись части электронов, металл, естественно, заряжается положительно.

Абсолютный чемпион мира по фотоэффекту — редкий металл цезий. Положительный электрический заряд возникает в нём даже от слабого света, потому что цезий легко теряет свои электроны.

Так вот, малюсенькие шарики на слюдяной пластинке — это капельки цезия. Теперь тебе нетрудно будет понять, как видит «электронный глаз».



Генрих Герц

24 мая 1896 года изобретатель радио Александр Степанович Попов передал, а его помощник принял первую в мире радиogramму. В ней было всего два слова: «Генрих Герц». Изобретатель радио подчеркнул этим заслуги учёного, который первым получил радиоволны.

Изобретатель телевидения тоже с благодарностью вспоминал Герца. Ведь если бы Герц не открыл фотоэффект, Владимир Козьмич Зворыкин не смог бы создать свой «электронный глаз» — иконоскоп!



Вибратор Герца — прибор, с помощью которого он получил радиоволны.

КАК ВИДИТ «ЭЛЕКТРОННЫЙ ГЛАЗ»

Направим объектив телекамеры... ну, допустим, на Буратино. На мишень легло его изображение. Свет тут же начинает действовать — выбивать из шариков цезия электроны. Там, где изображение светлее, электронов выбивается больше, а значит, положительный электрический заряд на шариках тоже больше. А там, где темнее, положительный заряд на шариках меньше...

Больше света — больше заряд, меньше света — меньше заряд. Получается, что картинка, нарисованная светом, превратилась в такую же картинку, но «нарисованную» электрическими зарядами!

Для нас с тобой эта электрическая картинка невидима. А вот для пучка электронов, который обегает мишень, — точка за точкой, шарик за шариком, — всё как на ладони!



Меняется от шарика к шарика заряд — меняется и электрический ток в проводе, который подсоединён к мишени... Остальное, как говорится, дело техники. Точнее, радиотехники. Для неё не составит труда с помощью радиоволн доставить этот меняющийся ток в телевизор и подать





его в кинескоп, на электрод-«дверцу», которая — помнишь?— пускает к экрану то больше электронов, то меньше. И, подчиняясь её командам, электронный пучок нарисует на экране кинескопа точно такую же картинку, какая легла на мишень иконоскопа!

Телекамера могла бы сказать о себе словами героя поэмы Михаила Юрьевича Лермонтова «Демон»: «Я опущусь на дно морское, я поднимусь за облака»... Хотя ничего демонического в ней нет.



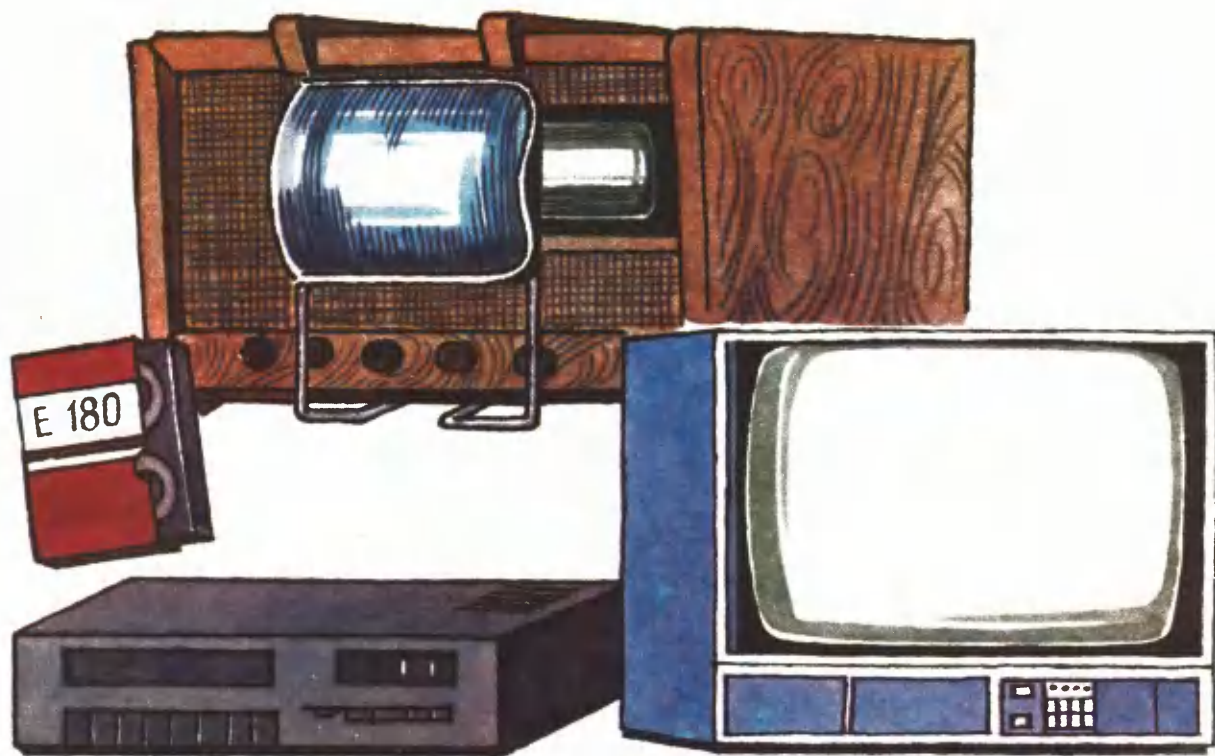
Разумеется, всё это получится «без сучка, без задоринки» только в том случае, если электронный пучок, оббегающий экран в кинескопе, точно повторяет все движения такого же электронного пучка, оббегающего мишень в иконоскопе. словно спортсменка, повторяющая все движения другой спортсменки при синхронном плавании!

В цветном телевидении приходится обеспечивать такую же синхронность движений уже шести электронных пучков — трёх в иконоскопах, которые передают красное, зелёное и синее изображение, и трёх в кинескопе.

Ты, конечно, можешь сказать: «До чего же сложно! Неужели нельзя сделать как-нибудь попроще?»

А почему бы тебе самому не попробовать взяться за эту задачу? Вдруг удастся придумать более простую систему телевидения... Вот было бы здорово!

Желаю успеха!





70 коп.



Для младшего школьного возраста
Майлен Аронович Константиновский
КТО РИСУЕТ НА ЭКРАНЕ
Художник **М. Трубкович**

Редактор **Е. Рыжова**. Художественный редактор **М. Салтыков**.
Технический редактор **М. Матюшина**. Корректор **Н. Пьянкова**.

ИБ № 2748

Сдано в набор 27.04.90. Подписано в печать 25.01.91. 84×108^{1/8}. Бум. офс № 1.
Гарнитура балтика. Печать офсет. Усл. печ. л. 2,9. Усл. кр.-отт. 11,6. Уч.-изд.
л. 2,28. Тираж 150 000 экз. Изд. № 1761. Заказ № 309. Цена 70 коп.
Издательство «Малыш» 121352, Москва, Давыдовская ул., 5.
Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат детской
литературы им. 50-летия СССР Министерства печати и массовой информации
РСФСР. 170040, Тверь, проспект 50-летия Октября, 46.



К $\frac{4802030000-121}{M102(03)-91}$ 12-90

ISBN 5-213-01026-1

© Константиновский Майлен Аронович, 1991
© илл. Трубкович Михаил Виллиевич, 1991