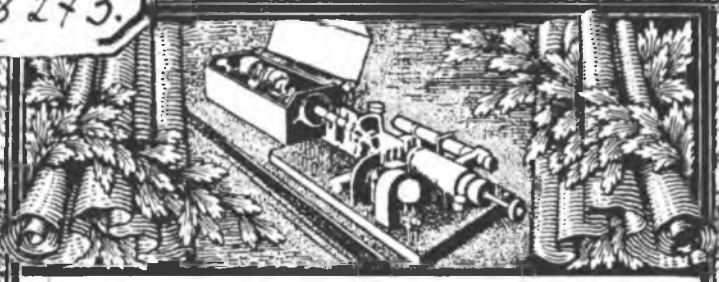
13 8273.



А. КОРН и Э. НЕСПЕР

ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ТЕЛЕГРАФУ И РАДИО

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1928

Л. Лео.

А. КОРН и Э. НЕСПЕР

ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ТЕЛЕГРАФУ И РАДИО

ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО
И. И. БОРГМАНА
ПОД РЕДАКЦИЕЙ
ПРОФ. Я. И. ФРЕНКЕЛЯ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА ★ 1928 ★ ЛЕНИНГРАД

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Предлагаемая книжка не представляет собой исчерпывающего изложения вопроса о передаче по радио изображений и о телевидении и тем более практического руководства для конструкции соответствующих приборов. Точного описания этих приборов, в особенности приборов Дженкинса, Бэйрда и других, для целей кино и телевидения, покамест вообще не существует в технической литературе.

В противоположность ученым, стремящимся обычно придать широкой гласности свои открытия, изобретатели, наоборот, ревниво оберегают секрет своего изобретения, поскольку дело касается его практических деталей, ограничиваясь опубликованием лишь основных принципов и сообщением полученных результатов.

К счастью, для широкой публики практические детали пока не представляют интереса. Принципы же и новейшие результаты телеграфирования изображений по проводам и без проводов изложены в книжке Корна и Неспера, как мне кажется, достаточно ясно и интересно; при этом от читателя требуются лишь элементарные сведения из физики и техники.

Необходимо прибавить, что проф. А. Корн является одним из пионеров этой новой, чрезвычайно увлекательной как по достигнутым результатам, так и в особенности по блестящим перспективам области техники. Корну впервые удалось поставить дело телеграфирования изображений на практическую ногу. Он является одним из инициаторов начавшегося недавно в Германии движения в пользу расширения деятельности ши-

роковещательных радиостанций, путем присоединения к звуковой программе программы изобразительной — покамест в форме передачи чертежей, рисунков и фотографий.

Надо надеяться, что этот род радиопередачи, которому главным образом и посвящена данная книга, быстро разовьется не только на Западе, но и у нас в СССР.

Я. Френкель.

I. ВВЕДЕНИЕ.

Передача по радио человеческой речи и музыки впервые стала доступной широким кругам населения не более пяти-шести лет тому назад в Америке. Затем, года три тому назад, она стала распространяться в Германии, где, благодаря хорошей постановке этого дела, получила очень широкое развитие; в настоящее время в названной стране более миллиона радиоабонентов получают ежедневное приятное развлечение и полезные сведения. За незначительную плату радиоабонент имеет возможность слушать много различных научных лекций, знакомится со всевозможными новостями, с сообщениями по вопросам спорта, о состоянии погоды, слушает технические и научные доклады всех родов и, наконец, музыку разнообразнейшего характера, от самой легкой и до самой серьезной, — и все это не покидая своего дома, просто надевая наушники или включая громкоговоритель. Надо сказать при этом, что далеко не исчерпаны все возможности для передачи по радио слов или музыки. Напротив, перед нами открыта широкая область для развития этого дела; нет никакого сомнения, что, подобно тому как кинематографическое производство создало особую технику инсценировок и съемки, то же самое несомненно будет и с радио.

Однако не только в отношении природы самого человека, но и в технике всякая приостановка в движении означает отступление. Как раз „слушание“, которое в той или другой форме постоянно осуществляет радиопередача — в форме, называемой не без основания

„слуховой картиной", — само собою вызывает потребность в том, чтобы сочетать радио с получением зрительных впечатлений. Не трудно понять, что радио абонент, имеющий возможность только слышать, стремится к тому, чтобы и „видеть то, что он слышит". Поэтому уже с первых шагов американского радиошироковещания делались попытки давать слушающему в виде печатных произведений портреты исполнителей, объяснительные рисунки и изображения к лекциям, виды, ландшафты, декорации и т. д. Но естественно, что этот способ передачи, требующий по многим причинам более или менее продолжительных приготовлений, уже сам по себе не может удовлетворить радиоабонента; к тому же при внезапных переменах программы или при таких сообщениях, которые должны быть доставлены радиоабоненту без предварительных приготовлений, вообще не представляется возможным достичь этого при посредстве обычных средств.

Чем больше развивалось радиовещание, тем настойчивее выступала потребность дополнять передаваемые по радио музыку и слова передачей по радио изображений.

Было бы совсем неправильно возлагать слишком большие надежды на быстрое развитие радиопередачи изображений и предъявлять слишком высокие в этом случае требования к кошельку радиолюбителя. Чтобы отдать себе отчет в том, на что при современном состоянии техники можно рассчитывать, следует строго различать следующие три области радиопередачи изображений.

Первый и простейший способ передачи изображений, состоящий в доставлении картины от дальнего отправителя к приемочной станции при помощи соединительных проводов, был найден еще в половине прош-

лого столетия. Впрочем, практически осуществить передачу изображений удалось впервые лишь профессору Корну (A. Korn), установившему в 1907 году во многих странах, как-то: в Германии, Англии, Франции, Италии и т. д., постоянную телеграфную передачу рисунков, преимущественно для иллюстрированных журналов. Его способ передачи изображений по телеграфу требует сравнительно простых передаточных аппаратов, но зато, при желании получить хорошие результаты,— довольно сложных приемочных приборов. Первоначально для передачи изображений требовалось значительное время, в последние же годы оно очень сократилось.

Для радиоабонента, желающего без особого труда и лишних расходов поставить у себя и содержать приемочный аппарат, корновский способ передачи изображений по телеграфу не годится. Но, как дальше покажет описание некоторых других конструкций, он может быть осуществлен с помощью приборов, весьма пригодных для радиоабонента. При этом изображение передается отправляющей станцией, например, по телеавтографическому способу в форме того или другого растера и зарисовывается резонирующими приемочными аппаратами. В первую очередь здесь следует иметь в виду штриховые изображения; впрочем, без особого труда, поскольку такая передача организована, могут передаваться и фотографические снимки. Для приемки требуется срок в несколько минут, который со временем, вероятно, значительно сократится.

По этому способу уже в настоящее время представляется возможным дать радиоабоненту, слушающему какой-либо доклад, портрет докладчика, а также те или другие иллюстрации. Подобным же образом можно поступать и при разных лекциях, хозяйственных и метеорологических сообщениях, причем абонент широковещательной станции получает совсем иное впечатление,

нежели в том случае, когда он слышит лишь словесное воспроизведение доклада.

Следующим шагом является осуществление кино на расстоянии. Для того чтобы установка функционировала как следует, должны быть посланы и приняты в одну секунду по крайней мере до 10 изображений. Как мы видим, скорость передачи по сравнению с той, о которой мы говорили вначале, должна колоссально увеличиться. Продолжительность передачи световой точки при радиопередаче кинокартин не должна превышать ничтожной доли секунды. Отсюда понятно, что при этом не только сила света должна быть значительно больше, чем при передаче обыкновенного изображения, но и к самой конструкции прибора должны быть предъявлены иные по существу требования.

Поскольку здесь имеет место передача не от местной станции, но от станции, находящейся на весьма значительном расстоянии, необходимо и для передачи пользоваться очень значительной энергией, почему этот способ передачи должен обходиться весьма дорого. Но так или иначе мы имеем возможность передавать на далекие расстояния киносцены, которые могут быть показаны вместе с остальной программой, и таким способом желающие могут видеть интересующие их события, если не совсем одновременно с получением сообщений по радио, то по крайней мере с опозданием не больше, чем в 1—2 часа.

О пользовании такими аппаратами рядовыми радиоабонентами, по крайней мере в настоящее время, не может быть и речи, хотя бы по материальным соображениям: подобный киноприемник должен стоить, примерно, во сто раз дороже, чем обыкновенный радиоприемник. Кроме того, следует иметь в виду, что и пользование киноприемником обходится значительно дороже, а также и то обстоятельство, что последний

прибор не может быть пущен в действие так же быстро и с таким же успехом, как обыкновенный радиоприемник.

Последнюю ступень в развитии радиопередачи изображений представляет „дальневидение“ в буквальном смысле слова, при котором наблюдатель, находящийся в отдаленной от места передачи точке, может видеть то, что происходит перед передатчиком. Требования, предъявляемые такому аппарату для дальневидения, в значительной степени превосходят требования, предъявляемые к телекиноаппарату. Если уже сейчас в том или другом городе удалось в *лабораторных условиях* добиться „дальневидения“, то пока нельзя еще говорить о практическом разрешении этой проблемы с достаточно удовлетворительными результатами.

В соответствии с изложенным подразделением мы в дальнейшем остановимся в первую очередь на вопросе о радиопередаче обыкновенных изображений, т. е. рисунков и фотографий. Мы рассмотрим также вкратце различные наиболее практичные способы передачи на расстояние кинокартин, так как развитие и применение этих способов находится в пределах возможного. Что же касается вопроса о дальневидении, то мы его оставим в стороне, так как он в ближайшем будущем не может еще иметь актуального значения.

II. МЕТОДЫ РАДИОПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.

(Проф. Артур Корн.)

Задачи, стоящие перед радиопередачей изображений, во многих отношениях отличаются от тех задач, которые приходилось разрешать до сих пор в практике теле-

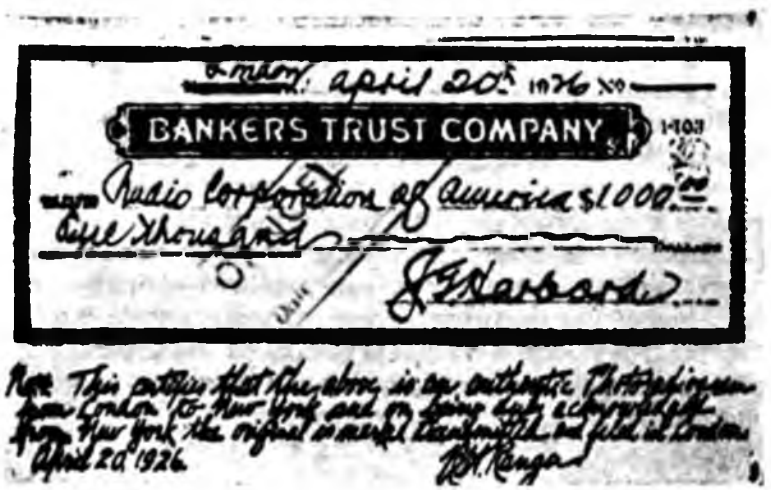


Рис. 1. Первый чек, переданный при помощи радиофотографического способа из Лондона в Нью-Йорк и оплаченный в последнем. Передача его, произведенная при помощи системы Рангера (Ranger, Radio-Corporation of America), потребовала лишь нескольких минут.

графирования изображений по проводам. Поскольку при радиопередаче речь идет об отправке изображений от одной центральной станции в возможно большее число приемочных пунктов, не играет особой роли

размер расходов, связанных с отправкой изображений; важно лишь, чтобы приемка изображений производилась по возможности простыми приборами и не была бы связана со значительными расходами; это даст возможность принимать радиоизображения широкому кругу радиоабонентов. До настоящего времени практика показывала, что во многих случаях дело обстояло как раз наоборот. Например, когда желали быстро передать по телеграфу в какую-нибудь газету изображение того или другого события, ожидаемого где-нибудь в маленьком местечке, то там ставили простой, легко перевозимый передатчик; приемник же в столичном городе мог быть значительно сложнее; он имел свою определенную установку и мог служить для приема радио от всевозможных передатчиков. Когда нужно было передать по телеграфу рисунок, быстро полученный с аэроплана или с дирижабля, то и в этих случаях передатчик должен был быть по возможности легким и несложной конструкции, а для приемника, стоящего неподвижно на земле, такие условия не являлись обязательными.

Итак, при радиопередаче изображений должен быть соблюден следующий принцип: отчетливая отправка по возможности злободневных и интересных изображений (рисунков, писем, метеорологических карт, фотографий) при помощи точных передаточных аппаратов, приемка — при помощи возможно простых аппаратов, установка которых и пользование которыми не связаны с большими затратами. Конечно, для тех абонентов, которые могут установить у себя дорого стоящие приемочные аппараты и в состоянии научиться пользоваться ими, создается возможность получать лучшие результаты. Правительственным учреждениям, например, ведомству уголовного розыска, передача на расстояние изображений может при этих условиях оказать большие

услуги, но, конечно, и простые приборы будут приносить пользу.

С этой точки зрения, следует различать несколько основных методов радиопередачи изображений.

А. ПЕРЕДАЧА.

1. Телеавтографический метод.
2. Метод фотоэлектрических элементов.
3. Метод рельефов.

При телеавтографическом (рис. 2) методе подлежащее передаче изображение наносится в виде не проводящего электрический ток слоя на металлическую фольгу; последняя надевается на поверхность металлического цилиндра, который может вращаться вокруг своей оси. По фольге скользит металлический штифт, который, подобно штифтику фонографа, при каждом обороте цилиндра несколько сдвигается вдоль его оси и, таким образом, при вращении цилиндра вычерчивает на фольге винтовую линию. При передаче по проводу ток замыкается каждый раз, когда штифт попадает на проводящее место фольги, и прерывается тогда, когда штифт попадает на непроводящее место, то есть на элементы рисунка. Конечно, речь может итти в данном случае лишь о рисунках blanc et noir, то есть прежде всего о рукописях и чертежах, в простейшем случае

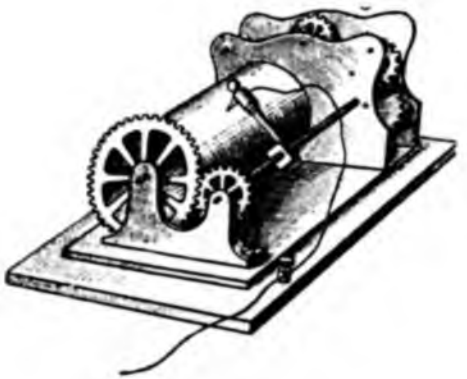


Рис. 2. Способ телеавтографической передачи.

непосредственно наносимых на фольгу при помощи не проводящих ток чернил. Для передачи фотографий по этому методу их нужно прежде всего превратить посредством аналогичного автотипии способа в рисунки, сделанные одной лишь черной или белой краской. При беспроволочной передаче изменение этого способа сводится лишь к тому, что при попадании штифтика на проводящее ток место фольги излучаются электромагнитные волны определенной длины, прерываемые (а иногда лишь ослабляемые или модулируемые) в те моменты, когда штифтик попадает на не проводящий ток элемент рисунка. При помощи полученных таким способом телеграфных сигналов на приемнике воспроизводится изображение.

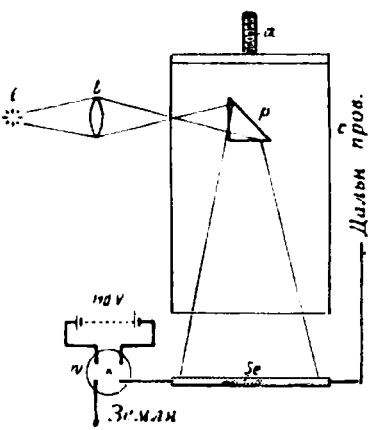


Рис. 3. Передача при помощи фотоэлектрических элементов.

При методе фотоэлектрических элементов (рис. 3) „разметка“ или отметка отдельных частей рисунка идет также лучше всего по винтовой линии таким образом, что каждый элемент рисунка в проходящем или падающем свете действует на фотоэлектрический элемент. Фотоэлектрическим элементом называется гальванический элемент, электродвижущая сила которого пропорциональна яркости освещения одного из электродов (если другой остается в темноте). При помощи образуемых таким образом фотоэлектрических токов дается возможность посылать с какого-либо радиопередатчика сигналы, которые в приемнике могут быть использованы для воспроизведения рисунка. Кроме рисунков

blanc et noir, писем, чертежей, карт, автотипий и т. д., можно „размечать" на отправителе также тоновые фотографии: просвечивающие пленки в проходящем свете и обыкновенные фотографические оттиски — в отраженном свете. Возможность непрерывного изменения силы фотоэлектрического тока позволяет модулировать также и беспроволочные сигналы не только в отношении их продолжительности или длины волны (частоты), но равным образом и в отношении их амплитуды (интенсивности).

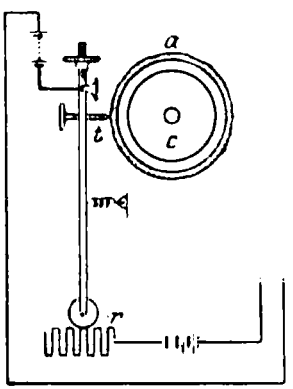


Рис. 4. Способ рельефов.

При способе рельефов, (рис. 4) изображение, предназначенное для передачи, изготовляется в виде рельефа, при рисунках blanc et noir—таким, например, образом, что темные элементы несколько выступают над светлыми элементами. При тоновых рисунках, изготовляемых по фотографиям, рельеф соответствует оттенкам. При этом способе передачи изображения, так же как и при телеавтографическом способе, штифтик *t*, подобно штифту фонографа, скользит по передаваемому изображению *a*, описывая винтовую линию с тесно прилегающими оборотами; штифт этот механически поднимается вследствие рельефности рисунка — при тоновых рисунках на большую или меньшую ступень. Соответственно поднятию штифта возможно при штриховых рисунках посылать телеграфные сигналы „да" или „нет", а при тоновых рисунках с помощью реостата *r* или микрофона „ступенчатые" рисунки.

Какой из этих трех методов предпочесть для передатчика? Окончательная победа как будто склонялась одно время на сторону метода фотоэлектрических эле-

ментов. Исходя из вышеизложенных основных принципов радиопередачи изображений, мы знаем, что не может явиться препятствием слишком большая сложность аппаратуры передатчика, большая стоимость его и необходимость в опытных руках для управления. При надлежащем усилителе метод фотоэлектрических элементов дает такую точность и такую скорость передачи изображений, которых, без всякого сомнения, нельзя достичь при других способах; кроме того, этот метод дает возможность во многих случаях производить „разметку" подлежащего передаче рукописного и печатного текста, карт, фотографий и т. д. без необходимости предварительно изготовлять специальные клише.

Несмотря, однако, на перечисленные преимущества метода фотоэлектрических элементов, пришлось первоначально отдать предпочтение телеавтографическому передатчику, поскольку этот метод при своей простоте гарантирует от самых незначительных ошибок. Эти последние значительно чаще имеют место при применении метода фотоэлектрических элементов, коль скоро не все меры предосторожности должным образом приняты и работающий не овладел еще достаточно техникой обращения с передаточным аппаратом. Передача текста и рисунков не связана с какими-нибудь особыми затруднениями; их можно наносить при помощи не проводящего ток вещества на металлическую фольгу; приемы для изготовления по фотографиям надлежащих передаточных клише в виде растерных рисунков (вроде автотипии) настолько усовершенствованы, что для изготовления таких клише требуется во всяком случае не больше времени, чем для изготовления фотографических пленок.

Менее благоприятно обстоит дело с передачей по способу рельефов. Некоторое время, казалось, этот способ имел шансы занять почетное место среди методов

передачи изображений — не столько для текста или рисунков, сколько для фотографий, поскольку метод фотоэлектрических элементов давал слишком слабые эффекты и некоторые явления отставания, а при телеавтографическом способе изготовление передаточных клише вызывало известную проволочку в работе. В настоящее время последние затруднения преодолены; наоборот, изготовление рельефных клише попрежнему требует значительного времени, в особенности, когда они делаются по фотографиям, потому что в этом случае клише должны быть очень тщательно выполнены и натянуты на цилиндр. По этим причинам рельефный передатчик отходит на второй план, хотя, конечно, применение его во всяком случае возможно.

Поэтому следует предвидеть, что в начале развития радиопередачи изображений будет применяться главным образом телеавтографический метод и лишь отчасти метод фотоэлектрических элементов, причем постепенно первый будет уступать место второму.

Теперь постараемся несколько ближе познакомиться с каждым из этих обоих методов радиопередачи изображений в отдельности.

ТЕЛЕАВТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ПЕРЕДАЧИ.

В основу телеавтографии лег метод, который уже в середине прошлого столетия был осуществлен в Англии Бэном (Bain) и Бекуэллом (Bakewell) в упрощенных моделях для телеграфирования по проводам и который в 60-х годах, после передач, сделанных Казелли (Casellis), возбудил большие надежды. Казелли передавал рукописи и рисунки по линиям Париж — Амьен, Париж — Лион и даже Париж — Марсель (800 *км*). Этот самый метод вскоре после того, как стали известны первые успехи беспроволочного телеграфирования, был

предложен в ряде заявок на патенты для применения в радиопередаче.

Однако первые проекты не имели практического значения, так как скорость передачи оказывалась слишком незначительной: при беспроволочном телеграфировании применялись в то время еще приемники с релэ, дававшие возможность принимать лишь небольшое число сигналов в секунду.

Смотря по тому, на какое место передаточной фольги попадал штифтик — проводящее или не проводящее,— из передатчика при помощи релэ с ключом (Tastrelais) излучались или не излучались электрические волны. В приемнике полученные по радио сигналы использовались для воспроизведения рисунка. Таким образом, в отношении скорости передачи дело зависело от релэ в передатчике и механического приемочного релэ в приемнике. Мы сделаем сейчас приблизительный подсчет скорости передачи изображений, исходя из того, сколько в секунду возможно передать телеграфных сигналов. Представим себе (для наглядности), что строчка страницы, напечатанной на пишущей машинке (приблизительно 20 *см*), равняется длине строки рисунка (окружность передаточного цилиндра). Для ясной передачи требуется растер [1] в $^1/_4$—$^1/_5$ *мм*; таким образом, строка письма, имеющая в вышину, примерно, 0,4 *см*, должна быть отмечена штифтиком в виде 16—20 строчек изображения, следующих одна за другой на расстоянии $^1/_4$—$^1/_5$ *мм*. Для каждой строки изображения длиной в 20 *см* должны быть поэтому переданы 400—500 телеграфных сигналов, а для всей строки, напечатанной на

[1] Растером или „растром" называется в графическом деле тонкая линейная или квадратная сетка, наносимая на воспроизводимое изображение при его репродукции; сплошные участки оригинала, соответствующие отдельным элементам растера, передаются при этом в виде точек или черточек.

пишущей машине, по крайней мере 8 400—10 000 сигналов. Поскольку строка, напечатанная на пишущей машине, содержит, примерно, 80 букв, то, округляя числа, можно сказать, что для каждой буквы нужны, примерно, 100 сигналов, т. е. при таком способе передачи каждая буква слагается из 200 элементов изображения. Конечно, можно еще дальше итти в выборе растера, но в большинстве случаев растер в $^1/_4$—$^1/_3$ *мм* является уже достаточно тонким. При таком растере для рисунка размером в один квадратный дециметр требуются 160 000—250 000 элементов изображения, которые должны быть переданы при помощи 80 000—125 000 телеграфных сигналов. При употреблении такого растера рисунки величиной в 13×18 *см* могут быть воспроизведены уже достаточно отчетливо; карты, чеки, отпечатки пальцев получатся с достаточными деталями.

В отличие от обычного телеграфирования телеавтографическая передача основывается на числе правильно передаваемых в секунду элементарных сигналов (скорость телеграфирования). Считая, что один подобный телеграфный сигнал соответствует одному колебанию, и выражая число последних в „герцах", мы скажем, что скорость телеграфирования равна x герцам в том случае, если мы в секунду передаем x сигналов или $2x$ элементов штрихового изображения. При передаче фотографий в виде растерных изображений дело обстоит сложнее, и к этому вопросу мы вернемся несколько позднее.

В тех случаях, когда мы — как это было в первых опытах беспроволочной телеавтографии — можем передавать в течение секунды лишь незначительное количество сигналов, — примерно 10, т. е., следовательно, 20 элементов изображения, — нам нужно потратить для каждой буквы 10 секунд, а для каждого слова приблизительно 1 минуту. Ясно, что при такой скорости передачи метод не может представить большого практического значения,

разве только в исключительном случае передачи подписи; при этом надо, однако, иметь в виду, что в среднем для слова, написанного от руки, требуется вдвое больше сигналов, чем для слова, написанного на машинке.

Условия сделались более благоприятными, когда удалось при помощи надлежащих детекторов и чувствительной фотографической приемочной установки (К о р н, 1910 г.) довести скорость передачи до скорости прерывания колебаний при помощи передаточного релэ, которое прерывало волны, как только штифтик попадал на не проводящее место металлической фольги. Таким образом удалось достичь 60 — 80 сигналов в секунду; передача слова требовала при этом лишь 10 секунд, а в 3 — 6 минут можно было телеграфировать несложные рисунки. На значение, которое может иметь для военных целей телеграфирование чертежей с аэропланов или дирижаблей, мною указывалось уже в 1913 году в докладе, сделанном в Берлине в генеральном штабе; однако должную оценку этот способ сообщений получил лишь во время войны, и притом только к концу ее, после того как я сделал ряд телеавтографических передач в главную квартиру по проводу на очень большое расстояние (до 1700 *км*). По поручению высших военных властей акционерное общество Сименс и Гальске, при моем участии, соорудило беспроволочный телеавтограф, предназначенный для передач с дирижаблей (лето 1918 г.); примерно, к этому же времени, когда польза такой беспроволочной телеавтографии была уже общепризнана, Д и к м а н (Dieckmann) сконструировал простой приемник, дававший возможность воспроизводить рисунок при помощи маленького искрового индуктора; при этом на приемочной бумажной ленте при каждом сигнале получалось соответствующее окрашивание.

К тому времени техника усиления приемки уже настолько подвинулась вперед, что явилась возможность

приводить в действие механические релэ и, таким образом, при помощи простых средств следовать за скоростью передаточного релэ. С другой стороны, ламповые передатчики и вообще техника усиления генерируемых колебаний еще не были развиты настолько, чтобы сразу удалось обойтись без механического релэ с ключом в передатчике. Этот важный шаг явился уже достижением послевоенного времени; теперь при беспроволочной телеавтографии представляется возможным настолько увеличивать скорость передачи, насколько это вообще возможно при скорости беспроволочного телеграфирования. При таких скоростях, естественно, можно говорить только о фотографическом (а не механическом) способе приемки.

Для радиопередачи изображений вообще нет особой нужды работать с возможно бо́льшей скоростью; напротив, употребление простых и дешевых электромагнитных или электрохимических приемочных аппаратов вынуждает к тому, чтобы передатчик не работал слишком быстро.

Скорость передачи не должна превышать для электромагнитных приемников 150 сигналов в секунду, за исключением приемников Карбонеля (Carbonelle), о которых будет сказано особо, а для электрохимических приемников 300 сигналов в секунду. Таким образом, предельная скорость в радиопередаче изображений не должна превышать для начала 500 — 600 элементов изображения в секунду. Рисунок в 1 *кв. дм* при растере в $^1/_4$ *мм* потребовал бы при этом, примерно, 4 минуты, рисунок размером 13 на 18 *см* — около 10 минут. Конечно, для начала такая скорость является удовлетворительной.

Аппаратура телеавтографического передатчика в принципе напоминает обыкновенный радиопередатчик, с тою лишь разницей, что вместо работы с помощью

микрофона происходит разметка штифтом на вращающейся фольге. Относительно механизма, приводящего во вращение телеавтографический передаточный цилиндр, а равно о достижении синхронизации его вращения с вращением приемного цилиндра мы поговорим ниже, при изложении вопроса о синхронизации.

Большое значение представляет изготовление передаточной фольги. Исходя опять из того соображения, что сложность конструкции и значительная стоимость для передаточной станции не представляют существенного значения, следует больше всего рекомендовать фотографический способ изготовления фольги. Даже для текста и рисунков не так уже важно промедление, которое вызывается изготовлением передаточной фольги фотографическим способом; лишь в самых редких случаях этот недостаток сказывается сильнее, чем преимущества четкости и точности фотографического клише. В исключительных случаях на фольге прямо пишут или рисуют; как общее же правило, в находящейся рядом с радиопередатчиком „хемиграфической" лаборатории быстро изготовляют передаточные фольги фотографическим способом. Для передачи фотографий приготовление фольги только этим способом и возможно, причем употребляется линейный растер. При передаче фотографий, конечно, мало шансов на получение хороших результатов в тех случаях, когда пользуются очень простыми приемочными приборами. Электромагнитными приемниками вообще в данном случае нелегко пользоваться.[1] Электрохимические приемники при этом также едва ли пригодны. Род растера надо представить себе в данном случае несколько иным, чем при рисунках blanc et noir, каковыми обычно являются письма, карты или чертежи. Расстояние между строчками дол-

[1] За исключением приемника Карбонеля, см. ниже.

жно быть, как и раньше, от $^1/_4$ до $^1/_3$ *мм*. В направлении строки растерные линии клише отвесно прочерчиваются телеавтографическим штифтом (так и следует расположить линии растера); расстояние между этими линиями не должно быть больше $^1/_2$ *мм*, иначе рисунок получится слишком грубый; для того чтобы световые оттенки изображения выступали с достаточной ясностью, длина знаков должна быть воспроизведена между штрихами растера различно. Если удовлетворяются 5—10 световыми оттенками, то все же должны быть воспроизведены разницы от $^1/_{10}$ до $^1/_{20}$ *мм* в длине сигналов. При скорости передачи, соответствующей 300 элементам штрихового рисунка, это не представляется возможным, поэтому при такой скорости электромагнитный способ приемки не так уже просто ведет к цели. Для электрохимической приемки условия складываются благоприятнее; вместе с тем при передаче фотографий приходится, пожалуй, рекомендовать пользоваться несколько меньшими скоростями передач, чем при передаче текста, карт и рисунков.

Чтобы получить при передаче фотографий более тонкий растер в направлении строк, является целесообразным пропорционально увеличить все размеры. Разметка растерных линий, более узких, чем $^1/_2$ *мм*, для телеавтографического штифта трудна; поэтому предпочтительно сперва увеличить фотографию и затем передать ее в приемник в нормальном размере; таким образом получаются более узкий растер и более тонкие рисунки.

СПОСОБ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ.

Здесь приходится выбирать между разметкой в проходящем свете и разметкой в рассеянно-отраженном свете. Последний способ, предложенный уже много лет назад, стал возможным впервые лишь после развития техники усилителей.

Основания этого метода восходят к открытию в 1873 г. английскими инженерами Смитом и Мэем (Smith & May) светочувствительных свойств селена. Химический элемент селен, в определенной модификации, имеет то свойство, что освещенная его поверхность оказывает меньшее сопротивление электрическому току, чем неосвещенная. Соответствующие селеновые препараты, так называемые селеновые элементы, включенные в сеть аккумуляторной батареи, пропускают тем больший ток, чем ярче они освещены. Открытие светочувствительности селена тотчас породило самые оптимистические надежды в отношении электрического „телевидения"; однако систематические работы Сименса и Бидвелла вскоре показали, какие трудности сопряжены с применением селеновых элементов. Во-первых, селеновые элементы вообще отличаются очень высоким сопротивлением; затем они обладают определенной инерцией. Если селеновый элемент подвергнуть в продолжение некоторого времени яркому освещению и вслед за этим освещение прекратить, то он в течение некоторого времени сохраняет повышенную электропроводность, приобретенную при освещении. По обоим этим соображениям, Бидвелл, которому в восьмидесятых годах впервые удалось передать штриховые рисунки в очень грубой сетке (*4 кв. мм*), при помощи селеновых элементов в передатчике и пользуясь электрохимическим методом в приемнике, вскоре оставил эти попытки, отчаявшись в успехе. Мне же в начале двадцатого столетия впервые удалось, при помощи очень чувствительного приемочного аппарата (фотографического приемника) и применения компенсационного метода для уменьшения влияния инерции селеновых элементов, передать фотографии — пользуясь селеновым элементом в передатчике — даже на большие расстояния, например, из Берлина в Мюнхен, из Берлина

в Париж, из Парижа в Лондон и т. д.; при этом время передачи равнялось 6 — 12 минутам.

Корновский передатчик, ставший прототипом для всех передатчиков с фотоэлектрическими элементами в проходящем свете, содержит стеклянный цилиндр (рис. 3, стр. 9), на котором навернута подлежащая передаче фотография в виде прозрачной пленки. Свет, исходящий от постоянного яркого источника, при помощи системы линз концентрируется на маленьком участке фотографии, проходит через пленку и стеклянный цилиндр и падает затем или прямо, или после отражения зеркалом в цилиндре на светочувствительный элемент; последний, таким образом, освещается то более, то менее ярко, в зависимости от того, какая часть рисунка просвечивается: более светлая или более темная. Цилиндр вращается и при каждом повороте передвигается немного по направлению своей оси, так что все части фотографии проходят последовательно между источником света и фотоэлектрическим элементом; при помощи этого элемента, смотря по оттенку (степени освещенности) данной части изображения, посылаются то более сильные, то более слабые токи. При передаче по проводам эти токи непосредственно подходят к приемнику по установленной для того проводке; при беспроволочной передаче токи производят в отправителе — лучше всего путем регулирования напряжения на сетке генераторной лампы — электрические колебания, которые распространяются в виде электромагнитных волн в окружающем пространстве и в приемнике дают изображение рисунка.

В прежнее время передача производилась при помощи исключительно селеновых элементов, дававших относительно большой эффект, в последнее же время, благодаря необычайному развитию усилительной техники, стали входить в употребление так называемые щелочные элементы. Применение последних было впервые

предложено в 1907 году Розенталем (Rosenthal), хотя в то время нельзя было еще говорить о практическом использовании их вследствие слишком малого эффекта, который они давали. Щелочные элементы основываются на открытом Гальваксом (Hallwachs) явлении, состоящем в том, что металлические тела под влиянием света испускают отрицательные электроны. Это явление — так называемый фотоэлектрический эффект — вызывается обычно, т. е. в случае большинства металлов, лишь ультрафиолетовым светом. В случае же щелочных металлов (натрий, калий, рубидий, цезий), активными являются и видимые лучи. Практически фотоэлектрические элементы рассматриваемого типа устраиваются следующим образом. В трубке, из которой выкачан воздух, при помощи двух электродов создается небольшое электрическое напряжение; отрицательный электрод, приготовленный из какого-нибудь щелочного металла, подвергается освещению, в результате которого он испускает отрицательно заряженные частицы (электроны) в количестве, строго пропорциональном интенсивности света; явления инерции могут возникнуть лишь как вторичные эффекты, причем они могут быть ослаблены в достаточной для данных целей степени. Таким образом создается возможность при помощи изменения освещения щелочного катода производить изменения токов или напряжения, строго пропорциональные этому освещению и мгновенно следующие за изменением последнего.

Щелочные элементы, по сравнению с селеновыми, [1] имеют преимущество в смысле меньшей инерции и,

[1] Механизм действия селеновых элементов такой же, как и щелочных, с той разницей, что электроны, вырываемые видимым светом из атомов селена, остаются внутри последнего (внутренний фотоэлектрический эффект), в то время как в случае щелочных металлов они вырываются наружу.

напротив, уступают последним в смысле величины производимого эффекта (т. е. силы фотоэлектрического тока). Однако, при существующей в настоящее время возможности усиления, этот недостаток щелочных элементов не имеет практического значения; возможно поэтому, что селеновые элементы будут в дальнейшем совершенно вытеснены щелочными.

Принимая, однако, во внимание, что изображение можно передать большим количеством фотоэлектрических элементов, соответствующим отдельным его участкам, можно думать, что селеновые элементы могут также сохраниться для некоторых целей.

Как бы то ни было, в настоящее время селеновые и щелочные элементы являются важнейшими применяемыми для телеграфирования изображений передаточными приборами в тех случаях, когда желают воспользоваться методом фотоэлектрических элементов.

Мы подходим ко второму важному вопросу: какой способ является предпочтительным при радиопередаче изображений — разметка в проходящем или в рассеянно-отраженном свете? Что техника усиления поможет использовать второй способ, а именно даст возможность применять метод фотоэлектрических элементов, пользуясь также рассеянно-отражаемым от элементов рисунка светом, показали новейшие опыты, произведенные обществом Telefunken. В случае беспроволочной передачи изображений, разметка при помощи рассеянно-отраженного света возможна как с селеновыми, так и с щелочными элементами. Сложность больших усилений при передатчиках изображений не играет никакой особенной роли. Этот метод представляет значительное преимущество для рисунков blanc et noir, для текста, карт, набросков, оттисков пальцев, в особенности потому, что при нем нет надобности изготовлять предварительно особые клише, фотографии, копии или

перерисовывать рисунки; это дает преимущество указанному способу по сравнению с телеавтографическим методом передачи.

Несколько иначе обстоит дело, когда приходится работать с фотографиями. Беспроволочная передача фотографий представляет собой область, изобилующую всевозможными трудностями; это обстоятельство мы должны особенно подчеркнуть, заканчивая наше описание методов передачи.

При методе фотоэлектрических элементов представляется возможным посылать волны, соответствующие в смысле их энергии степени освещенности размеченных элементов изображения. При беспроволочных передачах на более значительное расстояние этот метод является непригодным, так как в этом случае соотношение между энергией принимаемых волн и силой возбуждающих их электрических колебаний подвергается, как известно, значительным искажениям. Поэтому для беспроволочной фототелеграфии предпочтительнее, чтобы силе фотоэлектрических эффектов соответствовало различие в продолжительности телеграфных сигналов, а не в их интенсивности; таким образом мы фактически возвращаемся к телеавтографическому способу передачи фотографий в форме сетчатых изображений (Frikart, Ranger, Freund).

Постараемся сделать краткий вывод из всех приведенных выше соображений относительно передатчика при беспроволочном телеграфировании изображений.

Для начала можно рекомендовать телеавтографический радиопередатчик, позднее его вытеснит метод фотоэлектрических элементов, при котором для рисунков blanc et noir будет применяться рассеянно-отраженный свет, а для фотографий с пленками — проходящий свет; употребление щелочных элементов предста-

вляется предпочтительным, однако также не исключено пользование селеновыми элементами, если усовершенствование их пойдет еще дальше.

В. ПРИЕМКА.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД.

Электрохимический метод является старейшим методом приемки передаваемых по телеграфу изображений. Первые изобретатели автографического телеграфного аппарата Бэн (Bain) и Бэкуэлл (Bakewell) начали с установки на приемнике приемочной бумаги, навернутой на цилиндр, вращающийся синхронно с фольгой передатчика; на этой бумаге, пропитанной соответствующим раствором, металлический штифт, при появлении токов, вычерчивал цветные знаки. Таким образом, аппаратура приемника в значительной степени походила на телеавтографическую аппаратуру передатчика.

Штифт передатчика, при употреблении этого аппарата в качестве приемника, функционирует как рисующий штифт, воспроизводящий на бумаге приемника, при появлении импульсов тока, цветные знаки. Точно так же поступал Казелли (Casellis) при своих передачах, с тою лишь разницей, что у него штифты двигались не по цилиндру, а по слегка изогнутой поверхности — взад и вперед, таким образом, что одна строчка выписывалась в одном направлении, а следующая в противоположном. Наилучшие результаты давали растворы цианистого калия, железистосинеродистого калия или же иодистого калия; [1] однако первый препарат вследствие его крайней ядовитости едва ли можно рекомендовать. Для получения знаков требовались токи силой,

[1] В последнем случае требовалось прибавление раствора крахмала.

примерно, в 20 — 40 миллиамперов: для цианистого калия несколько меньше, для раствора иодистого калия несколько больше. Впрочем, и во втором случае можно пользоваться токами в 5 — 10 миллиамперов, если прибавить некоторое количество крахмального раствора.

Что при помощи электрохимического приемника (рис. 5), при надлежащей скорости передачи, можно получать весьма хорошие, четкие в деталях рисунки и даже фотографии в форме сетки, показали в особенности передачи Бэкера (Baker), произведенные после 1910 года. Этот исследователь показал, что можно при этом обойтись даже с токами в 5 миллиамперов. При этом приемка может совершаться со скоростью в 600 элементов изображения в секунду. Вообще следует ожидать, что электрохимический приемник явится одним из важнейших приемников при передаче изображений по радио.

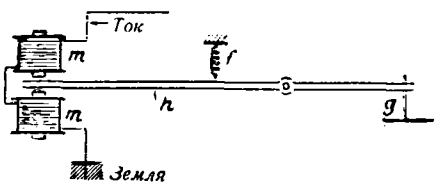


Рис. 5. Электромагнитная приемка.

Заметим, что контактный штифт действует униполярно, т. е. лишь при определенном направлении проходящего тока, напр., от штифта к бумаге.

Для того, чтобы окрашивание при появлении сигналов выступало достаточно резко, полезно контактный штифт при отсутствии сигналов поддерживать при помощи вспомогательной батареи при напряжении (потенциале) обратном рабочему.

Пишущим наконечником должен служить при употреблении раствора цианистого калия или железисто-синеродистого калия — стальной штифт, при употреблении раствора иодистого калия — лучше всего платиновый.

Следует еще заметить, что иодистый калий имеет то неприятное свойство, что полученное окрашивание быстро бледнеет; поэтому, если хотят сохранить изображения, с них надо по возможности сейчас же после приемки сделать фотографический снимок. Изображения, получаемые при помощи цианистого калия или железистосинеродистого калия, прочны.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПРИЕМКА.

Электромагнитная приемка имеет место в тех случаях, когда вместо химически обработанной бумаги употребляется для приемки обыкновенная бумага; знаки на ней получаются так же, как и в обыкновенном телеграфе, а именно: при появлении тока пишущий штифтик прижимается к бумаге, оставаясь приподнятым, пока ток отсутствует, или наоборот.

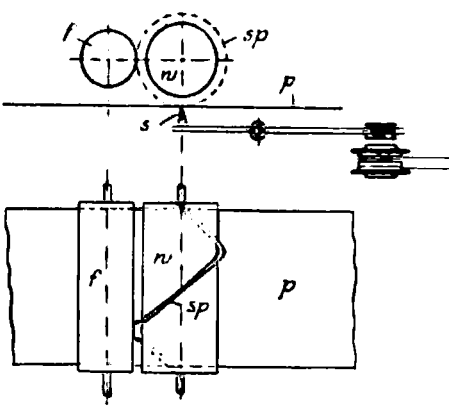


Рис. 6. Электромагнитный приемник Мейера (1868—1870).

Такие приемники рекомендовались уже в пятидесятых годах прошлого столетия, вскоре после изобретения первого бэкуэлловского копировального телеграфа; позднее Гипп (Hipp) демонстрировал на Венской всемирной выставке (1872 г.) аппарат подобного рода в действии. Несколько иным способом, почти одновременно с опытами Казелли, а именно в конце 60-х годов, сконструировал электромагнитный приемник эльзасец Мейер; в этом приемнике (рис. 6) движущаяся бумаж-

ная лента, под влиянием электромагнитного притяжения тока, прижималась при появлении тока к зачерненному лезвию, спирально закрученному вокруг вращающегося бэкуэлловского цилиндра. Одновременно Ленуар (Lenoir) сконструировал электромагнитный приемник, в котором пишущий штифт оставлял при помощи угольной бумаги, [1] при прохождении тока, следы на белой бумаге.

При употреблении угольной бумаги теряется преимущество „видимой" приемки, которая имеет некоторое значение, когда синхронизация не надежна. При „видимой" приемке, лишь только синхронизация теряется, сейчас же возможно внести исправление; при „слепой" же приемке значительно легче происходят ошибки. К этому вопросу мы еще вернемся при изложении вопроса о синхронизации.

Нас слишком далеко завело бы перечисление всех многочисленных конструкций электрохимических и электромеханических приемников, появившихся в течение последних сорока лет в результате усовершенствования первоначальных приемников Бэна и Бэкуэлла, с одной стороны, Гиппа и Ленуара — с другой. В качестве конструкторов электрохимических приемников я назову д'Арлэнкура (d'Arlincourt), Сойера (Sawyer), Делани (Delany), Денисона (Denison), Бэкера (Baker), а в качестве конструкторов электромагнитных приемников Гуммеля (Hummel), Денлани (Dunlany), Пальмера (Palmer), Милса (Mills), Сейната (Seinat), Карбонеля (Carbonelle), причем о последнем будет еще особая речь, так как собственно он один вложил совершенно новый принцип в построение

---

[1] В качестве приемочных приборов иногда употребляются автоматические (самопишущие) перья, которые оставляют след только тогда, когда они приложены к приемочной бумаге [способ, уже давно предложенный, а недавно вновь использованный Рангером (Ranger)].

этих приемников, тогда как все другие конструкции различаются между собой лишь несущественными деталями.

Мы остановимся здесь еще на электромагнитном приемнике, недавно предложенном Дикманом, не столько потому, что он отличается какими-нибудь значительными преимуществами по сравнению с другими системами, а потому, что это был первый выпущенный в Германии аппарат с целью дать упрощенный и дешевый прибор для беспроволочной передачи изображений. Надо заметить, что в Соединенных штатах уже раньше появились приборы такого рода. Дикман в течение некоторого времени осуществлял разметку знаков при помощи маленькой индукционной искры на подходящей приемочной бумаге, для чего, естественно, требовались специальные электромеханические релэ; теперь он снова пользуется простым способом: при помощи маленького электромагнита, при появлении сигналов, металлический штифт надавливает на приемочную бумагу через цветную бумагу, в результате чего получаются разметки; способ Дикмана замечателен еще тем, что приемочный штифт при помощи включенного небольшого сопротивления нагревается, что улучшает разметку.

При помощи дикмановского аппарата мюнхенским „Bayerische Stunde“ впервые в Германии был сделан опыт радиопередачи, при помощи телеавтографического передатчика несложных метеорологических карт. При случае этим же аппаратом Дикмана передавались также другого рода простые рисунки и более грубый текст.

Я лично держусь того взгляда, что электрохимические приемники предпочтительнее для радиопередачи изображений, чем электромагнитные; среди последних следует выделить установку Карбонеля, способную

конкурировать в отношении скорости передачи с электрохимическими приемниками. К описанию ее мы сейчас и перейдем.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕМБРАННЫЙ ПРИЕМНИК КАРБОНЕЛЯ.

В этом варианте электромагнитного приемника пишущий штифт укрепляется на мембране, подобной мембране телефона (рис. 7), упираясь на особую подкладку при наличии тока или не прикасаясь к ней при отсутствии такового. Если при этом аппарат работает с достаточным усилителем, то удается получить такую скорость репродукции, которая даже превосходит скорость электрохимических приемников; при дешевых аппаратах, конечно, в этом направлении нельзя многого достигнуть. При надлежащей конструкции легко осуществить количественные отличия в характере (напр., ширине) знаков. В этом случае следует избегать писания на белой бумаге через угольную; можно, напр., производить приемку на восковом цилиндре (как это было на фонографах первоначальной конструкции), так как при этом знаки тотчас видны, хотя и слабо; после окончания передачи можно получить с воскового приемника сколько угодно копий.

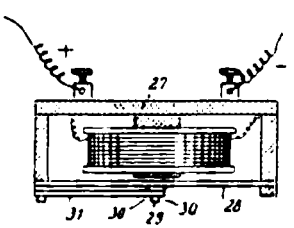


Рис. 7. Мембранный приемник Карбонеля.

Даже по сравнению со способом Карбонеля я дал бы предпочтение для целей радиопередачи изображений электрохимическим приемникам; нельзя, однако, отрицать, что возможное увеличение скорости передачи дает карбонелевским приемникам известные шансы на успех.

Хотя для радиопередачи изображений весьма важно иметь дешевые приемники, все же не исключается

возможность того, что для приемки изображений будут применяться и более совершенные аппараты. Перечислим четыре типа приемников, о которых может итти речь:

a) струнный гальванометр,
b) осциллограф,
c) керровский конденсатор,
d) разрядная трубка.

Можно себе представить и другие фотографические приемники, например, приемники с катодными лучами, приемники, пользующиеся фарадеевым магнитным вращением плоскости поляризации света и т. д. Быть может, неожиданно явится еще новый метод, но по крайней мере в настоящее время в расчет принимаются лишь четыре перечисленных фотографических метода, которые, конечно, требуют несколько более дорогих приемочных аппаратов, чем простые электрохимические и электромагнитные приемники.

СТРУННЫЙ ГАЛЬВАНОМЕТР.

Этот гальванометр был предложен мною в 1906 году в качестве приемочного аппарата для радиопередачи изображений. Он представляет собой тонкую металлическую нить или ленту, натянутую между полюсами магнита, по которой пропускаются электрические токи. Металлическая нить отклоняется перпендикулярно к направлению магнитных силовых линий, как только по ней проходит электрический ток.

При этом способе приемки пользуются для воспроизведения рисунка на приемнике фотографической пленкой или бумагой. Последняя обертывается на цилиндр, движущийся (по винтовой линии) синхронно с передаточным цилиндром в светонепроницаемом ящике, снабженном маленьким отверстием. Свет от постоянного яркого источника при помощи системы линз концен-

трируется на одной точке пленки, приходящейся в соответствующий момент против этого отверстия. Прибор сконструирован так, что нить гальванометра является как бы диафрагмой, которая закрывается при отсутствии тока и открывается при его прохождении; в последнем случае она может открываться тем шире и пропускать тем больше света, чем сильнее электрический ток. Оптические части прибора устроены для этой цели следующим образом (рис. 8). Световые лучи при помощи линзы кон-

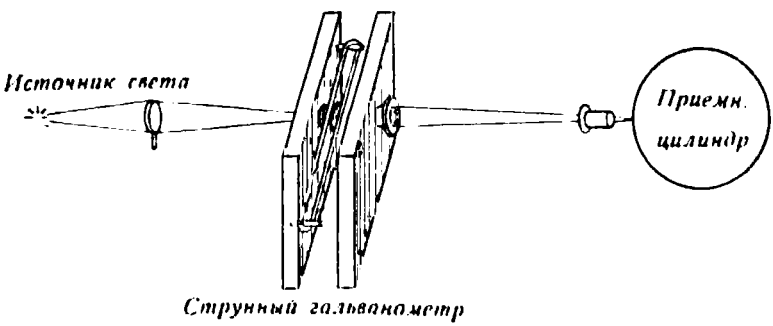


Рис. 8. Применение струнного гальванометра для приемки изображений.

центрируются на ленте гальванометра; вторая линза передает изображение этой ленты на отверстие в приемочном ящике, через которое только и может проникнуть свет на приемочную пленку. При получении изображений blanc et noir отверстие устраивают в виде узенькой щели, которая закрывается целиком тенью от ленты гальванометра в ее нормальном положении (при отсутствии тока); при появлении тока эта тень перемещается, свет получает доступ в приемочный ящик и собирается при помощи еще одной маленькой линзы на соответствующий элемент приемочной пленки. В тех случаях, когда требуется регулировать интенсивность сигналов, отверстию приемочного ящика придают треугольную

форму. (рис. 9) Тень от ленточки покрывает отверстие при отсутствии тока; при появлении же последнего отверстие открывается тем больше, чем сильнее ток, и освещаемый элемент приемочной пленки получает тем большее фотографическое воздействие. Световые воздействия возможно произвести и при помощи колебаний ленточки гальванометра, которым телеграфные сигналы сообщают различные амплитуды.

Корновский приемник (струнный гальванометр) при токах силою, примерно, в 10 миллиамперов позволяет запечатлевать тысячи элементов изображения в секунду. При надлежащем натяжении ленточки и увеличении силы тока возможно получить большие скорости передачи, чем до сих пор считалось вообще возможным, принимая во внимание скорость телеграфирования.

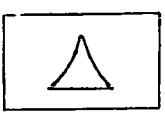


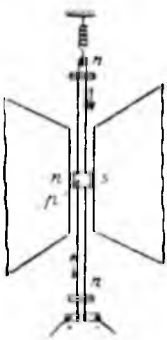
Рис. 9. Диафрагма в приемочном ящике.

В виду простоты конструкции и несложности установки струнный гальванометрический приемник применим для тех случаев, когда желают, отказавшись от видимой репродукции, получать способом фотографической приемки более тонкие изображения; но все же не представляется возможным изготовлять эти приемники настолько же простыми и дешевыми, как примитивные электромагнитные и электрохимические приемники.

ОСЦИЛЛОГРАФ.

Использование вращаемого электромагнитом зеркальца для регистрации элементов изображения было предложено еще в 1901 г. Челлини (Cellini); практического применения этот проект не имел. Затем в 1904—1906 гг. мною, прежде чем я перешел к струнному гальванометру, был использован при некоторых опытах

простой осциллограф (рис. 10 и 10а) с прозрачным светофильтром; прозрачность этого фильтра, максимальная с одной стороны, постепенно убывала по направлению к другой стороне вплоть до полной непрозрачности; прекрасные результаты были получены при помощи осциллографа как приемного прибора при телеграфировании изображений сперва Бэлэном (Belin), потом Петерсеном (Petersen) и Михали (Mihály).



Свет от яркой лампы постоянной силы концентрируется при помощи линзы на зеркальце осциллографа; зеркальце это

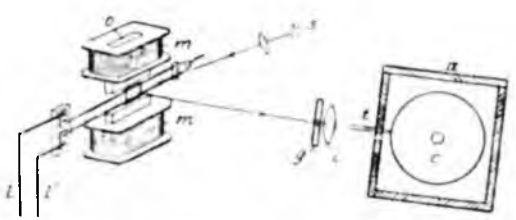


Рис. 10-а и 10-в. Осциллограф.

поворачивается тем сильнее, чем больше ток, проходящий через осциллограф. Последний состоит из проволочного контура (петли), подвешенного между полюсами магнита таким образом, что при прохождении тока один провод контура отклоняется в одну сторону, другой — в противоположную; при этом зеркальце, укрепленное на обоих проводах, поворачивается соответствующим образом. Свет, отражаемый этим зеркальцем, при помощи линзы отбрасывается через отверстие в приемочном ящике на фотографическую пленку; перед линзой, кроме того, установлен клинообразный светофильтр, описанный мною выше. В зависимости от поворота зеркальца, большая или меньшая часть световых лучей проходит через прозрачные части

этого фильтра и проникает в отверстие приемочного ящика. Таким образом достигается та же цель, что и в случае струнного гальванометра. При штриховых рисунках можно работать таким образом, чтобы при отсутствии телеграфных сигналов вообще не падало света в приемочный ящик, и, напротив, при появлении сигналов, в ящик попадал бы свет определенной, постоянной силы; при этом светофильтр, разумеется, не нужен.

В отношении скорости приемки метод осциллографа не уступает методу струнного гальванометра. Недостаток осциллографа — несколько громоздкая аппаратура и более высокая стоимость; кроме того, при быстрых передачах малый размер зеркальца обусловливает получение менее значительной силы света; впрочем, уже сейчас при помощи достаточного усиления токов удается пользоваться большим зеркальцем. Осциллограф имеет еще то преимущество, что этот прибор, применяемый и для многих других целей, прекрасно изготовляется рядом фирм, между тем как струнные гальванометры вообще представляют собой специальные приборы, в изготовлении которых далеко не достигнуто того технического совершенства, которым отличаются осциллографы.

КЕРРОВСКИЙ КОНДЕНСАТОР.

Уже в самых первых проектах передачи изображений на расстояние, в основе которых большею частью лежала излюбленная проблема „дальневидения“, проводилась мысль об использовании, в целях приемки радиоизображений, явления вращения плоскости поляризации света под влиянием электромагнитных сил. В особенности, казалось, открывало широкие горизонты фарадеево явление вращения плоскости поляризации

под влиянием магнитного поля, а также явление Керра[1] (Kerr), которое заключается в возникновении двойного преломления света в некоторых жидкостях под действием электрического поля. То, что казалось ранее — пока еще не располагали способом чрезвычайного усиления токов при помощи электронных трубок — совершенно безнадежным, стало теперь возможным. Фарадеев эффект представляет собой еще и теперь большие затруднения вследствие необходимости применять для магнитного вращения плоскости поляризации сильные токи; напротив, использование керровского эффекта, к чему еще в 90-х годах безуспешно стремился Сэттон (Sutton), стало теперь в результате работ Каролуса (Karolus) вполне возможным.

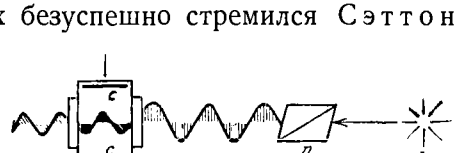


Рис. 11. Керровский конденсатор.

В приемнике к обкладкам какого-нибудь конденсатора с подходящей жидкостью (например, нитробензолом) прилагаются переменные напряжения, вызываемые передаваемыми телеграфными сигналами (рис. 11). Речь идет о напряжениях порядка 800—1200 вольт. Получение подобных напряжений в настоящее время, благодаря развитию техники усиления, стало возможным, несмотря на незначительную интенсивность передаваемых телеграфных сигналов, и привело к осуществлению прекрасных передач изображений по проводам.

Свет от яркого источника, поляризованный при помощи призмы Николя, пропускают через такой кер-

[1] Похожее на явление Фарадея, открытое Керром явление при отражении металлическими поверхностями имеет малое отношение к изложенному

ровский конденсатор. При наличии электрического поля жидкость становится двояко-преломляющей, уподобляясь кристаллу, ось которого совпадает с направлением поля; при этом каждый световой луч разделяется на два луча, поляризованные в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и распространяющиеся через жидкость с различными скоростями; результатом этого является то, что при вторичном соединении обоих лучей по выходе из жидкости световой луч обладает изменившейся поляризацией. Когда его пропускают через вторую, так называемую анализирующую призму Николя,[1] установленную таким образом, что при определенном напряжении поля в конденсаторе свет через нее не проходит (или почти не проходит), то при изменении напряжения в ту или другую сторону наблюдается просветление поля зрения; ясно, как можно использовать это явление для фотографической приемки при передаче изображений по радио.

Керровский конденсатор отличается прекрасным свойством — полным отсутствием инерции; из этого свойства делали заключение о возможности осуществления дальновидения при помощи керровского конденсатора. Тем не менее следует заметить, что это преимущество керровского конденсатора перед струнным гальванометром и осциллографом отнюдь нельзя будет использовать в ближайшем времени; последние приборы также

[1] Напомним, что поляризованными лучами обычно называют такие, в которых световые колебания совершаются в одной определенной плоскости, проходящей через луч. В естественном свете световые колебания происходят с одинаковой интенсивностью во всех направлениях, перпендикулярных к лучу. Николева призма, или „николь", представляет собой двоякопреломляющий кристалл, проходя через который луч естественного света расщепляется на два поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях луча, которые распространяются в несколько различных направлениях; один из этих лучей поглощается оправой прибора, а другой выпускается наружу.

без труда следуют за такими скоростями передачи, которых вообще возможно достигнуть в телеграфии (пока работают с одной длиной волны или вообще с одним проводом); кроме того, последние две системы приемников, со своей стороны, имеют перед керровским конденсатором многочисленные преимущества в смысле простоты конструкции. С другой стороны, когда окажется возможным работать без особых расходов и без сложной установки одновременно со многими длинами волн, трудно будет обходиться приемником с одним световым релэ; придется применять много световых источников (хотя бы по причине недостаточности интенсивности света при употреблении одного источника); при этом незначительная инерция не будет иметь значения.

ПУСТОТНАЯ ТРУБКА С ТИХИМ РАЗРЯДОМ.

Световые явления в трубках с разреженным газом, в которых при помощи двух электродов (иногда и без внутренних электродов) создаются электрические напряжения, достаточно сильные для того, чтобы вызвать разряд, протекают также с весьма незначительной инерцией. На этом основании эти трубки также являются пригодными для телеграфной приемки изображений, если можно использовать эти напряжения при помощи подходящих усилителей. Как раз соображения о незначительной инерции такой приемочной установки побудили меня уже в 1901 г. соорудить первый фототелеграфный приемник с указанным световым источником, т. е. пустотную трубку, для приемки. Однако способы для регулирования ее яркости в то время не были еще достаточно разработаны, чтобы использовать отсутствие инерции, и я вскоре перешел к употреблению струнного гальванометра. При нынешних приспособлениях для усиления возможно, при помощи теле-

графных сигналов, вызывать сколько угодно большое изменение яркости пустотной трубки. Благодаря конструкции, предложенной Фогтом (Vogt), Энгелем (Engel) и Мазолле (Masollè), яркость этих трубок настолько повысилась, что ими в настоящее время можно пользоваться наравне со струнным гальванометром, осциллографом и керровским конденсатором. Весьма быстро созданные одна за другой конструкции разрядных ламп (напр., система Moore) были использованы Дженкинсом (Jenkins) для проектов телевидения. Впрочем, в отношении всех этих проектов приходится повторять одно и то же: мы не можем передавать телеграфные сигналы с такой скоростью (по крайней мере при использовании одной единственной длины волны в беспроволочном телеграфировании и еще меньше — при телеграфировании по проводам), чтобы использовать отсутствие инерции в керровском конденсаторе или в разрядной лампе; кроме того, дальнейшее повышение скорости передачи преграждается недостаточной интенсивностью световых источников. Для радиопередачи изображений (рисунков и фотографий) вообще не приходится говорить об очень большой скорости передачи; поэтому разрядная трубка, так же как и керровский приемник, уже из-за одного только того обстоятельства, что они требуют очень высоких напряжений, будут применяться для этой цели лишь в очень редких случаях.

Дальнейших возможных способов приемки мы здесь описывать не будем.

С. СИНХРОНИЗАЦИЯ.

Вопрос о синхронизации между передатчиком и приемником является одним из труднейших в деле телеграфирования изображений. Если при употреблении дорого стоящих приборов возможно достичь большой точности,

то при помощи более простой и дешевой аппаратуры возможно добиться синхронизации лишь с известным приближением. Если относиться к этому с чересчур большой снисходительностью, то передача изображений на расстояние может совершенно не удаться.

Не легко определить, до какого предела можно упрощать синхронизацию. Самые важные методы синхронизации для целей телеграфирования изображений сводятся к нижепоименованным; при этом мы преимущественно будем касаться тех методов, которые могут применяться для радиопередачи изображений уже в настоящее время; о других, еще более точных способах, требующих весьма сложных приборов и больших расходов, мы скажем лишь несколько слов.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ КОРРЕКТИРОВАНИЯ ПОСЛЕ КАЖДОЙ СТРОКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ.

Если бы даже имелась возможность сделать движения передатчика и приемника настолько равномерными и тождественными между собой, что достаточно было бы лишь дать точный сигнал о начале передачи для обеспечения синхронизма, то и в этом случае нельзя было бы обойтись без посылки, во время передачи изображений, соответствующих поправок, потому что в противном случае потребовались бы исключительно точные и дорого стоящие приборы. Вопрос сводится, следовательно, прежде всего к тому, каким способом сделать движения этих приборов возможно более равномерными и тождественными между собой и как корректировать возможные ошибки, дабы малые ошибки не могли накопляться в большие и повлечь за собой полное искажение передачи.

Равномерные движения могут быть осуществлены при помощи часовых механизмов и электромоторов; можно сравнительно просто получить на двух станциях движе-

ния, почти точно совпадающие между собой, скажем, с точностью до 0,2%. Таким образом, на целую строку изображения — для примера возьмем длину строки в 20 *см* — ошибка может составить приблизительно $^1/_2$ *мм*; если эта погрешность не будет устранена, то при второй строке расхождение составит уже почти 1 *мм*, а при 50 поворотах, при длине хода в $^1/_4$ *мм* и ширине изображения в 1 *см*, получится смещение в 2 *см*. Если не будут делаться поправки, то такие изображения окажутся негодными даже при самых непритязательных требованиях. Простейший способ поправки— поправка после каждой строки — применялся уже Бэном и Бэкуэллом при первых опытах телеграфирования их аппаратом. На одной стороне подлежащего передаче рисунка (рукописи у Бэкуэлла и Бэна) проводилась прямая линия перпендикулярно к направлению строк, перед самым началом строки (так называемая ведущая линия, *guide-line*); поскольку приемка совершалась видимым способом, можно было наблюдать в приемнике форму этой линии. Если полученная в приемнике „ведущая линия" отличалась от прямой, перпендикулярной к направлению строк, движение приемочного механизма надлежащим образом замедлялось или ускорялось, сперва просто от руки, а после,— правда, без особого успеха,— автоматическим способом. Вскоре обнаружилось, что производить количественные поправки при помощи замедления или ускорения механизма движения значительно труднее, чем совсем остановить для поправки тот или другой механизм. Явилась мысль останавливать после каждой строки движение обоих аппаратов и затем снова пускать их одновременно в ход при помощи сигнального тока. Выяснилось, что легче всего поступать следующим образом: одному механизму дают итти безостановочно, а корректируют только ход второго механизма, движущегося чуть-чуть быстрее; для

этого его останавливают после каждой строки, пока другой механизм не догонит его.

Этот принцип синхронизации, вошедший в употребление уже при первых шагах буквопечатающей телеграфии, был в 60-х годах предложен Рампоном (Rampon) для химического телеграфа (Kopier Telegraph), а в 70-х годах впервые введен в употребление в копирующем телеграфе д'Арлэнкура. Метод корректирования во многих случаях очень хорошо себя оправдал и в первое время больше других годился для радиопередачи изображений, на ряду с синхронизацией при помощи синхронных моторов, о которой мы будем говорить ниже (см. способы 2 и 4). Метод этот имеет то преимущество, что он позволяет получать большую точность, и тот недостаток, что он несколько сложен и дорог. По принципу д'Арлэнкура нарочно пускают один из приборов, скажем, приемник, несколько быстрее, нежели другой; в случае, напр., движущихся цилиндров (при других конструкциях поступают аналогично) приемный цилиндр заставляют вращаться на несколько процентов быстрее передаточного и автоматически останавливают первый цилиндр после каждого поворота,[1] пока второй цилиндр не начнет новой строки. В этот момент дается телеграфный сигнал, снова приводящий в движение приемочный цилиндр; таким образом, каждую строчку оба цилиндра начинают в один и тот же момент. Небольшое расхождение не играет существенной роли, поскольку одна строка точно следует за другой; незначительное различие в продольном размере элементов изображения можно корректировать тем, что диа-

---

[1] Для того, чтобы часовой механизм или мотор не надо было останавливать вместе с приемочным цилиндром, между последним и движущим механизмом следует поместить фрикционное или магнитное сцепление.

метр приемочного цилиндра берут несколько больший, чем диаметр цилиндра в передаточном аппарате.

Если бы дело шло о передаче по проводам, то мы могли бы сигналы синхронизации, служащие для пуска в движение приостановленного приемочного цилиндра, отличать от сигналов изображения противоположными направлениями соответствующих токов. При этом с помощью полярного релэ, реагирующего лишь на токи определенного направления, можно приводить в действие синхронизационный электромагнит, освобождающий задержанный приемочный цилиндр.

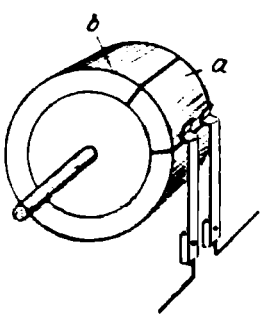


Рис. 12. Синхронизация при помощи интервала бездействия перед каждой строкой.

Для беспроволочной передачи этот метод не пригоден, а потому нужно найти другой способ, чтобы отличать сигналы синхронизации от сигналов изображений. Это можно было бы делать, пользуясь для означенных сигналов разными длинами волны, для чего, однако, требуется сложная аппаратура. Самый простой способ сводится к тому, чтобы отличать сигналы синхронизации при помощи предшествующего передаче каждой строки изображения интервала покоя.

Приемочный цилиндр (рис. 12), движущийся быстрее, чем другой цилиндр, после каждого оборота приостанавливается; в том случае, когда перед началом каждой новой строчки изображения установлен интервал покоя, во время которого не поступает никаких сигналов, цилиндр пускается в движение лишь тогда, когда после этого интервала внезапно появляется сигнал. В начале передачи работают короткое время без сигналов изображения, так что поступают только сигналы синхрони-

зации; после урегулировки приемника, в соответствии с этими сигналами, синхронизация сохраняется.

Этот метод беспроволочной синхронизации является самым простым, и был принят всеми, кто занимался беспроволочной телеавтографией, например, Фрикаром (Frikart, 1906). Следовательно, эта синхронизация отнюдь не является новым изобретением. [1] Достаточно привести здесь следующую выдержку из учебника фототелеграфии и телеавтографии (Korn-Glatzel, 1910, издание Nemnich в Лейпциге): „Синхронизация передаточного и приемочного валов задумана была Фрикаром на подобие корновского фототелеграфа. Приемочный вал должен был вращаться чуть-чуть быстрее, чем передаточный вал, и после каждого оборота останавливаться на некоторое время, пока из передатчика не поступит сигнал синхронизации, при помощи которого вал снова пускается в движение. Этот сигнал может также даваться при беспроволочной телеграфии. Для того же, чтобы сигналы изображения не пустили одновременно в ход и релэ синхронизации, только определенная часть поверхности передаточного вала используется для передачи изображений, так что при каждом повороте остается свободный промежуток времени, в течение которого не посылается никаких сигналов изображения; при помощи особого, находящегося на передатчике контактного приспособления, передаточный контур может быть при этом выключен. В пределах этого свободного промежутка времени при помощи особого контакта дается сигнал синхронизации. Конечно, приемочный вал не должен опережать в своем движении передаточный на интервал, превышающий указанный свободный промежуток времени; иначе токи изображе-

[1] Например, этот способ употребляется и в установке Дикмана.

ния могут вызвать несвоевременный пуск приспособления для синхронизации".

Если, при этом простейшем виде беспроволочной синхронизации, аппараты, синхронизуемые в течение нескольких поворотов при помощи одних лишь сигналов синхронизации, „собьются с такта" во время передачи, — будь то вследствие посторонних сигналов, или вследствие какой-либо иной ошибки, — неправильность при видимой передаче тотчас же будет замечена и может быть устранена, так что лишь 1 или 2 сигнала изображения окажутся ошибочными; при приемке же „вслепую" вся вообще передача окажется потерянной; по этим соображениям, даже и при „слепой" (фотографической) передаче [1] весьма желателен контроль при помощи видимой приемки, хотя бы она была грубее. Я считаю нужным попутно заметить, что это обстоятельство является аргументом против электромагнитных приемников с копировальной бумагой, так как при указанном способе теряется преимущество видимой передачи.

Средство, позволяющее автоматически восстанавливать нарушенную синхронизацию, состоит в том, чтобы, кроме синхронизационного релэ, употреблять еще второе релэ, которое во время периода покоя подготовляет к работе цепь синхронизирующего магнита, выполняя эту функцию лишь в течение определенного промежутка времени. В качестве подобного релэ могут служить селеновые элементы, имеющие определенную инерцию (Korn), или так называемые тепловые релэ (акционерное общество Siemens & Halske и Korn). В последних во время интервала покоя провод, по которому проходит ток, накаляется, вытягивается и замыкает

[1] Если вообще при такой передаче применяется простая синхронизация.

контакт. Самым простым разрешением вопроса является задержка в действии релэ путем увеличения самоиндукции контура; это увеличение обусловливает задержку в замыкании тока, которую можно регулировать. При этой системе надо позаботиться о том, чтобы подготовление цепи синхронизирующего магнита начиналось бы лишь при остановке приемочного цилиндра; во время бездействия эта подготовка идет сама собой, а при начале новой строчки в передатчике появляется сигнал, освобождающий синхронизирующий магнит. Если почему-либо случится, что синхронизирующий магнит будет приведен в действие при помощи постороннего сигнала, то при передаче следующей строчки рисунка все автоматически снова входит в норму.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ СИНХРОННЫХ МОТОРОВ. ПЕРЕДАЧА ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ ОБОРОТОВ ОТ ПЕРЕДАТЧИКА К ПРИЕМНИКУ.

Мы должны заранее оговориться, что этот способ синхронизации, так же как и синхронизация, о которой мы будем говорить дальше (метод 3-й), может быть применен лишь при несколько более сложной и дорого стоящей аппаратуре; однако для простоты описания мы сперва изложим методы 2-й и 3-й, потому что после ознакомления с ними будет облегчено понимание 4-го способа, который, быть может, займет в будущем важнейшее место среди методов синхронизации, в особенности для радиопередачи изображений. Впервые применил для синхронного хода отдаленных станций синхронный мотор датский физик Лакур (Lacour).

В системе Лакура, в так называемом лакуровском колесе, каждая станция сама добивается синхронизации при помощи камертона, причем камертоны заранее должны быть точно настроены друг с другом; следовательно, лакуровский метод синхронизации собственно совпадает с методом № 3, но, как первая

попытка этого рода, должен быть описан в первую очередь, отчасти и потому, что метод № 3 представляется более трудным.

Зубчатое колесо, зубцы которого сделаны из мягкого железа, приставлено к одному из полюсов электромагнита, который периодически возбуждается при помощи переменного тока. Если частота переменного тока остается строго постоянной, то зубчатое колесо может быть приведено в состояние равномерного вращения. Лакур задавал частоту колебаний при помощи камертона, который подобно молоточку искрового индуктора своим движением то замыкал, то размыкал ток (рис. 13). Камертоны в передатчике и приемнике должны быть точно настроены на один тон; точность настройки обоих камертонов может достигать, примерно, 0,2%. Легко заметить, что эта точность, достаточная для буквопечатающей телеграфии, отнюдь не достаточна для передачи изображений по телеграфу, так как при ошибке в 2 на тысячу, после ста оборотов, т. е. при длине хода в $^1/_4$ *мм* и ширине рисунка в $2^1/_2$ *см*, изображение уже на пятой части окружности будет заметным образом сдвинуто. Таким образом, лакуровская синхронизация без поправок не достаточна для телеграфирования рисунков. Если нельзя достигнуть значительно большей точности в совпадении частоты, то частоту приходится передавать от передатчика к приемнику или наоборот, или же давать ее в обе станции из какого-нибудь третьего места.

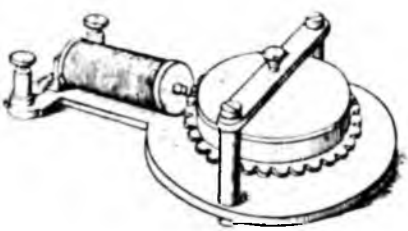


Рис. 13. Лакуровское колесо.

Передача частоты от передатчика к приемнику (при передаче изображений по радио, конечно, не может быть

речи о передаче в обратном направлении) осуществляется при помощи особой волны. Частоту в приемник возможно передавать и по обыкновенному проводу. Первый способ связан с некоторыми сложными приемами; передача частоты при помощи особых волн в таких больших городах, как Берлин, где имеются две широковещательных станции, не представляет особых затруднений; но приемники должны быть снабжены двумя отдельными аппаратами усиления — одним для синхронизации и другим для элементов рисунка, и это должно несколько удорожить приемочную аппаратуру. Во всяком случае отбрасывать этот способ не следует, но другой способ синхронизации, который мы рассмотрим ниже (метод 4-й), предпочтительнее.

В тех случаях, когда определенная частота с достаточной точностью передается от передатчика к приемнику, возможно, при помощи синхронного мотора, получить такую же скорость вращения приемочного цилиндра, с какой движется передаточный цилиндр. Поскольку при этом синхронизация устанавливается в известном смысле после каждого отдельного колебания, какие-либо ошибки можно считать совершенно исключительными. Для контроля равномерности вращения цилиндров или моторов, приводящих в движение цилиндры, употребляются явления оптической интерференции, обеспечивающие достаточно точную установку.

Можно с помощью одних и тех же электромагнитных волн передавать как сигналы изображений, так и частоту электрических токов в синхронных моторах. Методы эти, однако, мало развиты и в настоящее время еще не могут приниматься во внимание при радиопередаче изображений, пока в приемнике должны употребляться дешевые аппараты.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ СИНХРОННЫХ МОТОРОВ БЕЗ ПЕРЕДАЧИ ЧАСТОТЫ ОБОРОТОВ.

Способ синхронизации, к которому стремился Лакур и который заключается в том, что, благодаря точному соответствию частоты оборотов в передатчике и приемнике, передача частоты и вообще какие бы то ни было поправки в течение долгого времени являлись бы излишними, в настоящее время представляется достижимым, — правда, при помощи весьма дорого стоящих приспособлений; но о применении этого способа для радиопередачи изображений едва ли можно говорить. При помощи весьма точных хронометров, очень точных маятников и, наконец, при помощи чрезвычайно точно настроенных ламповых отправителей возможно получать точную частоту не только на короткое время (10—15 минут, хронометр), но и на очень долгие сроки, с ошибкой от $^1/_{20}$ до $^1/_{100}$ на тысячу (маятник и ламповый генератор). Этот метод может быть также применен для самых широких потребностей телеграфной передачи изображений. Поскольку методы эти, как уже указано, едва ли пригодны для широковещательной передачи изображений вследствие своей высокой стоимости, мы лишь слегка касаемся их.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ СИНХРОННЫХ МОТОРОВ. ДОСТАВЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ОБОРОТОВ К ПЕРЕДАТЧИКУ И ПРИЕМНИКУ ИЗ ТРЕТЬЕГО МЕСТА.

Во многих городах и даже в деревне имеется для пользования переменный ток, идущий из одного общего источника и могущий дать весьма точные числа оборотов синхронных моторов. Принимая во внимание, что, при пользовании этим переменным током из общего источника, в передатчике и в приемнике по разнообразным причинам могут возникнуть всевозможные ошибки,

еще нельзя считать, что этим способом вопрос вполне разрешен; однако этот род синхронизации в будущем действительно сулит нам идеальное разрешение проблемы. Для подачи синхронной частоты обращения должны служить особые провода, отличные от тех, которые служат для освещения или для работы обычных двигателей. Возможно подавать переменный ток с желательной частотой такого напряжения, чтобы синхронные моторы могли приводиться в движение без дальнейшего усиления токов. При большем распространении, эти синхронные моторы для радиопередачи изображений наверно удастся изготовлять настолько недорогими, что употребление их не будет сопряжено с непосильным расходом для радиоабонента, так же как и пользование синхронной частотой при помощи особого провода.

В пределах большого города и в районе действия широковещательной станции подобная синхронизация может быть осуществлена без труда. Таким образом открывается реальная возможность получать хорошие изображения, если, конечно, в течение ближайших лет окажется достаточное число абонентов.

Эта система синхронизации применима и для приемки на дальние расстояния. С большой радиостанции частота может посылаться волнами особой длины к усилительным подстанциям, которые передают поступающие периодические сигналы по проводам в виде достаточно сильных переменных токов отдельным абонентам. Таким образом, создается возможность организовать всемирную синхронизацию для приема на далекие расстояния изображений. Подытоживая предшествующее изложение, мы можем формулировать основные принципы радиопередачи изображений и ее развития в ближайшее время следующим образом.

В начале: телеавтографический передатчик, работающий с не слишком большой скоростью, при которой продолжительность передачи одной картины составляла бы, примерно, до 10 минут. Не слишком грубая сетка. Следует ограничиваться простыми рисунками и чертежами как, например, картами, позднее фотографиями в виде сетчатых изображений. Электромагнитная или электрохимическая приемка. Синхронизация при помощи поправок после каждой строки изображения.

Можно будет пользоваться с самого начала и более совершенными приемочными аппаратами (с фотографической приемкой), что будет способствовать удешевлению последних.

В более поздних стадиях развития: передатчик с фотоэлектрическими элементами. Передача в проходящем или рассеянно-отраженном свете. Приемники такие же, как раньше. Синхронизация с помощью синхронных моторов в приемнике, регулируемых частотой, посылаемой по проводу с центральной станции. При дальнейшем развитии, которого сейчас еще нельзя предвидеть, передаваемые картины будут, вероятно, воспроизводиться мгновенно (домашнее кино или электрическое телевидение). Радиопередача обыкновенных изображений (рисунков и фотографий) может явиться ступенью к осуществлению этой волшебной мечты и потому должна по возможности всесторонне пропагандироваться.

Однако не следует возбуждать в обществе и слишком больших надежд, и я хотел бы еще раз повторить, какого взгляда я держусь на проблему электрического телевидения.

При тех скоростях передачи изображений, о которых может в настоящее врямя итти речь и за которыми должны следовать электромагнитный и электрохимический приемники, нельзя и думать о приемке

в секунду больше чем 500 — 600 элементов изображения, притом, конечно, черных и белых (т. е. без всяких оттенков). Обычно считают, что основная проблема дальневидения заключается в том, чтобы передать простой портрет с 10 000 тоновых элементов в $^1/_{10}$ секунды; конечно, за разрешение этой проблемы нельзя браться при наличии указанных простых приемников. Для сравнения надо взять приемку со значительно более быстрыми и тонкими средствами (фотографический метод), чтобы измерить расстояние, которое еще отделяет нас от экономически доступного разрешения проблемы электрического телевидения, хотя теоретически — при применении исключительных средств — разрешение этой проблемы возможно. Фотографические приемы (струнный гальванометр, осциллограф, керровский конденсатор, разрядная трубка) позволяют итти до пределов, поставленных скоростью радиотелеграфирования при помощи волн одной определенной длины, — примерно, 10 000 элементов изображения в секунду, когда дело идет о blanc et noir; мы даже склонны допустить,— доказательства возможности этого еще не имеется, — что в секунду удастся передавать 10 000 окрашенных элементов картины; даже и при такой скорости для самой простейшей проблемы телевидения (воспроизведение простого портрета) потребовалось бы десять систем волн различной длины. Добиться еще больших скоростей телеграфирования при одной волне, при использовании коротких волн, — это дело будущего; надежды на это не много, когда подумаешь, какие новые затруднения принесет с собой применение коротких волн для телеграфирования изображений. Стоит ли поддерживать одновременное действие десяти волн с целью получения возможности видеть на расстоянии простой портрет? Если принять во внимание, какие потребуются сложные аппараты и

с какими расходами по установке и эксплоатации будет связана в настоящее время работа одновременно с десятью волнами, то на этот вопрос пришлось бы ответить отрицательно. Для того чтобы телевидение получило практическое распространение, должна создаться возможность видеть на расстоянии значительно более сложные картины. Для таких картин, которые мы привыкли видеть в хорошем кино, необходимо примерно в 50 — 100 раз большее число элементов изображений. Возможность работы с соответствующим весьма большим числом волн различной длины уже потому исключена в настоящее время, что для этого потребовалась бы чрезвычайно большая точность настройки, в настоящее время практически неосуществимая.

Поэтому я снова повторяю мою точку зрения:

Хотя электрическое телевидение технически возможно, практически, однако, оно осуществится лишь тогда, когда без особо сложных или дорогих приспособлений можно будет одновременно телеграфировать с помощью большого числа волн различной длины.

III. РАЗЛИЧНЫЕ СИСТЕМЫ РАДИОПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЙ И КИНОКАРТИН.

(Д-р. Э. Неспер.)

А. РАДИОПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ.

КОРНОВСКИЙ ТЕЛЕАВТОГРАФ.

Уже в 1902 году А. Корном был сконструирован телеграф для передачи изображений, который не только служил в течение многих лет для телеграфирования рисунков по проводам, но и лег в основание беспроволочной передачи изображений. В приведенной ниже схеме (см. рис. 14) изображен в главнейших чертах, соответствующих нынешним требованиям, корновский телеавтограф, причем части прибора, служащие для беспроволочной отправки и приемки, указаны схематически.

Передатчик изображения, находящийся на рисунке слева, состоит из металлической фольги *a*, на которой нанесена, при помощи не проводящего ток красящего вещества, подлежащая передаче картина. Эта металлическая фольга обернута вокруг передаточного вала, который приводится во вращение при помощи часового механизма или электромотора *b* через винтовую передачу. На передаточном валу, точнее — по металлической фольге, скользит, слегка надавливая на нее, металлический штифт *d*, который прилажен к пишущей каретке. Эта каретка, при помощи стержня *e* с плоской нарезкой, снабженного шарниром, медленно движется в одну сторону, так что пишущий штифт *d* рисует на поверх-

ности передаточного вала спираль с малым ходом. Когда штифт находится в контакте с проводящими ток частями металлической фольги, ток из батареи *f* передается по проводу *g*; при этом радиопередатчик *h* работает либо непосредственно, либо при помощи модуляторной трубки, причем из передаточной антенны *i* соответственно посылаются то более короткие, то более продолжительные сигналы (ряды волн).

Напротив, когда металлический наконечник соскальзывает на не проводящие ток части металлической фольги, ток от батареи *f* прерывается; передатчик перестает работать, и сигналы больше не посылаются.

Приспособление, служащее для синхронизации, *k* будет рассмотрено ниже при описании приемника.

Излучаемые радиопередатчиком сигналы улавливаются приемочной антенной *m* и затем, после усиления (в контуре *n*), передаются на аппарат, принимающий изображения, напр., проходят через нить струнного гальванометра *o*, который при этом соответственным образом отклоняется.

Вследствие движений этой нити световые лучи либо заслоняют его, либо, при помощи системы линз *p*, направляются к приемочному валу *q*, заключенному в светонепроницаемой камере и обернутому светочувствительной бумагой.

Этот приемочный вал *q* таким же точно образом, как и вал в передатчике, приводится во вращение часовым механизмом или электромотором *s* при посредстве фрикционной муфты *r*. Но в отличие от передатчика, в котором вал вращается без остановки, приемочный вал периодически останавливается для синхронизации с передаточным.

Для того чтобы осуществить эту синхронизацию, представляющую столь большое значение для теле-

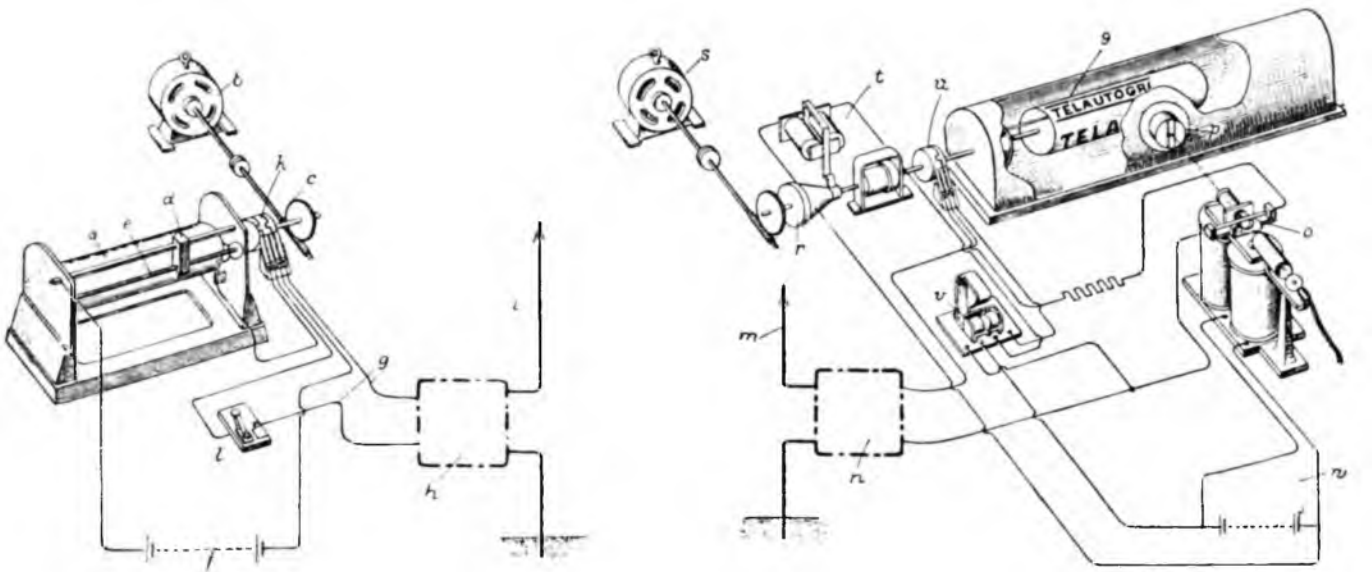


Рис. 14. Схема расположения важнейших частей телеавтографа Корна.

графирования изображений, требуется еще следующий механизм:

К оси передаточного вала приделан коммутатор *k*, который, при каждом обороте, в определенном месте посылает передатчику синхронизирующий импульс.

Приемочный вал движется несколько скорее, чем передаточный (принцип д'Арлэнкура). Но после каждого оборота он останавливается синхронным магнитом *t* при помощи собачки фрикционной муфты *r*. Как только это происходит, коммутатор *u* переключает поступающий синхронизационный ток на релэ *v*, а последнее включает ток от батареи *w* на синхронный магнит *t* и тем самым приводит его в действие. Тогда собачка отходит, и приемочный вал *q* снова получает возможность вращаться. Это повторяется после каждого оборота, и, следовательно, приемочный вал в течение определенного времени, соответственно вращению передаточного вала, отмечает световые лучи приемника; таким образом на поверхности приемочного вала наносится передаваемый рисунок, письмо и т. п.

Само собой разумеется, что эта основная схема может так или иначе видоизменяться; как показывает дальнейшее изложение, различными лицами было предложено множество различных вариантов этой схемы; некоторые из них оказались очень удачными.

Заслуживает внимания еще следующее обстоятельство: у корновского телеавтографа (рис. 14) приемники обычно находились в редакциях больших газет. Вследствие этого они могли быть сравнительно громоздкими, не портативными. Напротив, передатчик мог быть легко подвижным, и его можно было отправить в любые места, из которых должны были передаваться интересные изображения и т. д.

Для радиопередачи изображений и для телекино отношения совершенно обратные: здесь обычно пере-

датчики устанавливаются на широковещательных станциях; следовательно, не играет никакой роли сравнительная сложность конструкции этих приборов. Они могут быть установлены неподвижно. Напротив, желательно, в особенности для приемников изображений, а также и для приемников радиокино, чтобы приемочная аппаратура была дешевой, несложной по конструкции, портативной и чтобы с ней легко было обращаться.

При конструировании приборов эту практическую цель всегда надо иметь в виду. Известные до настоящего времени способы разрешения этой задачи, которые мы приводим ниже, почти все дают сравнительно простые приемочные аппараты, — напротив, на простоту, удобоподвижность и дешевизну передатчиков в них мало обращается внимания.

РАДИОПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО СИСТЕМЕ БЭКЕРА.

Сравнительно недавно Бэкером [1] (Th. Baker) была предложена следующая система радиопередачи изображений, которая по своей основной идее близко примыкает к корновской схеме. Оставляя в стороне некоторое упрощение аппаратуры, необходимое для приемки радиоизображений,— единственное существенное отличие между обеими схемами состоит собственно в том, что вместо применяемого Корном для приемника светового луча, используемого по желанию либо при помощи струнного гальванометра, либо при помощи керровского конденсатора и т. д., у Бэкера приемка производится, так же как и в обыкновенных телеавтографах, при помощи электрохимического эффекта (платиновый штифт, прижимаемый к пропитанной иодистым калием бумаге, навернутой на приемочный вал).

---

[1] См. Th. Baker, Wireless World, № 345, 24 марта 1926 г.

Чрезвычайно удачным способом Бэкер снабжает подлежащую передаче картину поперечнолинейной сеткой независимо от того, существует ли уже на картине какая-либо сетка, передается ли фотография, рисунок и т. д. Вследствие этого у Бэкера создается то преимущество, что линии сетки могут проводиться на сравнительно большом расстоянии друг от друга — не более одной линии на миллиметр; при этом получается некоторая растушевка, так как эти линии можно проводить то сильнее, то слабее. Рисунок 15 дает нам представление о том изображении, которым пользуется Бэкер для своих передач. Рисунок представляет собой негатив изображения головы девушки, причем совершенно отчетливо видны различия в тоне.

Подобный поперечнолинейчатый рисунок (рис. 15) фотографическим путем переносится на медную фольгу. Темные места портрета остаются на медной фольге нетронутыми, светлые же места покрываются тонкой изолирующей пленкой.

Это достигается следующим образом: медная фольга, тщательнейше отполированная, покрывается раствором гумми и двухромокислого аммония и высушивается в темноте. Обработанная таким образом фольга после сушки представляет собой не что иное, как светочувствительную пластинку. На ней отпечатывается с диапозитива поперечнолинейчатый рисунок, так что на фольге появляется негативное изображение рисунка. Слой гумми имеет то свойство, что на местах, подвергнутых действию света, он становится нерастворимым в воде, тогда как на неосвещенных местах его легко смыть с медной пластинки.

Приготовленная таким образом медная фольга годна для процесса передачи.

Теперь следует самая передача приготовленного изображения. Для этой цели легко сгибающаяся фольга

натягивается на вал передаточного аппарата, как указано на рис. 16.

Передаточный вал и другие смежные части прибора в главнейших чертах напоминают вышеописанный корновский телеграф для передачи изображений. Передаточный вал приводится в движение часовым механизмом, а именно, как видно из рисунка 16, при по-

Рис. 15. Изображение, нанесенное при помощи поперечнолинейчатого растера на фольгу передатчика.

мощи винтовой передачи, причем вследствие жесткого соединения приделанный штифт отмечает по винтовой линии с малым ходом изображение, находящееся на покрывающий вал фольге. Там, где фольга представляет собой светлое пространство, т. е. где находится (см. выше) изолирующее вещество, прерывается контакт между медной фольгой и металлическим штифтом; напротив, на темных местах указанный контакт восстанавливается.

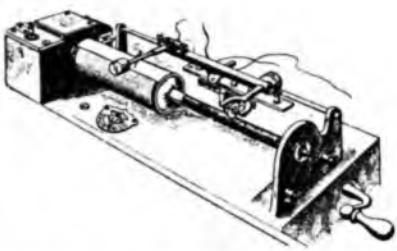


Рис. 16. Передатчик бэкеровского радио-аппарата.

Следует еще отметить, что линии поперечной сетки проходят параллельно оси вала, тогда как металлический штифт перемещается перпендикулярно к ним.

Большое значение для совместной работы передатчика и приемника представляют приспособления для синхронизации, которые видны на рисунках 16, 17 и 20 (сзади, рядом с часовым механизмом). Более детальные сведения о том, каким образом достигается в передатчике синхронизация, указаны ниже при описании приемника. Приспособления для синхронизации в передатчике и приемнике устроены одинаковым образом.

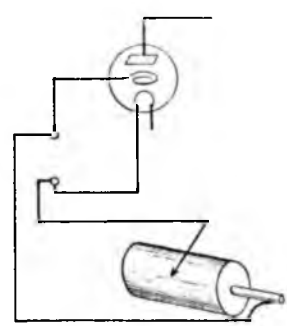


Рис. 17. Схема регулировки модуляторным ламповым отправителем.

Посылаемые передаточной системой импульсы передаются на отправитель радиотелеграфа и регулируют его работу. Для этой регулировки применимы различ-

ные приемы, которые нас не могут интересовать. Примерный способ регулировки тока сетки в модуляторной лампе указан схематически на рис. 17.

Приемка передаваемых по этой системе изображений производится уже известным нам способом, так же, как и при обычной радиоприемке, когда должен применяться громкоговоритель средней или большой величины. Поэтому и здесь требуется а н о д н ы й т о к по крайней мере в 2 или 3 миллиампера. В некоторых случаях энергия приемника должна быть соответственно увеличена.

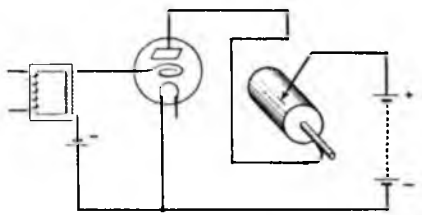


Рис. 18. Схема соединения последней лампы приемника вместе с включенным в анодную цепь радиоприемником.

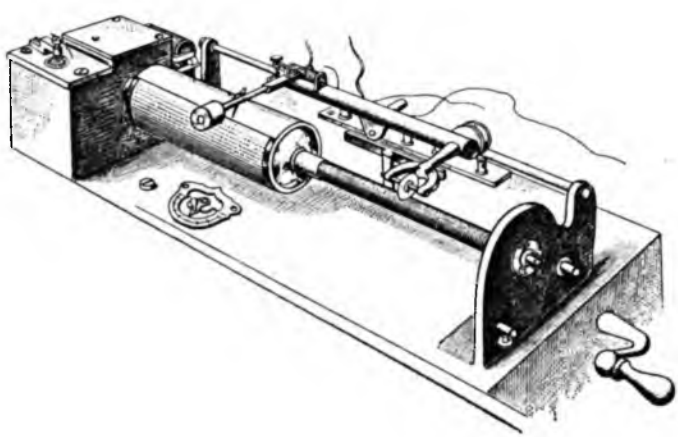


Рис. 19. Бэкеровский приемник для беспроволочной передачи изображений.

Последняя приемная лампа радиоприемника указана на рис. 18. В анодную цепь включены вал и штифт

приемника. На валу приемника, которому в точности придан такой же вид, как и передатчику, и который мы еще раз в увеличенном размере приводим на рис. 19, прикреплен лист бумаги, пропитанной раствором крахмального клейстера и иодистого калия. Лучше всего в данном случае употреблять бумагу умеренно гигроскопичную, слегка высушенную между двумя листами пропускной бумаги, для того чтобы получить ровную влажность, но так, чтобы жидкость не выделялась каплями. На этом листе бумаги при помощи платинового штифта пишущего прибора устанавливается контакт, и под влиянием токов, даваемых усилителем приемника, силою минимум в 1 миллиампер, наносится рисунок в виде темнофиолетовых линий. Фиолетовая окраска рисунка остается достаточно яркой до тех пор, пока бумага не высохнет. Когда же бумага высыхает на свету, фиолетовое окрашивание переходит в коричневое, и тогда рисунок уже больше не кажется таким контрастным, как при фиолетовом окрашивании.

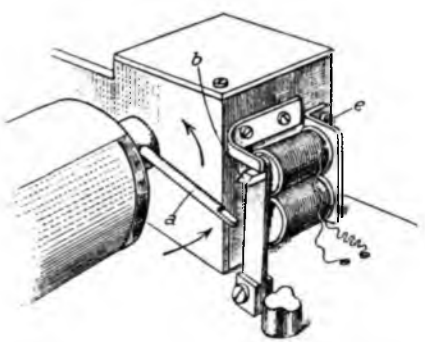


Рис. 20. Приспособление для синхронизации: арретир.

Для бэкеровского аппарата (рис. 19), так же как и для других радиоприемников изображений, весьма важно синхронное движение приемочного и передаточного валов. У Бэкера это достигается употреблением синхронного маятника, изображенного на рис. 20 и 21. Для этой цели ось приемного цилиндра снабжена пружиной *a*, которая при каждом обороте упирается в собачку *b*. Как только маятником *c* — через опреде-

ленные постоянные промежутки времени — замыкается цепь в контакте *d*, в катушке электромагнита возникает ток. Собачка *b* оттягивается назад, пружина *a* освобождается, и вал может снова вращаться. Таким образом устанавливается синхронизм в движении приемочного вала с передаточным. В заключение мы приводим внешний вид бэкеровского приемника (рис. 22), который присоединяется к радиоприемочному аппарату.

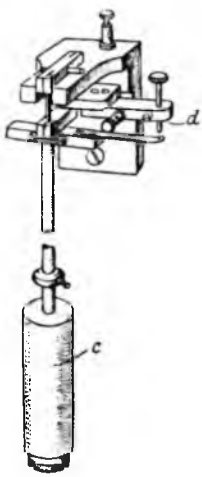


Рис. 21. Приспособление для синхронизации: система маятникового контакта.

В отношении этого присоединения следует еще заметить, что Бэкером

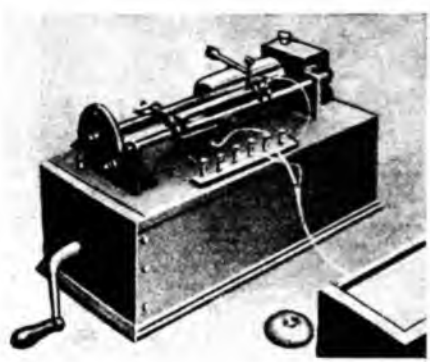


Рис. 22. Внешний вид бэкеровского радиоприемника изображений.

применяются только одна детекторная и две усилительные лампы для низкой частоты.

В анодную цепь второй усилительной лампы включен радиоприемник изображений. Эта лампа при отсутствии сигналов дает довольно значительный „обратный“ ток, который в виду униполярного действия электрохимического приемника не вызывает окрашивания бумажной фольги. Далее, ясно, что приемочный ток должен быть выпрямлен, чтобы могло быть осу-

ществлено электрохимическое разложение на приемочном валу.

Как указывает Бэкер, при помощи описанного аппарата удавалось в 6 минут принять изображение, примерно, такого рода, как на рисунке 23, размером 10×13 *см;* расстояние между передатчиком и приемником составляло, примерно, 16 *км,* длина волны десятиваттного передатчика была 90 *м.*

Рис. 23. Портрет, переданный по телеавтографическому методу Бэкера.

ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО СИСТЕМЕ ДИКМАНА (DIECKMANN).

Дикмановский прибор для передачи изображений [1] по своему принципу мало отличается от корновского телеавтографа. Он вообще весьма близок к той системе, которая уже в 1918 году, во время войны, должна была найти применение для передачи с аэропланов на приемочные станции, находящиеся на земле, данных для прицела и пр.

В этом приборе должно быть соблюдено то понятное само собой требование, на которое мы указывали выше, а именно, что передатчик, установленный на широковещательной станции, может иметь сравнительно сложную конструкцию, приемник же, обслуживающий

[1] См. также Dr. W. Friedel, Radio-Amateur, № 49, 4 декабря 1925 г.

радиоабонентов, должен быть по возможности простого устройства. Дикман в этом стремлении как будто бы зашел слишком далеко, так как рисунки, которые могут передаваться при помощи его прибора, сравнительно весьма грубы. С другой стороны, этот аппарат не отличался и достаточной простотой, так как для изображения рисунков применялся электромагнитный способ, для каковой цели Дикман пользовался пишущей кареткой, регулируемой при помощи релэ; эта система ни по своей конструкции, ни по обращению

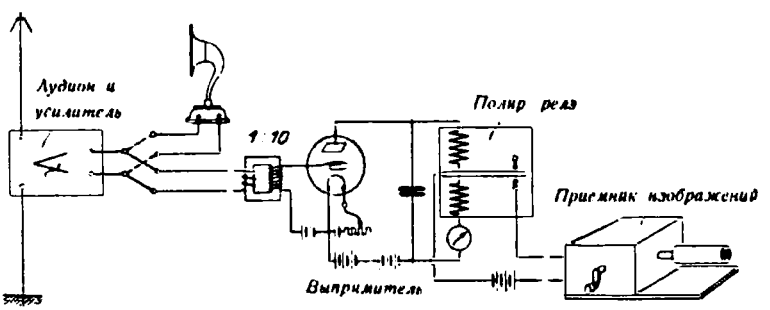


Рис. 24. Общее расположение прибора Дикмана.

с ней не является простой. Кроме того, в ней имеется тот недостаток, что релэ вследствие необходимой и притом не столь уж малой массы отличается известной инерцией и поэтому ослабляет сигналы, подлежащие передаче; возможно также слияние отдельных сигналов при увеличении скорости передачи.

Схема расположения прибора изображена на рис. 24. Приемочные колебания известным нам способом усиливаются и могут, при помощи переменного выключателя, или передаваться к громкоговорителю, или действовать на аппарат, воспроизводящий изображения. В последнем случае в приемочную цепь включается трансформатор с передаточным числом 1 : 10. Вторичная обмотка

этого трансформатора включена в выпрямительную лампу, так как у дикмановского аппарата должно действовать униполярное релэ, чтобы получать сравнительно большую силу тока для приведения в действие радиопередатчика изображений. Позади релэ, как видно на рисунке 24, включен прибор, воспроизводящий передаваемое изображение.

Внешний вид его приведен на рисунке 25. С левой стороны находится часовой механизм, который заво-

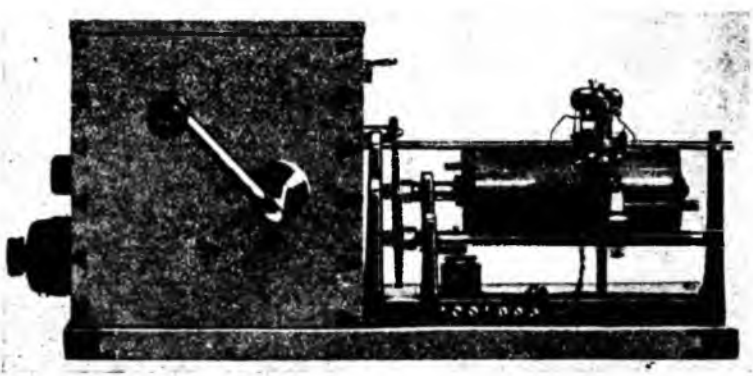


Рис. 25. Внешний вид дикмановского радиопередатчика с часовым механизмом.

дится при помощи ручки. Часовой механизм приводит в движение, как это видно из рисунка 28, при помощи фрикционной муфты приемочный вал *a*. С другой стороны вращается стержень *b*, на котором пишущая каретка *c* медленно движется вперед, и таким образом поверхность цилиндра *a* — точно так же, как в случае описанных выше аппаратов,— размечается по винтовой линии с малым ходом. В качестве пишущего прибора в этом радиопередатчике служит штифт *d*, который при помощи спиральки, обернутой вокруг него, или какого-нибудь другого нагревателя, накаливается до умеренно высокой

температуры. Для того чтобы гарантировать точно фиксированное положение этого штифта на валу или на прикрепленной к валу бумаге, применяется особое дистанционное колесико *e* (рис. 26 и 27).

При поступлении сигналов изображения от приемника, они переходят, после выпрямления и приведения в действие унипо-лярного релэ, в магнит пишущей каретки, которая отвечает соответствующим давлением пишущего штифта *d* на бумагу. Так как у Дикмана над собственно бумажным цилиндром, также как в пишущей машине, положена копировальная бумага, то вследствие этого нагретый штифт оставляет на бумажном цилиндре приемочного вала следы импульсов ритмично с принимаемыми сигналами.

Рис. 26. Каретка с пишущим приспособлением, видимая сбоку.

Хотя этот способ имеет то преимущество, что для нанесения изображения не нужны влажные слои или жидкости, но у него есть и недостатки. Во-первых, для приведения в действие каретки магнита и пишущего штифта требуется относительно большая энергия, по сравнению, например, с электрохимическим методом, при котором нужна значительно меньшая энергия. Сле-

дующий и притом самый существенный недостаток состоит в том, что копировальная бумага покрывает находящийся под ней рисунок; таким образом, лишь когда рисунок закончен, можно судить, насколько он удался. Поэтому, если, например, приспособление для синхронизации работало неисправно, — что всегда может случиться при не совсем простом механизме, — то лишь после окончания передачи изображения, т. е. по истечении многих минут, и во всяком случае после того, как вся процедура передачи закончена, можно установить, не произошло ли неудачи с частью или даже со всей картиной.

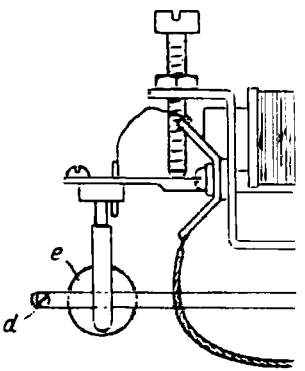


Рис. 27. Внешний вид (сбоку) пишущего штифта вместе с приспособлением для нагревания и дистанционным колесиком.

Следующий весьма значительный недостаток заключается в том, что при употреблении копировальной бумаги, для того чтобы избегнуть слияния отдельных штрихов, требуется сравнительно значительное расстояние между последними. Вследствие этого радиоизображения, получаемые по методу Дикмана, всегда сравнительно грубы. Рисунки 29 и 30 наглядно показывают это. По самой сути невозможно устранить этот недостаток без существенного видоизменения всего метода и самого прибора. Кроме того, следует отметить, что копировальная бумага сравнительно быстро портится, так что практически ею можно пользоваться один или два раза.

При этом методе радиопередачи изображений применяется следующий синхронизационный прибор (рис. 28).

Здесь так же, как и, например, в аппарате Корна, в основу положен принцип д'Арлэнкура, состоящий

в том, что приемочный вал заставляют вращаться несколько быстрее, чем передаточный, и первый из них останавливают после каждого оборота на некоторое время, пока, при помощи размыкающего механизма, запорного рычага и т. д., приемочный вал автоматически не освобождается снова. Это может совершаться при помощи особого сигнала, посылаемого из передатчика. В данном случае важное значение имеет правило, предложенное еще в 1904 г. Корном и состоящее в том,

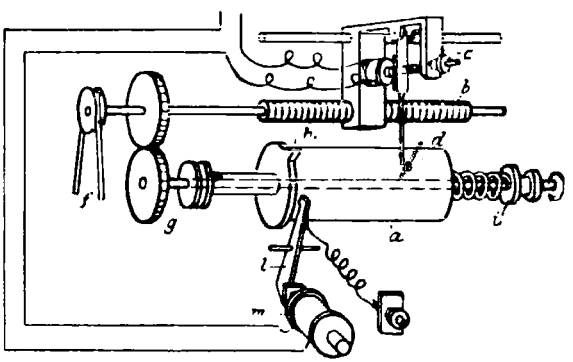


Рис. 28. Общая схема приемочного вала вместе с пишущим приспособлением и синхронизационным прибором.

чтобы вращение обоих валов, как передатчика, так и приемника, было бы, по возможности, равномерно. В то время как в корновском приборе для передачи изображений по проводам приемочный вал освобождается при помощи обратного электрического импульса (тока), в дикмановском приборе для радиопередачи изображений один и тот же электрический импульс используется не только для того, чтобы останавливать приемочный вал, но и для того, чтобы приводить в действие пишущее приспособление, после того как вал снова приходит в движение. Практически это означает, что не вся поверхность приемочного вала используется

для картины, но известная часть поверхности должна быть использована для синхронизационных целей, причем у Дикмана эта часть достигает 20% поверхности (см. черные линии внизу рисунков 29 и 30). Далее в дикмановском приборе для радиопередачи изображений запорный механизм, при помощи которого приемочный вал останавливается или освобождается, может действовать лишь в определенном положении вала, который в точности фиксируется собачкой.

На рисунке 28 представлена лишь приемочная часть аппарата. Передаточной части мы здесь близко не касались, так как она не представляет ничего особенного по сравнению с другими, изложенными выше способами. Передаточный вал устроен так же, как приемочный; на передаточном валу имеется такая же подвижная каретка, отмечающая рисунок, покрывающий собой передаточный вал, причем в зависимости от того, попадает ли штифт на места, изолирующие или проводящие, каретка включает или выключает ток. Возвращаясь к приемочному аппарату, мы видим следующее: стержень *b* (рис. 28) приводится во вращение каким-нибудь способом, например, при помощи часового механизма или маленького электромотора. При помощи фрикционной муфты *g* это вращение передается и приемочному цилиндру *a*. Жесткость соединения этой муфты может изменяться в известных пределах при помощи спиральной пружины *i*. К приемочному валу приделана собачка *h*, задерживаемая в некотором положении вала при помощи запорного рычага *l*, который прижимается к валу всякий раз, когда через электромагнит *m* проходит электрический ток. Когда этот ток прекращается, рычаг отодвигается от собачки, и приемочный вал вследствие этого получает возможность свободно вращаться. Необходимо следить за тем, чтобы электромагнит *m* этого запорного рычага был бы включен

с электромагнитом пишущего приспособления *d* последовательно.

Таким образом, при появлении сигналов изображения на приемочном валу, пишущий штифт *d* тотчас же

Рис. 29. Рисунок, полученный при помощи дикмановского радиопередатчика.

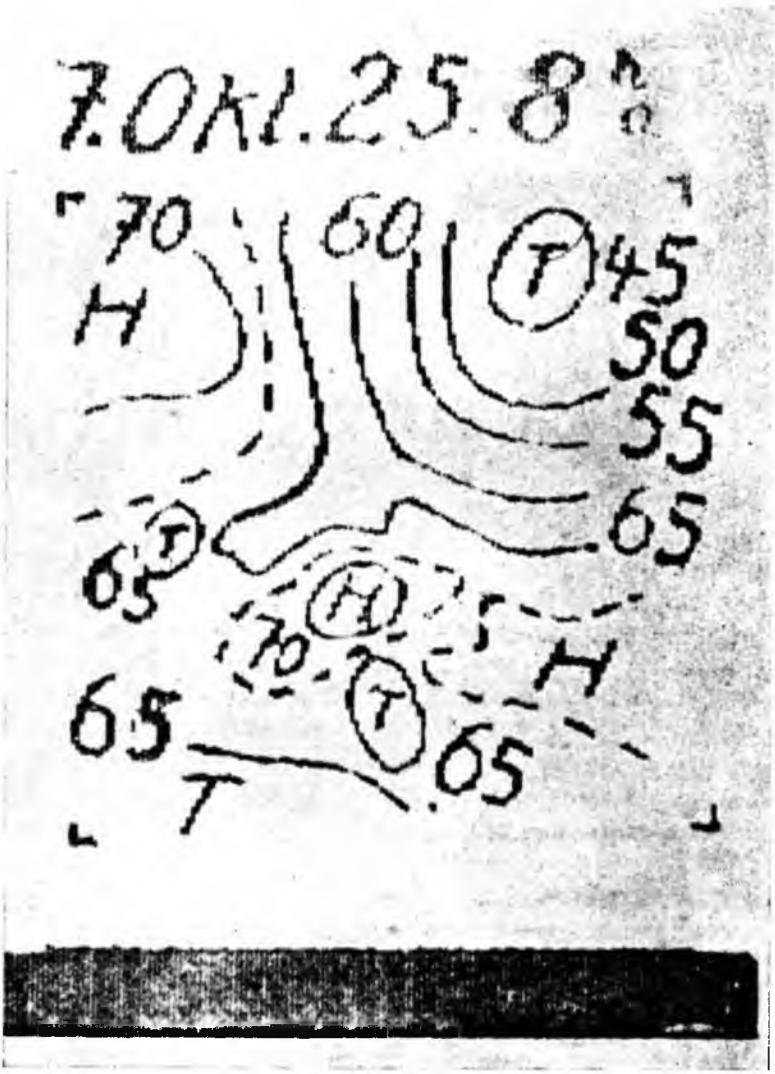


Рис. 30. Переданные при помощи радиоаппарата изобары метеорологического бюро „Deutsche Stunde in Bayern".

прижимается к бумажному цилиндру приемочного вала, причем одновременно прижимается к нему и запорный рычаг *l*. Последнее обстоятельство не препятствует вращению цилиндра до тех пор, пока собачка *h* не коснется запорного рычага *l*, после чего происходит синхронизационная пауза.

Через некоторое время от передатчика поступает синхронизационный импульс, который освобождает запорный рычаг приемочного вала, приходящего при этом снова в движение.

В результате получается изображение вроде 29-го, представляющего собой простой рисунок, или 30-го, представляющего изобары метеорологической карты. Эти рисунки показывают, что, как уже мы выше отмечали, только часть поверхности бумаги может быть использована собственно для изображения; процентов же двадцать, примерно, тратится на синхронизацию.

Оставляя в стороне только что перечисленные недостатки дикмановского прибора для передачи изображений по радио, надо все же отметить, что по крайней мере в Германии этот способ был первым, при помощи которого метеорологические карты передавались от „Deutsche Stunde in Bayern" значительному числу радиоабонентов.

РАДИОПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО СИСТЕМЕ БЕЛЭНА.

Эдуардом Белэном (E. Belin) был сконструирован[1] телеграф для передачи изображений первоначально в форме, рассчитанной на передачу по проводам; этот прибор работал по методу рельефов, и в нем особый интерес представляет оптическое усовершенствование приемника. В белэновском аппарате не применяются

[1] См. P. Bellak, Radio-Welt, Wien, № 27, 7 сентября 1924 г. и № 13, 27 марта 1926 г.

ни селен, ни фотоэлектрические элементы, ни что-нибудь в этом роде, но так же, как и в корновском приборе, гальванометр, снабженный зеркальцем (осциллограф). Равным образом и приспособление для синхронизации в белэновском приборе очень сходно с соответствующим корновским аппаратом.

Как мы уже отмечали, в белэновском приборе применяется метод рельефов (см. стр. 10). Таким обра-

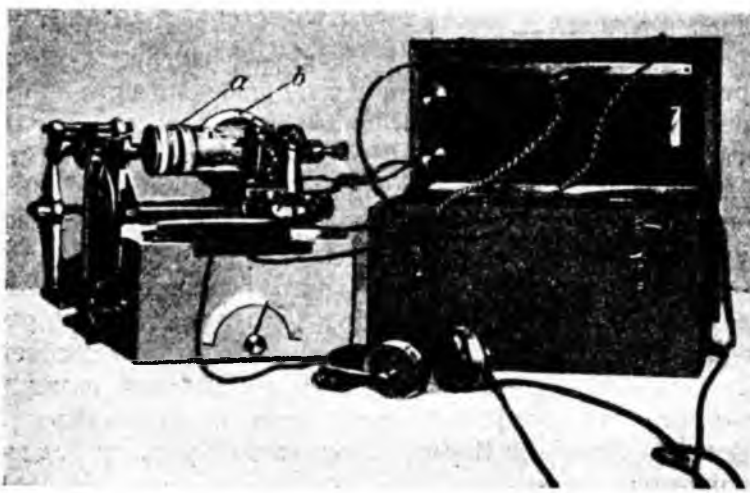


Рис. 31. Внешний вид переносного белэновского радиопередатчика изображений.

зом, необходимо превращать подлежащий передаче рисунок в рельефное изображение. Для этой цели рисунок печатается на особой бромосеребряной бумаге, причем слой желатины соответственно набухает, давая более или менее выпуклый рельеф.

Приготовленный таким образом рисунок укрепляется на передаточном валу *a*, как указано на рис. 31. В то время как для рисунков blanc et noir, имеющих только

два различия в яркости, можно производить разметку при помощи штифта, известным уже нам способом, — для тоновых картин необходимо производить разметку в соответственной дозировке. Особенные трудности представляет, конечно, передача полутонов, что, понятно, является совершенно необходимым для хорошего воспроизведения рисунка. Эта количественная разметка производится при помощи имеющего особое строение микрофона *b*, внешний край которого изображен на рис. 31. У этого микрофона имеется мембрана, на которой укреплен маленький штифт. Последний соответственно рельефу рисунка поднимается или опускается, приводя в движение угольный порошок микрофона, что вызывает соответствующие колебания тока. Таким образом, различия в оттенках картин превращаются в переменные токи и, при употреблении проводов, могут непосредственно быть использованы для приведения в действие приемника изображений.

Как показывает внешний вид переносного передатчика (см. рис. 31), конструкция прибора является сравнительно простой.

Применяется часовой механизм с регулятором скорости, который, с одной стороны, вращает передаточный вал, а с другой — приводит в движение микрофон размечающим штифтом. В ящике, находящемся рядом с передатчиком, помещен источник тока вместе с некоторыми измерительными приборами, служащими для контроля работы передатчика. Кроме того, последний снабжен таким приспособлением, которое, после каждого полного оборота передаточного вала, посылает электрический импульс, необходимый для синхронизации (см. прибор К о р н а).

Рисунок 32 дает более крупное изображение белэновского передатчика в том виде, в каком он употребляется в Париже для радиопередачи изображений.

На этом рисунке видны главнейшие детали прибора, в особенности передаточный вал с натянутым рельефным рисунком, микрофон и приводной механизм.

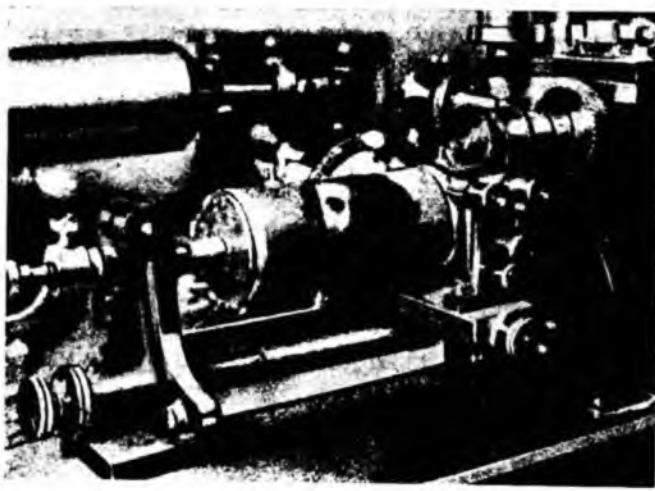


Рис. 32. Внешний вид белэновского передатчика изображений с рельефной фотографией, натянутой на передаточный вал. Аппарат служил для радиопередачи изображений между Веной и Парижем.

Для простоты представим себе сперва, что приемник соединен с передатчиком при помощи провода. В таком

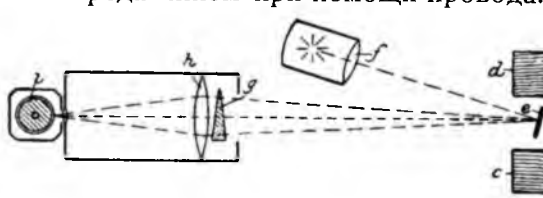


Рис. 33. Схема расположения частей приемника в белэновском приборе.

случае приемник может быть представлен в виде очень простой схемы, изображенной на рис. 33.

Под влиянием электрического тока зеркальце *e* гальванометра *c* испытывает некоторое отклонение. Соответственно этому отклоняется также отраженный световой луч, падающий на зеркальце из светящегося источника *f*. Этот луч проходит через тонкую призму из дымчатого стекла *g*, затем через укрепленную за ней линзу *h* и, наконец, собирается на приемочном валу *i*. На этом валу натянута светочувствительная бумага.

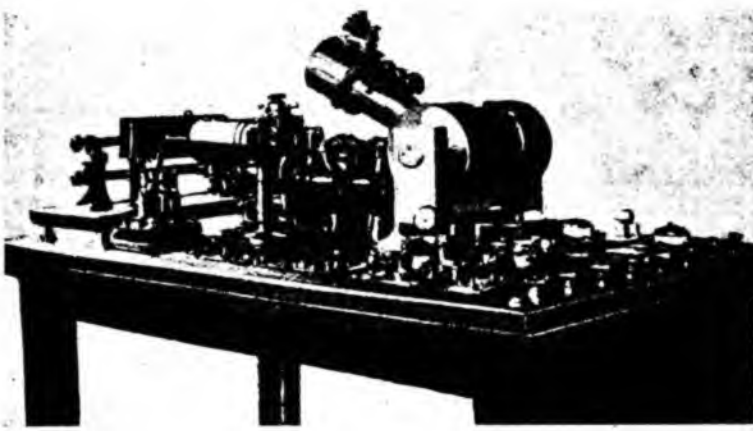


Рис. 34. Внешний вид приемника белэновского прибора для телеграфирования изображений.

Вал движется спирально и синхронно с передатчиком, и на нем, соответственно принимаемым импульсам, точка за точкой, воспроизводится рисунок. Вращение вала производится при помощи часового механизма или электромотора.

Приспособление для синхронизации, которое имеется в приемнике, в случае передачи по проводам в точности совпадает с соответствующим приспособлением в системе Корна (см. выше).

Приемочный вал вращается при этом лишь чуть-чуть быстрее передаточного, так что время остановки первого вала составляет лишь небольшую долю секунды.

Приемочный аппарат, сконструированный по этой схеме, изображен на рис. 34. При помощи такого приемочного аппарата оказалось возможным передавать по проводу фотографию размером 9×12 *см* в пять минут, причем получались прекрасные результаты.

Рис. 35. Портрет, переданный в середине марта 1926 г. из Вены в Париж по беспроволочному телеграфу, по системе Белэна.

Применение белэновского аппарата для беспроволочного телеграфирования требует для синхронизации некоторых добавочных приспособлений. В этом случае как в передатчике, так и в приемнике возбуждаются вспомогательные колебания, частота которых слегка отличается от частоты тех колебаний, которыми пользуются для радиопередачи. При этом возникают биения, [1] которые обнаруживаются в виде воспринимаемых ухом тонов в телефоне или в громкоговорителе приемника. Как передаточный вал, так и приемочный вал произво-

[1] Аналогичные звуковым биениям, которые получаются при одновременном звучании двух слегка различных тонов. Число биений, т. е. усилений и ослаблений звука, в 1 секунду равно разности чисел колебаний обоих тонов.

дят таким образом при каждом обороте звуковой тон определенной высоты. Эти тоны в точности совпадают друг с другом также и в отношении своей продолжительности. Таким путем достигается полная синхронизация в движении приемочного и передаточного вала. Удобство этой системы доказано многочисленными опытами передачи изображений из Парижа в Вену и обратно.

На рисунке 35 изображен портрет, посланный Венской широковещательной радиостанцией и принятый в Мальмезоне около Парижа в марте 1926 г. Этот портрет особенно замечателен по своей чрезвычайно удачной, полной контрастов передаче, без портящей впечатление растеровки.

РАДИОПРИЕМНИК ИЗОБРАЖЕНИЙ СИСТЕМЫ НЕСПЕРА.

В основу конструкции этого радиоприемника [1] положены следующие принципы.

Устройство и способы обращения с приемником должны быть, по возможности, простыми, чтобы им мог пользоваться не только опытный радиолюбитель, но чтобы каждый малоопытный радиоабонент сумел быстро и без труда принимать изображения, которые станция дает при разного рода докладах и т. п.

Следующий важный принцип заключался в том, чтобы не только цена самого прибора, но также и издержки, связанные с пользованием аппаратом и всеми принадлежностями, были бы по возможности низки.

Далее, в своей конструкции я стремился к тому, чтобы каждый имеющий обыкновенный радиоприемник с громкоговорителем мог без особых затруднений приключать к нему радиоприемник изображений.

[1] При конструкции этого приемника мне особую помощь оказал О. О. Schöpflin, которому я, пользуясь настоящим случаем, выражаю свою благодарность.

В настоящей конструкции обращено все внимание на то, чтобы — подобно наиболее совершенным пишущим машинам — принятое изображение сейчас же появлялось перед глазами принимающего.

Далее, этот радиоприемник изображений сконструирован таким образом, что при его помощи могут быть получены как простые штриховые рисунки, так и сложные тоновые картины, а также фотографии и т. д. Таким образом, приемник, о котором идет речь, не представ-

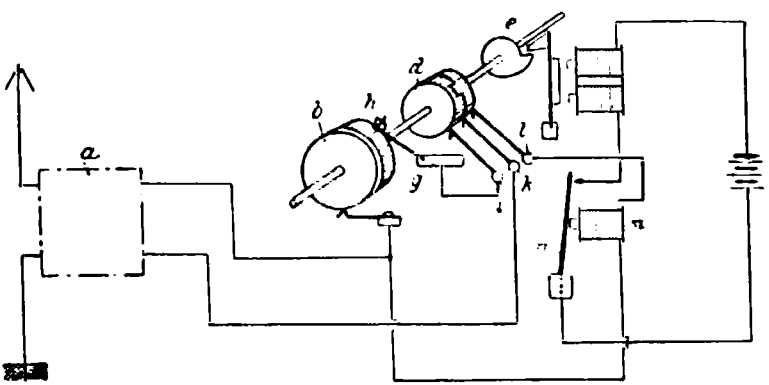


Рис. 36. Схематическое расположение радиоприемника изображений.

ляет собой простого и примитивного детектора, но дает возможность получать прекрасные результаты, имеющие даже художественную ценность.

Построенный на основе изложенных принципов радиоприемник изображений представлен схематически на рис. 36, а внешний вид его приведен на рисунках 37 — 39.

На рис. 36 буквой *a* обозначен усилитель приемника, на клеммах которого получаются выпрямленные электрические импульсы. Минимальная сила тока, потребная для приведения в действие радиоприемника, составляет приблизительно 3 миллиампера.

Приемочный вал приводится в движение при помощи часового механизма или электромотора, не обозначенного на этом рисунке, при посредстве фрикционной муфты *c* (рис. 37).

Далее, на оси приемочного вала помещены коммутаторная шайба для синхронизационного приспособления *d* (рис. 36) и запорный рычаг для того же приспособления — *e*.

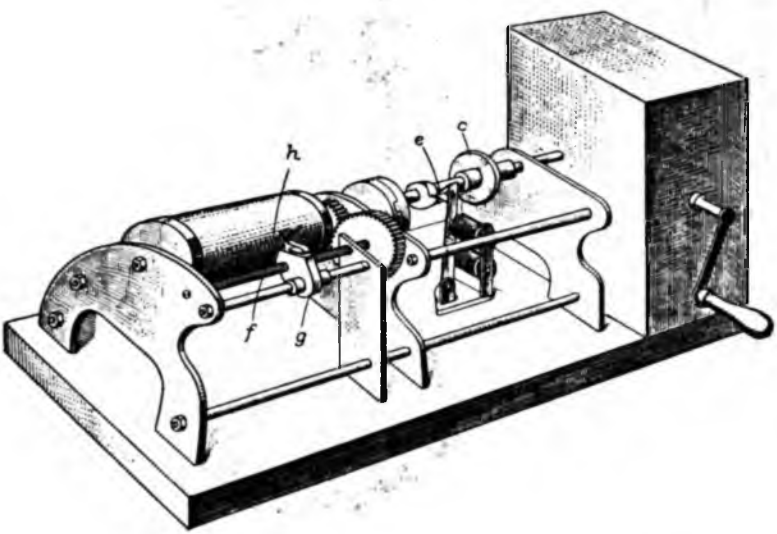


Рис. 37. Расположение частей радиоприемника изображений.

При вращении приемочного вала приводится во вращение также стержень *f*, на котором передвигается каретка *g* с соответствующей нарезкой; каретка уже известным нам способом приводит в действие пишущий штифт. Последний чертит на приемочном валу спиральную линию весьма малого хода (расстояние между соседними оборотами составляет 0,25 *мм*). Вал обернут влажной бумагой, подвергнутой особой химической обработке; поэтому, когда электрические импульсы при-

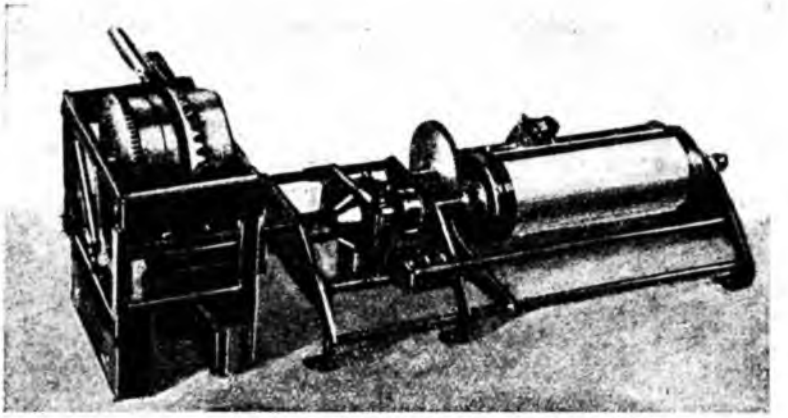


Рис. 38. Внешний вид радиоприемника изображений системы Неспера. Вид спереди.

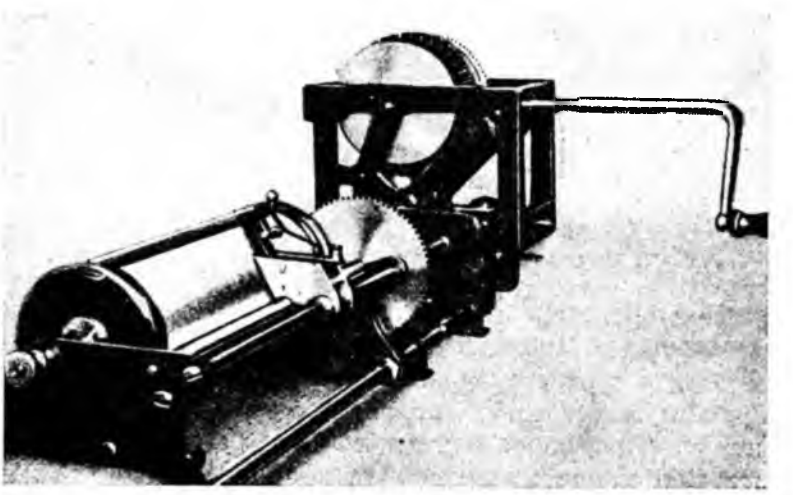


Рис. 39. Вид приемочного вала с кареткой и пишущим прибором.

водят в действие пишущий штифт, иными словами, когда от штифта к бумажному цилиндру проходит электрический ток,—на оболочке цилиндра непосредственно получается цветное изображение.

Приведение аппарата в действие производится следующим образом. Незадолго до приемки изображений пускается часовой механизм или приводной мотор. При этом собачка *e* вначале задерживает приемочный вал *b*, так что последний остается неподвижным. Когда от передатчика поступает первый синхронизационный импульс, проходящий через стержни *k* и *l*, коммутаторную шайбу *d* и релэ *m* (рис. 36), якорь *n* притягивается, и цепь тока от синхронизационного магнита замыкается.

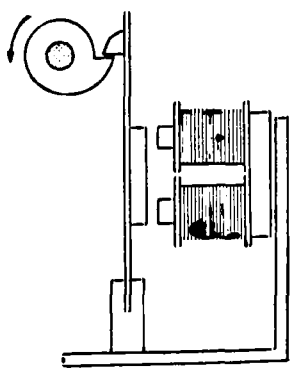


Рис. 40. Синхронизационное приспособление для радиоприемника изображений. Запорный механизм.

Вследствие этого собачка *e* освобождается, и вал начинает вращаться; вместе с тем коммутатор *d* включает через стержни *i* и *k* приемочные импульсы в вал, причем записывается первая строчка изображения. После первого оборота приемочный вал снова останавливается при помощи собачки, пока от передатчика не поступит следующий синхронизационный импульс. Затем этот процесс повторяется снова, причем записывается одна строчка изображения за другой.

Отсюда ясно, что приемочный вал должен вращаться несколько быстрее, чем передаточный, так чтобы после записи каждой строки оставалось время для синхронизационного импульса. Запорный механизм *e* в собранном виде изображен на рис. 37; схематически работа его указана на рис. 40. Общий вид всего приемочного аппа-

рата дает рис. 38. Часть вала вместе с рычагом, кареткой и пишущим штифтом видна на рис. 39. Два переданных изображения, размером 15×20 *см* каждое, потребовавших для принятия, примерно, по 10 минут, приведены на рисунках 41*a* и 41*b*.

Рис. 41*a* и *b*. Изображения, переданные при помощи радиоприемника Неспера.

Из этих рисунков видно, что для синхронизации требуется сравнительно небольшое время и относительно небольшая часть поверхности передаваемого изображения, составляющая примерно только 5% всей картины.

В. ТЕЛЕКИНО.

Идея получения при помощи телеграфирования изображений кинематографических снимков на расстоянии нашла практическое осуществление в опыте, демонстрированном проф. Корном на заседании физической секции 85-го съезда немецких естествоиспытателей и вра-

чей в Вене 23 сентября 1923 г. Отрезок полученной при этом киноматографической ленты изображен на рис. 42.

В то время затруднение заключалось, естественно, в скорости передачи, которая для фотографий размером 13×18 *см* составляла примерно четверть часа. Увеличение скорости передачи, с своей стороны, затруднялось емкостью проводов. Чтобы передать серию из 30 картин, требовалось потратить, примерно, час времени, причем поступали таким образом, что четыре следующие одна за другой картины наносились на одно клише, которое передавалось, примерно, в 12 минут. Переданные картины размещались затем последовательно на одной ленте. Таким образом, уже тогда явилось возможным происшедшее, например, вечером в Париже событие воспроизвести на следующее утро в кинематографической форме в Берлине; при этом можно было передавать уже весьма богатые деталями картины.

Рис. 42. Полученный на приемнике в 1913 г. по системе А. Корна отрезок кинематографической пленки.

АППАРАТ ДЖЕНКИНСА (C. F. JENKINS) ДЛЯ ТЕЛЕКИНЕМАТОГРАФА.

Дженкинсом был придуман способ передачи изображе-

ний, при котором отсутствовало большинство описанных до настоящего времени составных частей, как-то: цилиндр, штифт, механическая аппаратура для синхронизации; все эти части были заменены Дженкинсом чисто оптическими приспособлениями.

Рис. 43. Система дисков; по Дженкинсу.

Для этой цели Дженкинсом была сконструирована [1] подвижная система призм, позволявшая размечать картину в столь короткий срок, какой нужен для кинематографирования, а именно всего лишь в $^1/_{20}$ секунды.

Расположение призм может быть самым различным. В частности можно воспользоваться своеобразно, наподобие призм отшлифованными дисками, изображенными на рис. 43. Диски должны быть изготовлены из лучшего сорта специального стекла. Им придается следующая форма: одна половина диска до середины несколько изогнута вверх, а другая половина, напротив, скошена вниз; таким образом, в том месте, где оба края сходятся, получается как бы уравнительная ступень, как это видно из рисунков 43 и 44 (спереди). Призмы, впрочем,

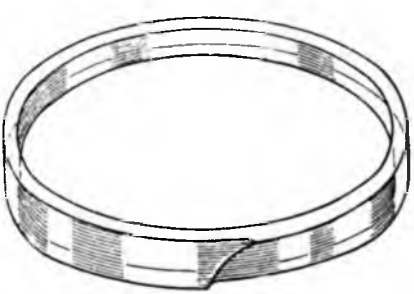


Рис. 44. Система кольчатых призм; по Дженкинсу.

[1] Jenkins, Wireless World, № 18, т. XVIII, 5 мая 1926 г.

могут быть изготовлены и в виде колец, как показывает рис. 44. Кроме того, возможно также употреблять отдельные маленькие призмы, связанные с линзами (для концентрации световых лучей) и приклеенные на одном диске замазкой, как показано на рис. 45.

Возможны еще другие схемы, показывающие, что предложенный Дженкинсом принцип допускает чрезвычайно широкое развитие.

При дальнейших описаниях мы будем иметь в виду лишь призмы в форме дисков, указанные на рис. 43.

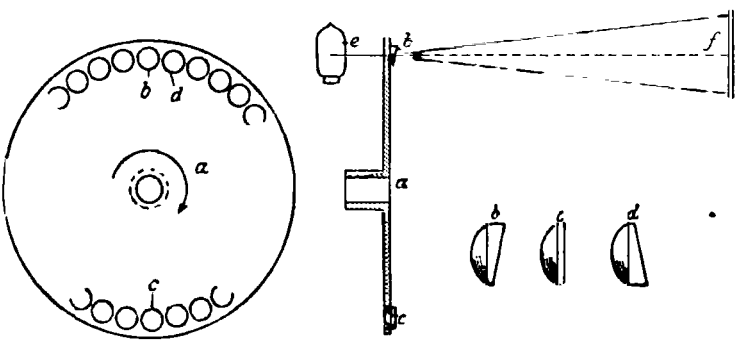


Рис. 45. Наклеенная на диск с отверстием комбинация из призмовых линз; по Дженкинсу.

При использовании этих дискообразных призм передаточный аппарат имеет вид, изображенный на рис. 46. Слева мы видим проекционный прибор. Последний состоит из сильного источника света, которым просвечивается изображение, снятое в виде диапозитива. Вместо диапозитива можно брать и обыкновенный рисунок, в достаточной мере освещенный рассеянным светом. Световые лучи от просвечивающего диапозитива, после прохождения через собирательную линзу, помещенную на соответствующем расстоянии, направляются через среднее отверстие *a* в системе, состоящей из четырех дискообразных призм *c*, *d*, *e*, *f*. Верхний диск *c*, вра-

щающийся с очень большой скоростью, отклоняет световой луч по вертикальной линии, причем по мере вращения диска это отклонение постепенно возрастает от нуля до некоторой предельной величины (при каждом обороте), затем отклоненный луч проходит через следующий диск *d*, вращающийся сравнительно медленно и сообщающий ему постепенно возрастающее отклонение в горизонтальном направлении. Совокупное дей-

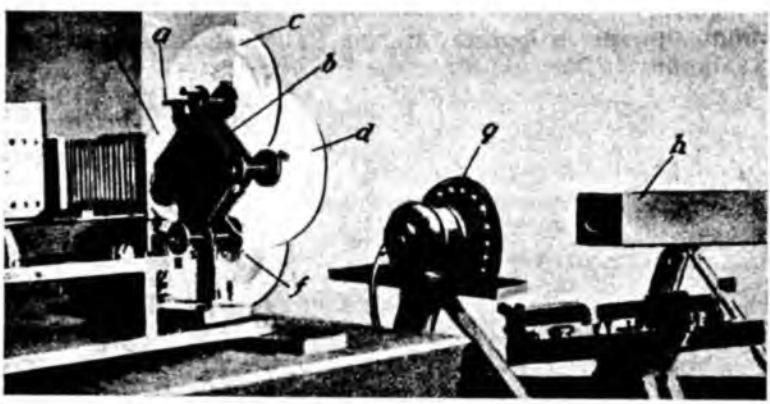


Рис. 46. Расположение частей радиоприемника изображений системы Дженкинса.

ствие обоих дисков приводит к тому, что картина как бы разлагается на вертикальные и горизонтальные линии, причем, благодаря большой скорости вращения, это происходит в очень короткий промежуток времени ($^1/_{20}$ секунды).

Следующие два призменных диска, которые также видны на рисунке 46 и которые обозначены буквами *e* и *f*, имеют исключительно корректирующие функции. Они служат только для того, чтобы устранять астигматизм, еще остающийся в первых двух, так называемых рабочих дисках.

Полученный таким образом световой луч либо проходит через одно из отверстий диска *g*, либо задерживается им. Этот диск приводится в движение синхрон-

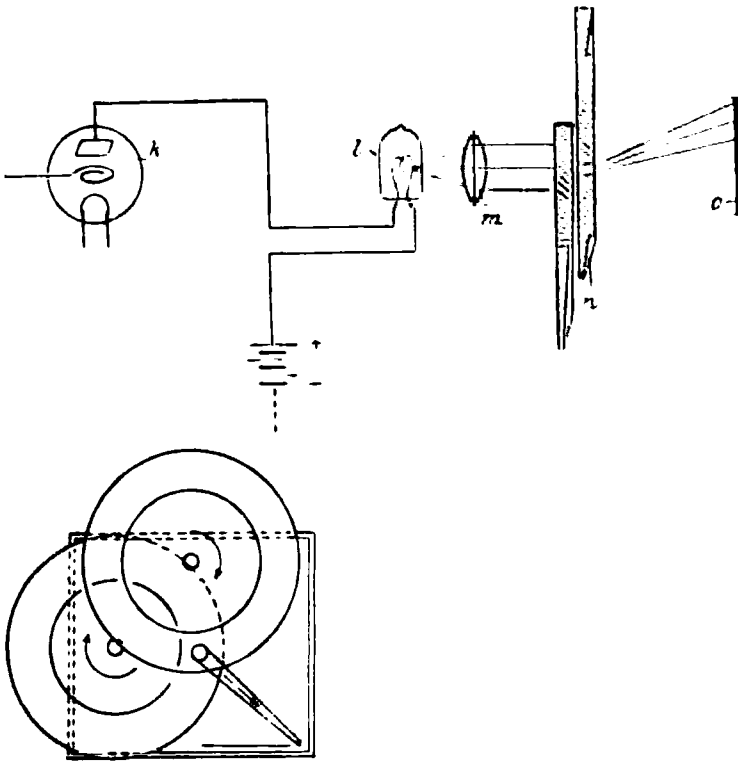


Рис. 47. Схема расположения частей радиоприемника Дженкинса (позади последней приемочной усилительной лампы), а также схематическое изображение приемника.

ным мотором и устанавливается на определенном расстоянии от призменного аппарата.

Прошедший через отверстие световой луч попадает в четырехгранную трубку *h*, у дальнего конца которой находится фотоэлектрический элемент. Последний в слу-

чае передачи по проводам регулирует силу тока на линии, либо, при радиотелеграфной передаче, — релэ отправителя.

Частью при помощи трубки, частью посредством вставленной в нее диафрагмы, фотоэлектрический элемент защищен от посторонних световых влияний.

Для получения синхронизации служит вибрирующий камертон, непрерывно производящий во время передачи коррекционные тоны, воздействующие на син-

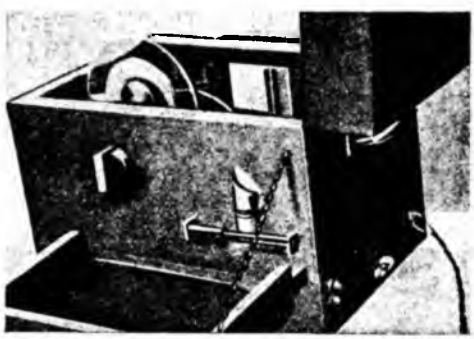


Рис. 48. Внешний вид радиоприемника изображений системы Дженкинса.

хронные моторы передаточной и приемной станции. Это достигается таким образом, что электрические импульсы, соответствующие числу звуковых колебаний камертона, определяют быстроту вращения синхронных моторов.

Электрические импульсы, даваемые фотоэлектрическим элементом и надлежащим образом усиленные, от отправителя передаются на приемник. Здесь происходит в главнейших чертах тот же самый процесс, как и в отправителе, только в обратном порядке.

Импульсы принимаются приемником и известным нам способом усиливаются, так что в цепи анодного

тока последней лампы сила тока достигает минимум 30 миллиамперов. При этом для приемочного включения получается схема, указанная в общих чертах на рис. 47. В анодную цепь последней усилительной лампы *k* включен источник света специального типа, а именно электрическая лампочка с сравнительно короткой калильной нитью, находящейся в атмосфере водорода.

Подобная лампочка может (в виду малой самоиндукции) чрезвычайно быстро изменять интенсивность даваемого света.

Эти световые лучи, интенсивность которых меняется под влиянием приемных колебаний, проходят через линзу *m* и систему дискообразных призм *n*.

Рис. 49. Кинопортрет, переданный на расстояние по способу Дженкинса, без продольной и поперечной растеровки.

При этом они отклоняются последовательно к разным участкам приемной пластинки, совпадающим с соответствующими участками передаваемого оригинала. Путь, по которому движется световой луч, указан для некоторого положения дискообразных призм на рис. 47 внизу.

Общий вид приемочного аппарата приведен на рис. 48, на котором видны все важнейшие его части.

На первый взгляд может показаться, что с этим прибором не легко найти правильное положение начала

картины. Для этой цели употребляется неоновая лампа, которая при помощи поступающих сигналов поддерживается в состоянии непрерывного мерцания; свет от нее проходит через приделанный к оси мотора диск с отверстиями. Когда приемник и отправитель работают синхронно, то свет горит по виду спокойно, что дает возможность установить начальную точку изображений. В противном случае надо первоначально добиться синхронизации.

Портрет, переданный по этому способу Дженкинсом, помещен на рис. 49. К сожалению, нельзя было установить, какое время и какая энергия потребовались для передачи этого портрета, а также на какое расстояние он был передан.

Этот портрет, не будучи искажен растерными линиями, дает полное впечатление картины. Если только удастся достаточно увеличить число снимков в секунду, то способ Дженкинса должен дать возможность практически осуществить телекинематограф.

ТЕЛЕКИНЕМАТОГРАФ СИСТЕМЫ Ж. Л. БЭЙРДА (J. L. BAIRD).

В 1924 г. английским исследователем Бэйрдом была предложена система, которая не только дает возможность передавать на расстояние кинокартины, но, быть может, при надлежащем усовершенствовании, даст возможность осуществить и телевидение. [1]

Предложенная Бэйрдом система отправителя, представленная на рисунках 50 (схематически) и 51, чрезвычайно проста. Лучами от источника *a* просвечивается данный объект *b*, изображение которого желают передать. На пути луча обычным образом помещается система собирательных линз. Позади нее установлены два вра-

[1] См. также: Baird J. L. „Wirelless World", № 247, т. XIV, 7 мая 1924 г.

щающихся диска *d* и *e*; первый диск *d* снабжен четырьмя группами отверстий, по пяти в каждой, причем

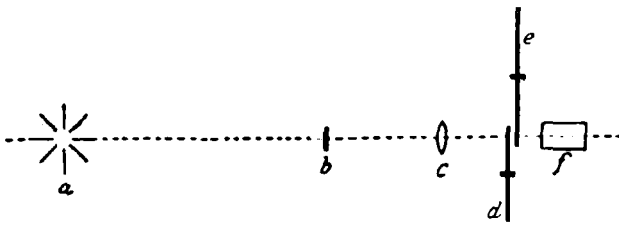


Рис. 50. Схема расположения частей кинопередатчика Бэйрда.

центры этих отверстий расположены вдоль некоторых кривых линий. Таким образом, при одном повороте диска получается четыре раза впечатление от одной и той же картины. Этот диск дает 600 оборотов в минуту.

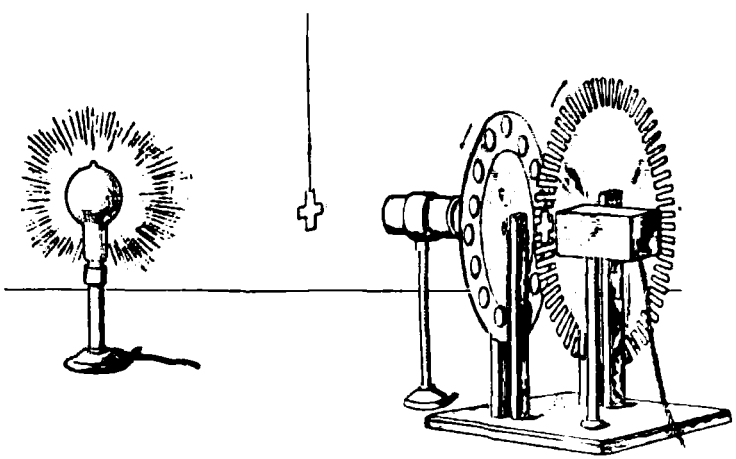


Рис. 51. Внешний вид киноотправителя Бэйрда.

Позади него монтирован второй диск *e*, вращающийся со скоростью 2 000 оборотов в минуту. Края

этого диска фальцированы, как показано на рис. 52. Диски вращаются в противоположные стороны. При этом позади второго диска *e* появляется оптическое изображение объекта, находящегося на пути прохождения лучей, — по крайней мере в том случае, когда контуры этого изображения просты. Такое изображение можно наблюдать непосредственно.

Рис. 52. Внешний вид бэйрдовского киноприемника.

Рис. 53. Портрет, переданный при помощи аппарата Б э й р д а.

Для телекино или телевидения это изображение отбрасывается на фотоэлектрический элемент, передающий его на приемную станцию обычным способом.

Относительно устройства приемников, к сожалению, в настоящее время еще не имеется точных данных. По указаниям Б э й р д а, наиболее существенная часть этого приемника, как видно на рис. 52, состоит из вращающегося с большой скоростью диска, на периферии ко-

торого укреплено некоторое количество неоновых трубок, расположенных таким же образом, как и отверстия на передаточном диске *d*. Этот диск однополюсно соединен при помощи проводов с коммутатором. Как только в коммутаторе возникают электрические импульсы, неоновые трубки начинают соответственно светиться. Таким образом, при пуске в ход прибора видны светящиеся части кругов, состоящие из более светлых и более темных участков, соответственно наблюдаемой на передатчике картине. При таком устройстве прибора возможно получить на приемнике изображение, примерно, такого рода, какое представлено на рис. 53. На этом изображении можно различить более светлые и более темные части, имеющие форму кружков, сливающихся в отдельные полосы.

АППАРАТ КАРОЛУС-ТЕЛЕФУНКЕН ДЛЯ БЫСТРОГО ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ И ТЕЛЕКИНЕМАТОГРАФА.

Для передатчика быстрого телеграфирования по системе Телефункен употребляется фотоэлемент особой конструкции по О. Шретеру (O. Schröter); для приемников же применяется специальный керровский конденсатор, усовершенствованный Каролусом.

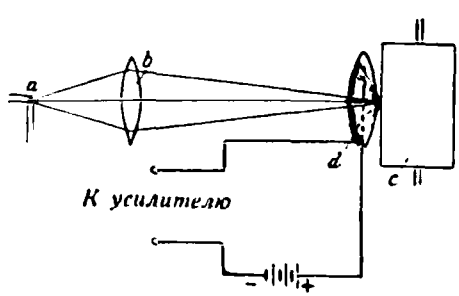


Рис. 54. Отправитель изображений с шретеровским (Schroter) элементом.

Схема конструкции передатчика представлена на рисунке 54.

Дуговая лампа *a* при помощи собирательной линзы *b* дает весьма яркий световой луч, который размечает картину, навернутую на отправительном валу *c*.

Последний приводится в быстрое вращение при помощи электромотора и вместе с тем медленно перемещается вдоль своей оси при помощи особого привода так, что световой луч вычерчивает на валу спираль с очень малым ходом. Смотря по тому, какие места картины — светлые или темные — освещаются лучом, большее или меньшее количество рассеянного (отраженного) света падает на фотоэлемент *d*, имеющий форму вогнутого зеркальца. Этот фотоэлемент состоит из стеклянного сосуда, задняя сторона которого, как только что упоминалось, имеет форму вогнутого зеркальца и покрыта калиевой амальгамой, предварительно обработанной водородом. В центре слоя амальгамы оставлено отверстие, через которое проходит световой луч. Непосредственно перед осадком калиевой амальгамы, — как это видно из схемы, — помещен сетчатый анод, состоящий из двух колец, соединенных радиально направленными проволочками. Благодаря строгой пропорциональности между силой фотоэлектрического тока и освещением (т. е. интенсивностью рассеянного света), а также полному отсутствию инерции, представляется возможным различные степени освещения непосредственно превращать в электрические импульсы соответствующей силы. Устройство фотоэлемента видно на рис. 55.

Рис. 55. Шретеровский элемент.

Преимущество этого передаточного аппарата состоит в том, что подлежащая передаче картина не нуждается в предварительном фотографировании или химической обработке; напротив, любое изображение, не превышающее по своим размерам передаточного вала, может быть натянуто на него и размечено при помощи светового луча.

Вытекающее отсюда расположение частей радиопередатчика схематически изображено на рис. 56 слева. Получаемые вышеописанным способом электрические колебания передаются на усилитель *e* и далее на модулятор *f* генераторной лампы. Этим модулятором

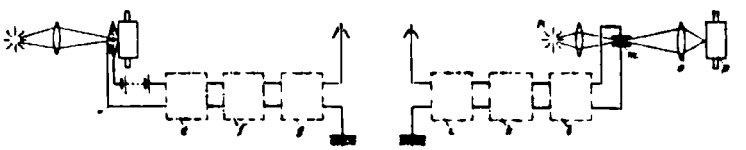


Рис. 56. Схема отправителей и приемников для передачи изображений по системе Каролус-Телефункен.

регулируется собственно отправитель *g*, с антенны которого посылаются электрические волны; амплитуда последних меняется соответственно интенсивности фотоэлектрического тока.

Передатчик изображений по системе Telefunken показан на рис. 57 и 58, причем на рис. 54 и 57 соответствующие части обозначены теми же самыми буквами.

Буквой *a* обозначен источник света, состоящий из дуговой лампы, заключенной в светонепроницаемую оболочку с системой собирательных линз *b*. Буквой *d* обозначен отчасти видимый фотоэлемент; буквой *c* — вал для передачи изображений, приводимый в движение приводом *h*, с приспособлением для синхронизации.

Приемка сигналов совершается при помощи керровского конденсатора, усовершенствованного Каролу-

сом. Этот конденсатор (см. рис. 59) состоит из двух маленьких металлических пластинок, погруженных в нитробензол. При помощи специального регулятора пред-

Рис. 57. Устройство передатчика изображений по системе Каролус-Телефункен.

ставляется возможным изменять расстояние между обкладками конденсатора.

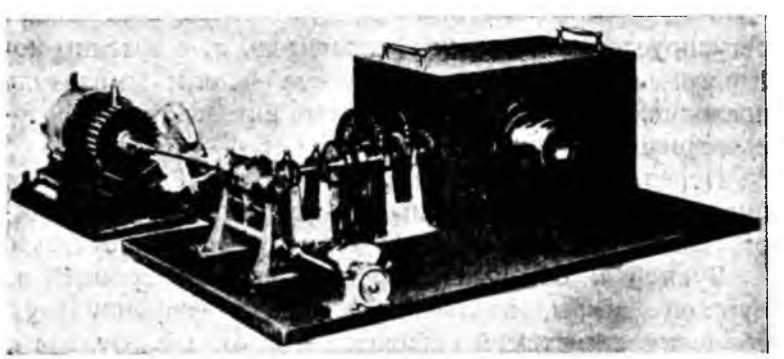


Рис. 58. Внешний вид передатчика изображений по системе Каролус-Телефункен.

Эта система практически работает также почти без всякой инерции. Она имеет тот недостаток, что для полу-

чения желательного эффекта (двойного лучепреломления) требуются сравнительно высокие электрические напряжения. Для того, чтобы устранить как это, так и другие оптические затруднения, Каролус устанавливает между обкладками постоянное напряжение около 700 вольт, на которое налагается достаточно усиленное напряжение переменного тока, приходящее от приемника. Это переменное напряжение изменяется, примерно, в пределах от 200 до 400 вольт.

К конденсатору Каролуса непосредственно присоединены как поляризатор, так и анализатор. В качестве источника света употребляется 50-свечная лампа, которая при расстоянии обкладок конденсатора, примерно, на 0,2 *мм* дает, в случае скре-

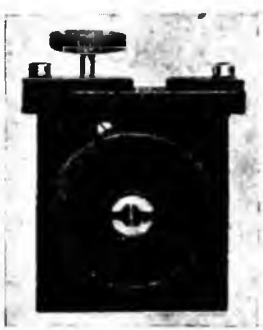


Рис. 59. Конденсатор Каролуса с регулятором.

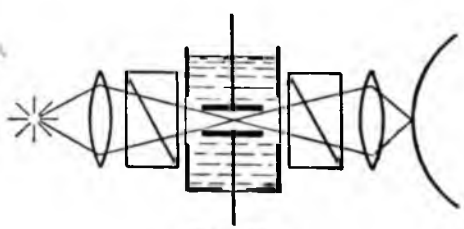


Рис. 60.

щенных николей, полную темноту, тогда как максимальная яркость получается при указанном выше напряжении в 200 — 400 вольт.

В остальном приемка протекает согласно схеме, указанной на рис. 56 направо. Колебания, улавливаемые приемочной антенной, передаются усилителю высокой частоты *i*, выпрямляются при помощи детектора *k* и дальше снова усиливаются усилителем низкой частоты *e*. Затем следует воспроизведение изображения в приемочном аппарате. Для этой цели усиленные колебания пере-

даются на обкладки конденсатора, который при этом пропускает от источника (рис. 61) поляризованные световые лучи; при помощи оптических приспособлений *m* этот луч попадает на вал для приемки изображений *p*, где световой эффект соответственным образом запечатлевается.

Приемочный вал вращается точно таким же образом, как и передаточный; высота хода спирали равна 0,5 *мм*, так что передача картины может быть очень тонкой.

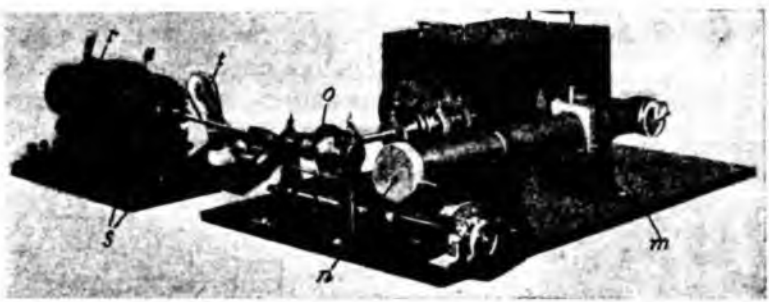


Рис. 61. Устройство приемника изображений системы Каролус-Телефункен.

Устройство приемника, соответствующее вышеизложенному процессу, изображено на рис. 61. Буквой *m* обозначен конденсатор Каролуса с оптической аппаратурой и призмами, буквой *n* — источник света; в ящике заключен приемочный вал, приводимый в движение при помощи приводного механизма *o* и электромотора *r*. На приемочном валу натянута, при помощи пружины, светочувствительная бумага.

Для синхронной работы передатчика и приемника Телефункен применяет лакуровское колесо (см. стр. 46), состоящее из снабженных зубчиками листов железа, помещенных на оси приводного мотора и вращающихся над одним из полюсов электромагнита *s*.

Частота колебаний (число оборотов) задается при помощи маленьких ламповых отправителей, которые у передатчика и у приемника настроены на тождественную частоту. Производимый каждым из них пере-

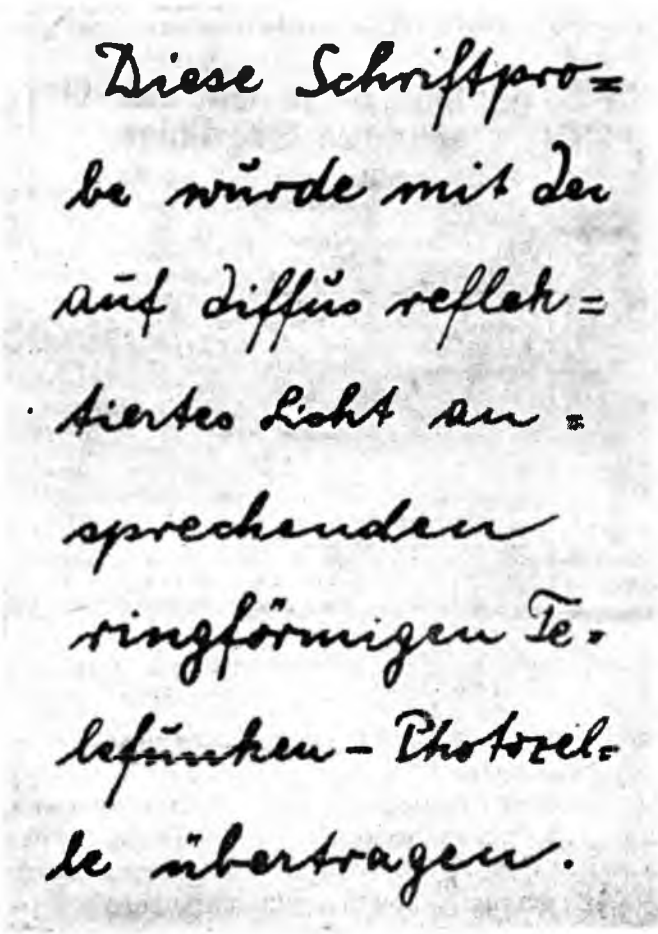
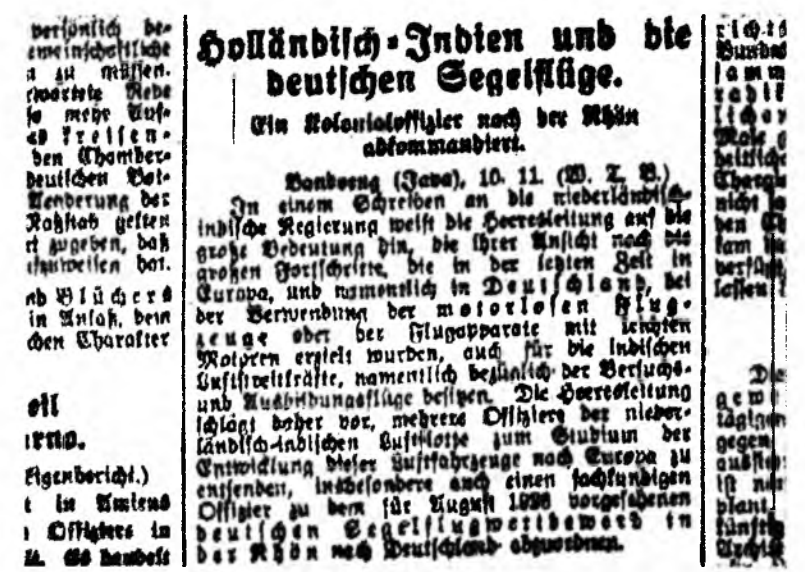


Рис. 62. Передача рукописного текста по системе Каролус-Телефункен с рассеянным светом.

менный ток действует на электромагниты лакуровского колеса, а также на зубчатый якорь. Таким образом приводному мотору дается в точности постоянное число оборотов.

Включение и выключение валов, движущихся во время всего периода передачи и приемки, производится


Holländisch-Indien und die deutschen Segelflüge.

Ein Kolonialoffizier nach der Rhön abkommandiert.

Bandoeng (Java), 10. 11. (W. T. B.)

In einem Schreiben an die niederländisch-indische Regierung weist die Heeresleitung auf die große Bedeutung hin, die ihrer Ansicht nach die großen Fortschritte, die in der letzten Zeit in Europa, und namentlich in Deutschland, bei der Verwendung der motorlosen Flugzeuge oder der Flugapparate mit leichten Motoren erzielt wurden, auch für die indischen Luftstreitkräfte, namentlich bezüglich der Versuche und Ausbildungsflüge besitzen. Die Heeresleitung schlägt daher vor, mehrere Offiziere der niederländisch-indischen Luftflotte zum Studium der Entwicklung dieser Luftfahrzeuge nach Europa zu entsenden, insbesondere auch einen fachkundigen Offizier zu dem für August 1926 vorgesehenen deutschen Segelflugwettbewerb in der Rhön nach Deutschland abzuordnen.

Рис. 63. Передача вырезки из газеты по системе Каролус-Телефункен с рассеянным светом.

при помощи фрикционной муфты, которая также видна на рисунке.

Налаживается синхронизация в начале приемки следующим стробоскопическим методом. Позади зубчатого венца лакуровского колеса устанавливается пустотная (разрядная) лампа *t*. При помощи лампового генератора другой станции (с которой находятся в соединении) модулируется волна передатчика изображений. Вслед-

ствие этого пустотная лампа освещается в такт с этим ламповым генератором. При синхронизации получается такое оптическое впечатление, как будто бы зубчатый венец стоит неподвижно, в то время как при отсутствии ее картина перемещается.

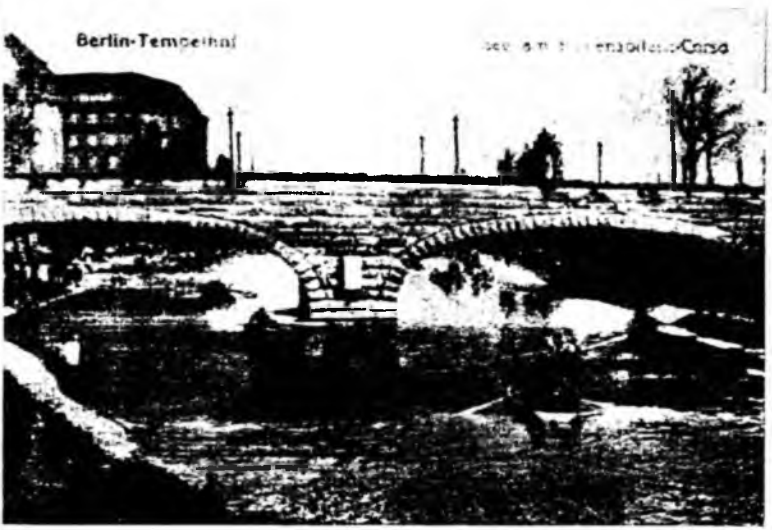


Рис. 64. Открытка с видом, переданная по беспроволочному телеграфу.

Далее еще весьма важно произвести установку на одинаковость фаз между приемником и отправителем. Это делается следующим образом.

После того как достигнуто синхронное вращение обоих валов, заставляют передатчик изображений при каждом обороте вала излучать сильный ряд волн, как только имеющаяся на валу отметка достигнет определенного, напр., самого, верхнего положения. Тогда лампа загорается ритмично с оборотами вала приемника. После этого, при помощи дифференциального привода, дают

приемочному валу настолько уйти вперед, пока принятая на приемочном валу отметка не достигнет соответствующего передаточному валу предельного положения. Тем самым устанавливается одинаковость фаз.

Установка на синхронизацию и одинаковость фаз при испытанных приборах требует, примерно, одной минуты.

Прилагаемые рисунки показывают, какие результаты получаются при помощи системы Телефункен.

Передача по беспроволочному способу, с длинными волнами, фотографии размером, примерно, 9×12 *см* требует всего полторы минуты. С короткими волнами, повидимому, удается значительно сократить это время. По имеющимся указаниям, продолжительность передачи в данном случае по той же системе Телефункен-Каролуса составит лишь 20 — 30 секунд.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ.

1. КНИГИ.

Friedel, Dr. W. Elektrisches Fernsehen, Fernkinematographie und Bildfernübertragung, Berlin, 1925.

Fuchs, G. Die Bildtelegraphie, Berlin, 1926.

Korn-Glatzel. Handbuch der Telautographie und Phototelegraphie, Leipzig, 1910.

Korn, Prof. Dr. A. Bildtelegraphie, Berlin, 1923.

v. Mihaly, D. Das elektrische Fernsehen und das Telehor, Berlin, 2 Aufl., 1926.

2. СТАТЬИ В ЖУРНАЛАХ.

Baird, J. L. An Account of Some Experiments in Television. Wireless World, Nr. 247, 7 Mai 1924, P. 153.

Baker, Th. Broadcastings Photographs. Wireless World, Nr. 345, 24 March 1926, P. 437.

Bellak, P. Die Bildtelegraphie. Radio-Welt, Wien, Heft 27, 7 Sept. 1924.

„ Bildtelegraphie für Radio-Amateure, Radio-Welt, Wien, Heft 13, 27 März 1926.

„ Die Schnell-Bildtelegraphie. Radio-Welt, Wien, Heft 17, 24 April 1926, und Heft 18, 1 Mai 1926.

Bourquin, H. Bildtelegraphie nach Karolus-Telefunken, Radio-Amateur. Heft 6, 5 Febr. 1926.

Buchholz, K. Ist das Problem des elektrischen Fernsehens gelöst? Radio-Amateur, Heft 49, 4 Dez. 1925.

Dépres. Drahtloses Fernsehen (Funkbastler). Funk, Heft 17, 23 April 1926.

Dinsdale, A. Television Apparatus, Wireless World, Nr. 351, 5 Mai 1926, P. 642.

Friedel, Dr. W. Bildrundfunk, Radio-Amateur, Heft 27, 2 Juli 1926.

Horig, Dr. H. Der Dieckmannsche Fernseher, Radio-Umschau, Heft 24, 13 Juni 1926.

Joël, K. Ein neues Verfahren der Bildtelegraphie, Funk, Heft 2, 9 Jan. 1925.

Kollatz, C. W. Photo-telegraphy and Television, Engineering Progress, Bd. 6, Heft 10, Oct. 1925.

Korn, Prof. A. Über telegraphische Übertragungen kinematographischer Aufnahmen. Sonder-Abdruck a. d. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, XV Jahrg, Nr. 20, Braunschweig, 1913.

Teucke, Dr. K. Die Drahtlose Bildfernübertragung und das Fernsehen Funk, Heft 19, 7 Mai 1926.

Voss, A. Das elektrische Fernsehen, Radio-Umschau, Heft 35, 30 August 1925.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стр.

Предисловие (Проф. Я. И. Френкель) III

I. Введение 1

II. Методы радиопередачи изображений (Проф. А. Корн) . . . 6

А. Передача: Телеавтографический метод передачи (12). Способ фотоэлектрических элементов (18). В. Приемка: Электрохимический метод (24). Электромагнитная приемка (26). Электромагнитный мембранный приемник Карбонеля (29). Струнный гальванометр (30). Осциллограф (32). Керровский конденсатор (3[1]). Пустотная трубка с тихим разрядом (37). С. Синхронизация: Синхронизация при помощи корректирования после каждой строки изображения (39). Синхронизация при помощи синхронных моторов. Передача вспомогательной частоты оборотов от передатчика к приемнику (45). Синхронизация при помощи синхронных моторов без передачи частоты оборотов (48). Синхронизация при помощи синхронных моторов. Доставление частоты к передатчику и приемнику из третьего места (48).

III. Различные системы радиопередачи изображений и кинокартин (Д-р Э. Неспер) 53

А. Радиопередача изображений: Корновский телеавтограф (53). Радиопередача изображений по системе Бэкера (57). Передача изображений по системе Дикмана (64). Радиопередача изображений по системе Белэна (73). Радиоприемник изображений системы Неспера (79). В. Телекино: Аппарат Дженкинса для телекинематографа (85). Телекинематограф системы Бэйрда (92). Аппарат Каролус-Телефункен для быстрого телеграфирования и телекинематографа (96).

IV. Библиографический указатель 105