

А. В. ЯРОЦКИЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИГНАЛ




ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЗНАНИЕ

НАУКА и ТЕХНИКА

1-960
СЕРИЯ IV

21

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

А. В. ЯРОЦКИЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИГНАЛ

*По материалам «Воскресных чтений»
Политехнического музея в Москве*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Москва

1960

Автор
Анатолий Васильевич Яроцкий

Редактор Т. Ф. Исланкина
Техн. редактор Л. Е. Атрощенко
Корректор Н. М. Краснопольская
Обложка художника К. А. Павлинова

А 04769. Подписано к печати 25 VII 1960 г. Тираж 41 000 экз. Изд. № 158.
Бумага 60×92¹/₁₆—1,5 бум. л.=3,0 печ. л. Учетно-изд. 3,01 л. Зак. № 1828
Цена 75 коп., с 1.1.1961 цена 8 коп.

Типография изд-ва «Знание», Москва, центр, Новая пл., д. 3/4.

РОЖДЕНИЕ СИГНАЛА

Жизнь протекает в мире сигналов

Взгляните ранним утром на мир, залитый восходящим солнцем. Прислушайтесь к многоголосому хору жизни, пробудившейся от ночного сна. Вдохните полной грудью утреннее благоухание полей и лесов. Освежите свое тело в прохладе ничем не встревоженной еще реки. Наконец, вкусите плодов фруктового дерева, не успевшего еще просохнуть от ночной росы. Как щедро одарила природа человека способностью видеть, слышать, обонять, осязать и оценивать вкус!

Миллиарды лет приспосабливалась жизнь к постоянно изменявшимся условиям на Земле. У самого простого одноклеточного животного (амебы) способность реагировать на внешние сигналы (раздражение светом, теплом, водой, солью, газом) еще ограничивалась элементарной реактивностью: движением ложноножек для бегства или захвата пищи, перевариванием пищи и выделением негодных отходов.

В процессе развития многоклеточных организмов постепенно происходила специализация в деятельности отдельных групп клеток: одни из них приучались реагировать на внешние сигналы одного характера, другие — на внешние сигналы другого характера.

В результате эволюции, продолжавшейся сотни миллионов лет, у наиболее развитых животных образовались органы чувств, нервная система и, наконец, выработались инстинкты как более совершенная форма реакции организма на сигналы внешнего мира, поступающие через органы чувств.

— Позвольте, — может возразить неискушенный читатель, — при чем же тут какие-то сигналы, если я, следуя вашему совету, самостоятельно, без каких-либо посредников прислушивался к утренней музыке природы, любовался игрой ее красок, наслаждался запахом растений и прохладой реки и в заключение с большим аппетитом съел сочный плод. Ел и при этом ни о каких сигналах не думал.

— Да, — ответим мы такому читателю, — заблуждение

естественно, и его еще недавно разделяли многие. Но четверть века назад великий русский физиолог И. П. Павлов, завершив многолетнюю работу по исследованию высшей нервной деятельности человека и животных, сформулировал учение о двух сигнальных системах действительности: первой — общей у человека и животных и второй — свойственной только человеку.

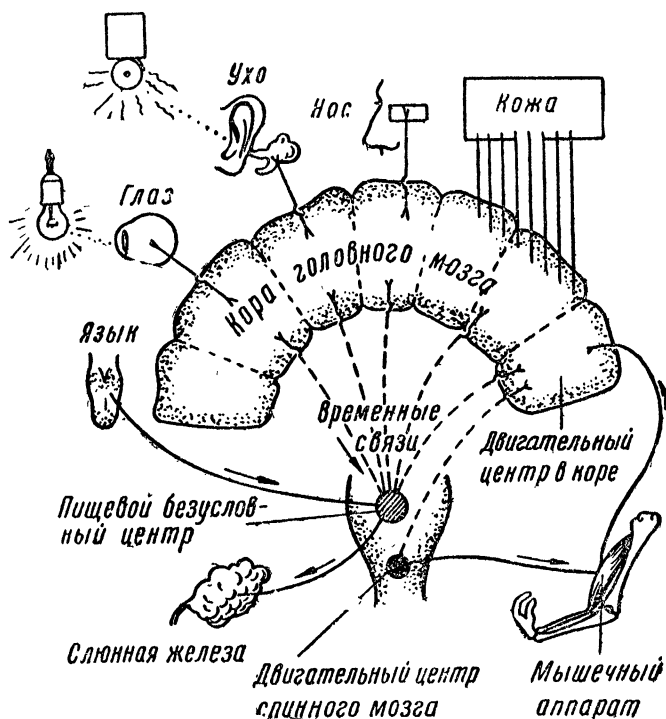


Рис. 1. Схема образования условных рефлексов.

Дадим некоторое представление о первой сигнальной системе. Воспользуемся для этого схемой образования слюнных и двигательных рефлексов, открытой И. П. Павловым (рис. 1). Представьте себе щенка, который никогда не видел мяса. Покажите такому щенку мясо. Вид и запах мяса на такого щенка не произведет никакого впечатления. Однако стоит положить мясо щенку в рот, как немедленно возникнет врожденный (безусловный) слюнный рефлекс (он изображен на рисунке сплошной линией).

Если затем повторять опыт, то вскоре образуется также и условный рефлекс на вид и запах мяса, т. е. выделение слюны будет происходить уже при одном только виде или запахе мяса (эти условные рефлексы изображены на рисунке прерывистой линией).

Великий физиолог целым рядом опытов доказал, что если сопровождать возбуждение врожденного рефлекса (в данном случае при даче мяса возбуждение слюнного рефлекса) каким-либо звуковым сигналом (звонком) или световым сигналом (зажиганием электрической лампочки), то у животного вскоре вырабатываются условные рефлексы также и на эти сигналы, т. е. выделение слюны будет происходить по одному лишь сигналу звонка или света электрической лампочки без дачи самого мяса (эти условные рефлексы показаны на рисунке пунктиром).

Таким образом, пищеварение, как метко выразился известный английский ученый Д. Бернал, «не простая химическая стряпня в желудке, а весьма сложная реакция организма животного или человека на сигналы, поступающие к нему через органы чувств и от соответствующих внутренних органов».

В соответствии с условиями жизни различных животных у них по-разному формировалась первая сигнальная система, по-разному развивались те или иные органы чувств. Это было весьма наглядно подтверждено многочисленными опытами, сделанными И. П. Павловым и его учениками над собаками и другими животными.

Человеческий слух различает звуки только в пределах примерно от 20 до 20 тысяч колебаний в секунду. Собаки же слышат ультразвуки, имеющие частоту свыше 100 тысяч колебаний в секунду. Не только слышат, но могут отличить ультразвук частотой 100 килогерц от ультразвука частотой 80 килогерц с такой же точностью, с какой человеческий слух отличает тенор от баса.

Характерно, что еще сотни лет назад этим обстоятельством широко пользовались браконьеры — люди, занимающиеся недозволенной охотой. При помощи специального свистка, издававшего звук настолько высокой частоты, что человеческое ухо их не слышало, браконьеры посылали собакам сигналы команды, не опасаясь быть услышанными охраной. Разумеется, пользуясь удивительным свистком, браконьеры не отдавали себе отчета в сущности явления.

Человеческое обоняние различает только несколько тысяч запахов. Собака же может распознать свыше полумиллиона различных запахов. У собаки соответственно развита и память на запаховые сигналы. Хорошо дрессированная овчарка, которую познакомили с запахом какого-либо человека, свободно распознает этого человека среди множества других людей спустя несколько дней и даже недель.

Человеческое зрение различает величайшее множество цветовых оттенков; зрение же собаки, предки которой вели ночной образ жизни, не способно отличить даже красный цвет от зеленого. Зато собака обладает так называемым «ночным зрением», т. е. достаточно отчетливо видит предметы в такую

ночь, которая человеческому зрению уже представляется абсолютно темной.

Вместе с тем зрение многих животных, ведущих дневной образ жизни, значительно превосходит человеческое зрение. Например, в поговорку вошла зоркость орла. Тем не менее, как это образно отмечал Ф. Энгельс, «хотя орел видит значительно дальше, чем человек, но человеческий глаз замечает в вещах значительно больше, чем глаз орла».

В чем же причина такого превосходства человека в восприятии сигналов?

Для ответа на этот вопрос дадим читателю некоторое представление о второй сигнальной системе действительности, отсутствующей у животных и свойственной только человеку.

«Сигналы сигналов» как непосредственная действительность мысли

Как часто, наблюдая поведение обезьян, собак и других вышших животных, мы поражаемся их сообразительности и хитрости.

Но рассудок еще не есть разум.

«Сначала труд, а затем и вместе с ним членораздельная речь явились двумя самыми главными стимулами, под влиянием которых мозг обезьяны постепенно превратился в человеческий мозг», — писал Ф. Энгельс в своей замечательной работе «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека».

Когда обезьяны в поисках пищи спустились с деревьев на землю, а затем постепенно приучились ходить на задних конечностях, создались первые необходимые условия для зарождения труда, мысли и речи. Вертикальная походка освободила верхние конечности для труда, а звукопроизводящие органы приобрели более выгодное положение для произнесения звуков.

По мере того как стадо наших животных предков превращалось в первобытный трудовой коллектив, совершенствовалась и речь, без которой не мог бы осуществляться совместный труд, а следовательно, не могло бы возникнуть и развиваться человеческое общество.

Так возник и развился орган человеческой речи — передатчик сигналов особого рода, сигналов, являющихся «непосредственной действительностью мысли» (так называли язык основоположники марксизма), «сигнала сигналов» (так назвал человеческое слово академик И. П. Павлов).

«Если наши ощущения и представления, относящиеся к окружающему миру, — писал великий физиолог, — есть для нас первые сигналы действительности, конкретные сигналы, то речь... раздражения, идущие в кору от речевых органов, есть вторые сигналы, сигналы сигналов».

Исследования головного мозга современного человека установили наличие в его полушариях двух специальных нервных центров. В передней и нижней лобной части полушарий расположен двигательный центр речи, ведающий ее формированием. В слуховой области коры головного мозга расположен чувствительный центр речи, ведающий ее восприятием.

Итак, процесс превращения обезьяны в человека сопровождался образованием у нашего далекого предка второй сигнальной системы, возникшей в результате его трудовой деятельности и вместе с ней. «Сигналы сигналов... — писал И. П. Павлов, — представляют собой отвлечение от действительности и допускают обобщение, что и составляет... специально человеческое, высшее мышление».

«Сигналы сигналов» становятся бессмертными

Гроза. Сверкает молния. Ее свет мчится со скоростью 300 тысяч километров в секунду. Гремит гром. Его звук проходит только 330 метров в секунду. Это почти в миллион раз меньше. Естественно, мы сначала видим молнию, а лишь некоторое время спустя слышим гром, несмотря на то, что оба эти сигнала одновременно порождены одним и тем же событием — грозовым разрядом.

Отметим в этом общеизвестном факте одну весьма важную особенность. Когда гром достигает нашего слуха, то ни молнии, ни тем более самого грозового разряда нет. Грозовой разряд закончился уже до того. Следовательно, сигнал (гром) способен существовать самостоятельно и после завершения, исчезновения вызвавшего его события, явления (грозового разряда).

Предупредим заранее читателя, что сделанный нами вывод полностью верен и в отношении светового сигнала (молнии). Однако показать это наглядно в данном примере затруднительно, так как скорость распространения света несоизмеримо велика по сравнению с земными масштабами. Поэтому прибегнем к космическим масштабам.

Взгляните в ясную ночь на небо. Вы увидите множество сверкающих звезд. Но не заблуждайтесь, предполагая, что они все до одной еще существуют. Могли пройти тысячелетия с тех пор, как погасла какая-либо из них, но мы продолжаем получать световой сигнал о ее былом существовании. Ведь самая близкая звезда отстоит от нас на расстоянии, в 270 тысяч раз превышающем расстояние Земли от Солнца, а это составляет миллиарды километров. Световой волне требуется около 4 лет, чтобы добраться от этой самой ближней звезды до нашего глаза.

Итак, световой сигнал также способен существовать самостоятельно после исчезновения явления, которое его вызвало.

Приведем еще один пример с тем, чтобы подчеркнуть, насколько всеобщим для сигналов любого характера является указанное свойство. Кто-то в ваше отсутствие посетил ваше жилище. Совершенно неважно, где в настоящий момент находится этот «кто-то»; даже не имеет для нас никакого значения, продолжает ли этот «кто-то» вообще существовать. Важно, что независимо от этого сигнал о состоявшемся посещении сохраняется и достаточно развитое обоняние его может воспринять. Отметим, что при раскопках древних погребений обнаружилась способность некоторых запахов сохраняться тысячелетиями.

Приведенный пример, помимо того, что он является новым подтверждением установленного нами свойства сигнала, позволяет оценить непосредственное значение этого свойства для деятельности сигнальной системы живого существа. Ведь память и есть та сложная (и, к сожалению, до конца не раскрытая наукой) форма сохранения принятых сигналов живым существом, которая как раз и опирается на способность сигнала продолжать самостоятельное существование после завершения события, вызвавшего появление этого сигнала. Без сохранения в памяти сигналов действительности не накапливался бы опыт, следовательно, не вырабатывались бы представления об окружающей действительности, не вырабатывались бы устойчивые рефлексы.

Элементы памяти обнаружены даже у простейших одноклеточных организмов. Высшие же животные, имеющие высоко развитую сигнальную систему, обладают различными видами памяти в соответствии с разнообразным характером принимаемых сигналов.

Совершенно очевидна неопределимая роль, которую играет память в речевом общении людей. Особенно велика была эта роль при первоначальном формировании человеческого общества, когда закрепление всех достижений труда, мысли и речи возлагалось исключительно на память.

Однако по мере развития человеческого общества его достижения становились обширнее, а на смену разрозненным небольшим семейно-родовым группам пришли крупные племенные общины. При всем совершенстве механизма человеческой памяти последняя уже не могла самостоятельно справиться с выросшей задачей.

На помощь памяти пришло письмо. Оно принесло достижениям труда, мысли и речи победу над временем. «Сигналы сигналов», обогатившись письмом, обрели бессмертие.

Галилей оценил эту сторону письма следующим восторженным образом: «Но разве не выше всех изумительных изобретений возвышенность ума того, кто нашел способ сообщать свои самые сокровенные мысли любому другому лицу хотя бы и весьма далекому от нас по месту и времени, говорить с теми,

кто находится в Индии, говорить с теми, кто еще не родился и родится только через тысячу и десять тысяч лет! И с такой легкостью, путем различных комбинаций всего двадцати значков на бумаге».

Разумеется, великий Галилей не собиравался приписывать изобретение письма конкретному лицу. В приведенной выдержке он лишь применил образное выражение, чтобы с особой силой подчеркнуть значение письма для всего последующего развития культуры.

К. Маркс, касаясь даже недалекого прошлого, писал, что «критическая история технологии вообще показала бы, как мало какое бы то ни было изобретение XVIII столетия принадлежит тому или иному лицу».

Изобретение письма и подавно не явилось результатом «возвышенности ума» отдельного человека или даже одного народа, или одного поколения людей. Оно составляет величайшее достижение усилий человеческого разума, приложенных многими поколениями многих народов на протяжении многих тысячелетий (рис. 2).

От сигналов-рисунков к сигналам-буквам

Слепой обычно обладает более тонким слухом, осязанием, обонянием, чем зрячий. При наличии способствующих обстоятельств недостатки одного органа чувств возмещаются обострением восприимчивости других, причем одни условные рефлексы при этом замещаются другими.

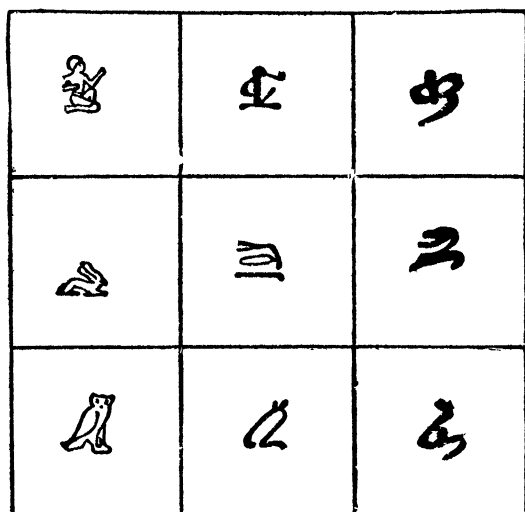
В процессе превращения из обезьяны первобытный человек приобрел вертикальную походку. За это он поплатился тем, что его органы обоняния все более утрачивали остроту восприятия, так как оказались удаленными от главного источника запахов — земли. Но так как жизнь рода, общины, племени продолжала зависеть от результатов охоты, утрата острого обоняния возмещалась развитием способности ориентироваться по следу.

Если допустить возможность утраты обоняния у какого-либо животного, то в лучшем случае результатом оказалось бы постепенное замещение одних условных рефлексов другими, новыми, путем естественного отбора тех экземпляров животного, которые таким способом наиболее успешно приспособились бы обходиться без обоняния.

Человек же довел способность ориентировки по следу до высокого, почитавшегося в первобытной общине искусства следопыта. Для этого требовались на протяжении многих поколений накопление и передача опыта. Самостоятельно речь и память не всегда могли достаточно успешно справиться с подобной задачей. Между тем расположение и форму звериного следа и некоторые другие важные сведения, касавшиеся

охоты (например, количество убитого на охоте зверя), можно было нарисовать.

Как невозможно точно установить, какими именно были первые звуки самого древнего слова, с которого начиналась



<i>Древне-финикийские</i>	<i>Древне-греческие</i>	<i>Латинские</i>
	Α	A
	Β	B
	Γ	C
	Δ	D

Рис. 2. Эволюция письма.

а — эволюция египетских идеографических знаков под воздействием скорописи (слева — иероглифы, посредине — полукурсивные знаки, справа — иератика); *б* — эволюция алфавита в западных странах.

речь, так довольно трудно определить, каков был первый рисунок, с которого началось письмо. Но в отличие от безвозвратно утраченных звуков древней речи некоторые образцы пиктографического (рисунчатого) письма сохранились и поэтому оказались доступными для изучения. Начало пиктографическому письму было положено в новокаменном веке, т. е.

приблизительно 7 тысяч лет назад. Рисунки наносились на дерево и кость, высекались на камне, исполнялись в виде татуировки.

Пиктографический рисунок преследовал задачу графически зафиксировать и тем самым облегчить запоминание некоторых важных сведений, как, например, форму и расположение следов, направление охотничьих маршрутов, количество воинов и зверей, их взаимное расположение и т. д. Он еще не фиксировал самой речи, хотя и тогда целиком зависел от нее, поскольку только язык являет собой непосредственную действительность мысли.

Следует заметить, что в те же времена наряду с пиктографическим рисунком возникли также и другие системы условных знаков различного не графического характера (например, связки раковин различной формы и цвета, ремни, перевязанные узлами в определенном порядке, палки с зарубками, наборы бирок и т. д.). Некоторые из этих приспособлений получили довольно широкое распространение и даже дошли до наших дней, подвергшись, разумеется, многократному усовершенствованию (например, счеты).

Тем не менее все эти приемы являлись не более чем вспомогательными и оказались способными лишь облегчить запоминание определенных фактов. Средства же графического рисунка таили в себе ценную возможность довести содержательность и точность сообщения до степени, присущей самой речи.

Однако превращение указанной возможности в действительность произошло только после возникновения вполне определенных потребностей, вызванных всем ходом общественного развития.

Объединению общин, образованию крупных племен, а затем возникновению рабовладельческих обществ и государств, сопровождавшемуся образованием народностей путем объединения племен, — всему этому процессу общественного развития немалой помехой служило бесконечное разнообразие родовых и племенных языков. Устранить разноязычие было делом длительным и трудным. Общение же между разными племенами при помощи пиктографического письма оказалось делом доступным и достаточно простым. Ведь графическое изображение предметов и большинства понятий было более или менее общим у всех и во всяком случае понятным для всех.

В результате частого повторения в рисунках одних и тех же предметов и понятий в пиктографическом письме утвердился определенный общепринятый способ их изображения. Затем постепенно эти установившиеся изображения начали утрачивать свой первоначальный непосредственно образный

характер и, наконец, превратились в условные знаки, служившие уже для обозначения отдельных слов.

Поскольку такое письмо уже фиксировало мысль в словах, выражавших определенные понятия, идеи, то оно получило впоследствии в отличие от пиктографического письма наименование идеографического письма. Его появление относится ко времени образования первого в истории человечества классового общества — древнейшего рабовладельческого государства раннего царства египетских фараонов. Это было приблизительно 5 тысяч лет назад.

Сперва знаки идеографического письма сохраняли характер рисунков живых существ и различных предметов. Их главным образом высекали на стенах храмов, и это дало повод грекам называть такие знаки иероглифами, т. е. священными письменами.

С развитием египетского государства росла переписка. Появились писцы. Вырисовывать сложные иероглифы становилось некогда, и у писцов постепенно выработался особый беглый почерк, в котором упрощенное начертание знаков стало лишь отдаленно напоминать иероглифы. Такую скоропись называли иератикой и ею стали широко пользоваться для деловой переписки.

С возникновением рабовладельческого общества в Китае, приблизительно 3500 лет назад, там также получило развитие идеографическое письмо на основе существовавшего ранее пиктографического рисунка. По многим причинам, из которых важнейшей является то обстоятельство, что китайское население до сих пор разговаривает на множестве различных диалектов, иногда очень отличающихся друг от друга, идеографическое письмо там сохранилось и поныне, поскольку оно является общим и понятным для всего 600-миллионного китайского народа. Интересно отметить, что японский народ, позаимствовав 1500 лет назад идеографическую письменность в Китае, сохранил ее в основе до настоящего времени, и, хотя японский язык совершенно отличен от китайского, представители обоих народов и теперь могут объясняться друг с другом при помощи иероглифов.

Наконец, идеографические знаки сохранились во всяком письме в виде цифр, математических или химических формул и разных условных обозначений.

Привычное нам буквенно-звуковое письмо образовалось не сразу. Ему предшествовало слоговое письмо, возникшее из идеографического письма и существовавшее совместно с ним очень длительное время. Предполагают, что первая буквенно-звуковая система письма возникла в Финикии около 4 тысяч лет назад и от нее ведут свое происхождение все другие алфавиты, в том числе и греческий, послуживший прототипом для славянской азбуки.

Таким образом, развитие письма от рисунка до азбуки привело его к единству с речью. Это единство и позволило И. П. Павлову отнести ко второй сигнальной системе не только речь, но и письмо и назвать сигналами сигналов как слово произнесенное, так и слово написанное.

Возникновение сигнализации и почты

Необходимость быстро передавать сообщения на расстояние возникла еще в связи с потребностями охоты и защиты от нападения, т. е. задолго до появления письменности. Между тем ни громкая речь, ни даже крик не могли непосредственно преодолеть сколько-нибудь значительных расстояний.

Человек очень рано научился добывать огонь. «Добывание огня трением, — писал Ф. Энгельс, — впервые доставило человеку господство над определенной силой природы и тем окончательно отделило человека от животного царства».

Естественно, что для сигнализации человек прежде всего стал использовать эту силу природы, используя огонь в виде сигнального костра или просто головни, которой он размахивал над головой.

В дальнейшем сигнализация огнем постепенно совершенствовалась. У американских индейцев имелась, хотя и примитивная, но вполне установившаяся символика для передачи сигналов огнем. В рабовладельческих государствах в соответствии с возросшими потребностями огни уже применялись для сигнализации и на большие расстояния.

В одной из трагедий древнегреческого драматурга Эсхила подробно описывается, как царь Агамемнон передал в свою столицу — город Микены весть о взятии города Трои. Это событие произошло около 3 тысяч лет назад. Все расстояние между указанными городами, составлявшее 550 километров, было преодолено сигналом за одну ночь, так как он поочередно возобновлялся на каждом из десяти постов, заранее расположенных на возвышенных местах по всему пути.

Описанный способ сигнализации встречался не только у многих древних народов (римлян, галлов, китайцев), но и позднее, у современных европейских народов. Даже еще в 1778 году подобным образом систематически передавались сигналы между Парижской и Гринвичской обсерваториями.

Отметим, кстати, что световая сигнализация продолжает играть известную роль и в нашей современной жизни. Мы имеем в виду не только различного рода маяки, железнодорожные сигналы, городские светофоры и т. п., но также и некоторые незаурядные случаи использования древнейшего средства связи — световой сигнализации, имеющие место даже в наш век высокоразвитой техники. Совсем недавно, 12 сентября 1959 года, с огромного расстояния от поверхности Земли

астрономами был принят световой сигнал, автоматически посланный второй советской космической ракетой при помощи натриевого облака с точно назначенного места и в строго рассчитанное время. Ценная информация, которую содержал этот сигнал, позволила уточнить координаты ракеты и ряд других важных данных.

Однако даже современной технике пришлось посчитаться с недостатками световой сигнализации и приурочить время образования натриевого облака к тем часам, когда солнце уже давно зашло. В руках же древних дневное использование световой сигнализации было тем более ненадежно. Им пришлось развивать звуковую сигнализацию.

Для передачи звуковых сигналов у индейских и африканских племен получили распространение барабаны, у древних славян — набаты, позднее у русских и других народов — колокола, сигнальные трубы. Древние греки, персы и галлы передавали звуковые сигналы на довольно большие расстояния через расставленных по цепочке воинов.

Этот способ применялся и в более поздние времена. Например, в 1796 году весть о коронации Павла I была передана из Москвы в Петербург звуками ружейных выстрелов, производившихся солдатами, расставленными цепочкой вдоль всей Московско-Петербургской дороги.

Способность действовать независимо от времени суток являлась единственным преимуществом звуковой сигнализации перед сигнализацией огнем. В ограниченности обоих этих способов передачи сообщений древние отдавали себе совершенно ясный отчет. Греческий историк Полибий, живший свыше 2000 лет назад, писал в своей сорокотомной «Всеобщей истории», что «способ употребления сигнальных огней, весьма полезный в военное время, был до сих пор не совершенен» ввиду того, что «для этой цели применялись заранее установленные знаки, но так как события не могут быть предугаданы, то большинство предметов и не поддавалось сообщению сигнальными огнями».

В силу этих обстоятельств сигнализацией пользовались лишь в тех случаях, когда необходимо было как можно быстрее подтвердить начало ожидавшегося события или подать знак к выполнению каких-либо заранее условленных действий.

Основным же средством связи в рабовладельческих государствах благодаря развитию письма, изобретению чернил, тростинки, кисточки и папируса была систематическая транспортировка письменных сообщений, т. е. почта. В древней Греции имелась довольно разветвленная сеть почтовых станций. Римский император Август для управления империей организовал три вида почты: обыкновенную — волами, мулами и ослами; спешную — колесницами и особо спешную — верхо-

выми гонцами. Римский писатель Плиний рассказывает о существовании в древнем мире голубиной почты.

Для лучшего понимания следующей главы полезно отметить одно важное последствие развития сигнализации и почты, а именно возникновение криптографии, т. е. способов тайной сигнализации и тайного письма. Ключ, таблицу или сборник тайных условных обозначений стали называть кодом, от латинского слова «кодекс», т. е. книга.

С развитием техники слово «код» приобретало все более широкий смысл. Теперь кодом называют не только военный сборник для передачи боевых распоряжений и донесений. Кодом называют телеграфную азбуку. Так же называют систему «команд», применяемую в цифровых электронных машинах, или систему сочетаний электрических импульсов, посылаемых в телемеханических устройствах, и т. п. Общим для всех кодов является то, что каждый из них, независимо от области применения, представляет собой систему комбинаций, составленных из различных элементарных сигналов (знаков).

ИЗОБРЕТЕНИЕ КОДА На рубеже двух эпох

Прошли столетия. Гибель рабовладельческого строя и установление крепостнических отношений расчистили путь дальнейшему развитию производительных сил. Ф. Энгельс отметил, что средневековые доставило «хотя все еще в неупорядоченном виде массу научных фактов, о которых никогда даже не подозревала древность (магнитная игла, книгопечатание, литеры, льняная бумага, употреблявшаяся арабами и испанскими евреями с XII столетия, а в XIII и XIV столетиях уже более распространенная в то время, как папирус со времени арабов совершенно исчез в Египте), — порох, очки, механические часы, огромные успехи во времясчислении, а также в механике».

Большинство перечисленных достижений впоследствии сыграло важную роль при изобретении более совершенных способов передачи сообщений. Однако в самом феодальном обществе сначала не только не возникло никаких новых средств связи, но даже уже издавна известные использовались слабо.

Разобщенно жили феодалы за крепкими стенами своих замков. Уже не мчались колесницы с почтой, как бывало во времена Римской империи. Исчезли факельные посты древних полководцев, некогда переносившие за одну ночь известия из одного государства в другое. Лишь редкие гонцы появлялись на запустевших дорогах.

Но с течением времени устои феодализма начали расшищаться. Все шире развивались ремесла и торговля. Все дальше проникали мореплаватели в поисках новых рынков.

За несколько десятилетий конца XV и начала XVI веков они достигли Индии и Америки, Китая и Японии.

Уже не утлые суденышки опасливо пробирались вдоль европейских берегов, а целые хорошо снаряженные караваны смело выходили навстречу бурям и неизвестности.

Неизвестность! В ней долгие месяцы, подчас даже годы пребывали купцы и судовладельцы, тревожно ожидая возвращения снаряженных ими кораблей. Успех сулил им огромные богатства, гибель же судов означала разорение. Многие они отдали бы за возможность обменяться сигналами с далекими капитанами.

У мореплавателей уже имелся компас, всегда безошибочно указывавший верный путь. Могущественными «влияниями», «симпатиями» объясняла тайну его действия средневековая магия. Ученые того времени задавались вопросом, нельзя ли обратить эти неведомые силы для передачи вестей через просторы морей и материков.

Один за другим возникали проекты «симпатической» связи. Сотни изобретателей на протяжении двух столетий «колдовали» над магнитной стрелкой. Всеобщую веру не могли разрушить злые насмешки Галилея над продавцами секретов связи через «влияние». Даже выдающийся немецкий ученый Кеплер верил в ее успех.

Полон был такой же веры итальянский ученый Джанбаттиста делла Порта, когда, «всюду собирая секреты и стараясь проверить их собственным опытом днем и ночью, с большими издержками», приступил он в 1583 году к изучению магнетизма. Только через пять лет пришел он к выводу, что «хотя о притяжении магнита написаны целые книги, однако все вы сказанное не более, как слова и пустые измышления». Действие даже самого сильного магнита, как он установил, может распространяться только на 3—4 фута.

В 1660 году английский естествоиспытатель Вильям Гильберт выступил уже с целым ученым трактатом «О магните, магнитных телах и большом магните — Земле». Посредством экспериментов он установил подлинные свойства магнетизма. Он также положил начало изучению электрических явлений.

С трудом расчищала себе путь научная истина. Еще в 1641 году схоласты шумно обсуждали «открытия» иезуита Кирхера, будто бы магнит «любит» красный цвет и теряет силу от натирания чесноком или луком. Они усматривали в этих «свойствах» царственное происхождение магнита.

Многократно подтверждая свою достоверность, крепили новые взгляды, постепенно побеждая мистические представления средневековья, направляя изобретательскую мысль на истинный путь.

На протяжении конца XVII и начала XVIII столетий ученые создали и усовершенствовали электростатическую маши-

ну. К середине XVIII века была изобретена лейденская банка. Изобретатели, отбросив поиски фантастических способов связи через «влияние», наконец, приступили к изучению возможности передачи сигнала при помощи статического электричества.

В 1753 году в «Шотландском журнале» появилась статья неизвестного изобретателя, подписанная «С. М.». В ней предлагалось, протянув «между двумя местностями столько параллельных проволок, сколько букв в алфавите», сигнализировать требующуюся букву прикосновением к концу соответствующей ей проволоки кондуктором электрической машины.

С расширением знаний о свойствах статического электричества появляются новые, еще более конкретные предложения об электрическом телеграфировании.

В 1767 году итальянский иезуит Бозолус предложил найти способ прокладывать телеграфные проводники под землей. В 1777 году Алессандро Вольта рекомендовал для передачи сигнала воздействовать через провод разрядом лейденской банки на «электрический пистолет», т. е. банку, наполненную воспламеняющимся газом. В 1782 году естествоиспытатель Лесаж предложил прокладывать телеграфные провода под землей в глиняных трубах.

Возникли попытки и практически осуществить передачу электрических сигналов. В 1787 году французский механик Ломонд пробовал телеграфировать из одной комнаты в соседнюю. В 1794 году немецкий естествоиспытатель Рейссер пытался вести передачу сигналов из своего дома в другой через улицу. В 1795 году испанский физик Сальва пробовал передать электрический сигнал по подвешенному между Мадридом и Аранхуэсом проводу протяженностью 50 километров.

Однако опыты со статическим электричеством не приносили желаемого успеха.

Между тем к концу XVIII века коренным образом преобразилась экономическая картина мира. Значительное количество промышленного сырья теперь поступало из отдаленных колоний. Ручной труд все более и более вытеснялся машинами. Быстро возрастал поток товаров. До крайней степени обострилась потребность в обмене информацией между источниками сырья, промышленными центрами и рынками сбыта. Вот почему в то время, когда еще труды изобретателей электрического телеграфа не привели к практическим результатам, широкое распространение получило новое средство неэлектрической связи — так называемый семафорный телеграф.

Сигналы «дальноизвещающей машины»

В 1795 году в Москве появилась переведенная на русский язык книжка со следующим длинным названием: «Точное и подробное описание телеграфа или новоизобретенной дально-

извещающей машины, помбщию которой в самое кратчайшее время можно доставлять и получать известия из самых отда-ленных мест».

Появлению и быстрому распространению нового средства связи способствовали революционные события во Франции. Национальный конвент¹ поддержал изобретателя — французского механика Клода Шаппа.

Хотя К. Шапп, назвав свое детище телеграфом, впервые ввел этот термин в технический язык, следует признать, что его изобретение мало походило на то, с чем вы, наш читатель, связываете это слово сегодня.

Представьте себе вышку, на вершине которой располагалась вращающаяся на оси рейка длиной 4 метра, получившая название регулятора. По обоим концам регулятора укреплялось по короткой подвижной рейке длиной 1 метр (индикаторы). При помощи специального механизма, располагавшегося внутри вышки, регулятору могло сообщаться одно из четырех фиксированных положений (горизонтальное, вертикальное, правый или левый наклон под углом 45°), а каждому индикатору одно из восьми отличающихся друг от друга на 45° положений относительно регулятора (45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 и 360°). Из 256 фигур, которые возможно получить при этих сочетаниях, Шапп выбрал 92 наиболее отчетливых, которые обеспечили возможность передавать двумя сигналами любое из отобранных им 8464 наиболее употребительных слов. Эти слова были записаны в тетради на 92 пронумерованных страницах, по 92 пронумерованных слова на каждой. Первый поданный сигнал означал номер страницы, второй — номер слова на указанной странице. Сигналы передавались от вышки к вышке, которые отстояли друг от друга примерно через каждые 10 километров.

Как видим, сигналы семафорного телеграфа имели идеографический характер. Впоследствии для не вошедших в перечень слов предусматривалась возможность их передачи по слогам, а в совершенно исключительных случаях (из-за медленности такого способа передачи) — по буквам.

Первая линия семафорного телеграфа была построена в 1794 году между Парижем и Лиллем (225 километров) и состояла из 22 станций.

30 августа 1794 года по этой линии была передана первая телеграмма, сообщавшая об отступлении австрийцев и падении крепости Кондэ. Конвент в ответ по телеграфу же немедленно поздравил революционные войска с успехом и сообщил о своем решении в знак победы переименовать город Кондэ в

¹ Национальным конвентом во Франции в период 1792—1795 годов назывался высший законодательный орган (парламент).

город Норд Либр. Весь путь каждый телеграфный сигнал проходил за две минуты. Такой быстрый обмен информацией был настолько необычен, что австрийцы предположили присутствие депутатов Конвента непосредственно в войсках.

Уже в следующем году довольно широко развернулось строительство линий семафорного телеграфа, прежде всего в самой Франции. К середине XIX столетия нельзя было назвать ни одного сколько-нибудь значительного французского города, который не имел бы семафорной связи со столицей. Наиболее длинная линия — между Парижем и Тулоном — протяженностью свыше 1000 километров имела 100 станций, которые сигнал пробегал за 20 минут.

Изобретение Шаппа получило распространение в первую очередь в странах с хорошими климатическими условиями. С успехом его применили Италия и Испания, затем использовали в Алжире (рис. 3) и Египте.

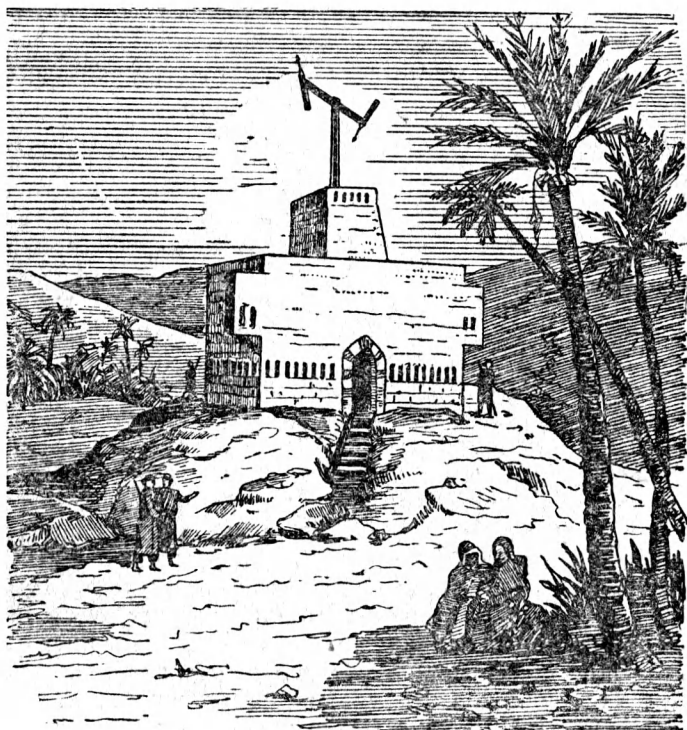


Рис. 3. Станция семафорного телеграфа в Алжире.

Англия, прежде других пережившая буржуазную революцию и промышленный переворот и острее других нуждавшаяся в средствах быстрой передачи известий, из-за неблагоприят-

ных климатических условий в метрополии могла использовать новое средство связи в основном только в колониях. Важнейшая линия была построена в Индии в 1832 году между Калькуттой и Ченором.

Использованию семафорного телеграфа в Германии долгое время препятствовала феодальная раздробленность немецких земель. Только значительно позднее, когда в Германии начали нарастать революционные события, правящие классы поспешили с их устройством, рассчитывая, что телеграфная связь облегчит борьбу с революцией. В 1832 году вступила в действие 61 станция правительственной линии семафорного телеграфа, построенной по проекту прусского инженера А. Пистора, между Берлином, Потсдамом, Магдебургом, Кельном, Кобленцем и Триром общей протяженностью 750 километров.

Известный русский механик И. П. Кулибин заинтересовался изобретением Шаппа еще в 1795 году. Не располагая подробными сведениями о нем, Кулибин разработал собственную систему семафорного телеграфа, позаимствовав у Шаппа только идею. Оригинальное изобретение Кулибина, обладая рядом преимуществ, могло бы успешно соревноваться с другими системами, но екатерининский двор, перед которым изобретатель демонстрировал модель своего телеграфа, проявил к нему безразличие, и модель была отправлена в музей.

В конце первой четверти XIX столетия военно-политическая обстановка все же побудила русское правительство заняться оптическими телеграфами. В 1824 году между Петербургом и Шлиссельбургом была проложена опытная линия семафорного телеграфа по проекту генерала саперных войск Козена. Эта линия проработала до 1836 года, обеспечивая своевременную информацию о прохождении судов по Ладожскому озеру. В 1827 году после соответствующих испытаний был принят на вооружение русской армии военно-полевой оптический телеграф капитан-лейтенанта Чистякова, состоявший из трех деревянных подвижных шестов, различные положения каждого из которых обозначали единицы, десятки и сотни. Сочетание трех цифр позволяло передать любое из тысячи перенумерованных в шифре наиболее употребительных в военных сообщениях слов.

Однако, несмотря на наличие оригинальных отечественных изобретений, царское правительство для дальнейшего строительства линий семафорного телеграфа пригласило одного из бывших сотрудников Клода Шаппа инженера, подрядчика Жака Шато. В 1833 году Шато закончил устройство линии семафорного телеграфа между Зимним дворцом и Кронштадтом с двумя промежуточными станциями в Стрельне и Ораниенбауме. В 1834 году был утвержден первый русский устав «телеграфической службы» и положение о Кронштадтской телеграфной линии.

В следующем 1835 году Зимний дворец получил связь со своими резиденциями в Царском селе и Гатчине. В этом же году международные события побудили русское правительство поставить перед Шато задачу прокладки телеграфной линии к западным границам страны, и в 1839 году вступила в строй самая длинная в мире линия семафорного телеграфа, связавшая Петербург с Варшавой (1200 километров). Прохождение сигнала через 149 ее станций занимало 15 минут. Телеграмма, содержащая 100 сигналов, передавалась за 35 минут.

Семафорные телеграфы прослужили человечеству свыше пятидесяти лет. В процессе их эксплуатации впервые были заложены основы телеграфной службы, появилась специальность телеграфиста, а способы составления условных знаков быстро совершенствовались и стали достоянием значительного числа лиц. Все это создало весьма важные организационные предпосылки, наличие которых впоследствии позволило ввести в эксплуатацию первые практически пригодные электрические телеграфы почти сразу вслед за их изобретением.

Однако семафорные телеграфы оказались совершенно бесполезными во время дождей, бурь или туманов. Малоуспешные попытки приспособить их к работе в ночное время путем применения фонарей, подвешиваемых к крыльям семафора, вызвали частые пожары, нередко мгновенно уничтожавшие всю станцию и тем самым вообще прекращавшие связь на длительное время.

Между тем конец первой трети XIX века ознаменовался бурным строительством железных дорог. Средства связи приобрели нового, притом весьма требовательного потребителя.

Семафорный телеграф мог бы обеспечить требовавшуюся на первых железных дорогах быстроту передачи известий, так как железнодорожное движение в те времена не отличалось большой скоростью. Но организация нормального передвижения поездов требовала, помимо относительной быстроты, также полной надежности и безотказности связи между станциями, независимо от времени суток и состояния погоды, т. е. требовала именно тех качеств, которых не доставало семафорному телеграфу. Поэтому, несмотря на широкое распространение семафорной связи, попытки создать практически пригодный электрический телеграф не прекращались. Эти поиски поощрялись новыми открытиями в области электричества и магнетизма.

Что же касается семафоров, то они в дальнейшем, уступив место электричеству, как более совершенному средству железнодорожного телеграфирования, сохранялись еще очень долго в качестве средства железнодорожной сигнализации. Существующая поныне сигнализация флажками также унаследована от семафорной связи.

Изобретение электромагнитного телеграфа

21 (9) октября 1832 года русский ученый П. Л. Шиллинг приступил к публичным демонстрациям изобретенного им электромагнитного телеграфа.

Павел Львович Шиллинг родился 16 апреля 1786 года в Ревеле (ныне Таллин). Как старший из четырех детей русского офицера, он после смерти отца был определен в кадетский корпус, с окончанием которого в 1802 году его зачислили на должность офицера генерального штаба. Однако вскоре Шиллинг оставил военную службу и в 1803 году переехал в Мюнхен, где работал в качестве переводчика местного русского посольства. С началом Отечественной войны 1812 года Шиллинг добился направления в действующую армию и за проявленный в боях героизм был награжден орденами и саблей «За храбрость». В 1816 году Шиллинг организовал и возглавил первую в России литографию. В 1827 году в результате успешных занятий востоковедением он был избран в число членов-корреспондентов Петербургской академии наук по разряду литературы и древностей Востока.

Интерес Шиллинга к электротехнике возник еще в 1810 году в результате непосредственного участия в работах члена Мюнхенской академии наук С. Т. Земмеринга над электролитическим телеграфом. В 1812 году Шиллинг изобрел гальваническую мину. Изучение разнообразнейшего круга вопросов электротехники и лингвистики, семафорного телеграфирования и криптографии подготовило Шиллинга к самостоятельному исследованию всех аспектов задачи электрического телеграфирования. Тесная связь с ученым миром Петербурга, частые посещения основных научных центров Европы (Парижа, Мюнхена, Геттингена, Берлина, Вены и др.), постоянное общение и переписка с крупнейшими европейскими учеными (Ампером, Араго, Гумбольдтом, Гауссом, Вебером, Швейггером, Эттингсгаузенем и др.) — все это обеспечило Шиллингу широкую осведомленность о состоянии интересовавших его научных вопросов.

В 1820 году датский физик Эрстед обнаружил действие электрического тока, проходящего по проводнику, на расположенную вблизи магнитную стрелку. Через несколько месяцев Ампер, докладывая об этом открытии на заседании Парижской академии наук, уже указывал на возможность создать электромагнитный телеграф, взяв «...столько проводников и магнитных стрелок, сколько имеется букв, помещая каждую букву на отдельной стрелке» (рис. 4).

В этом же 1820 году немецкий физик Швейггер открыл, что если магнитную стрелку расположить не просто вблизи несущего ток проводника, а поместить внутри рамки, состоящей из нескольких витков провода, обтекаемого током, то дей-

ствие тока на магнитную стрелку значительно усиливается. Этот прибор Швейггер назвал мультипликатором, т. е. умножителем.

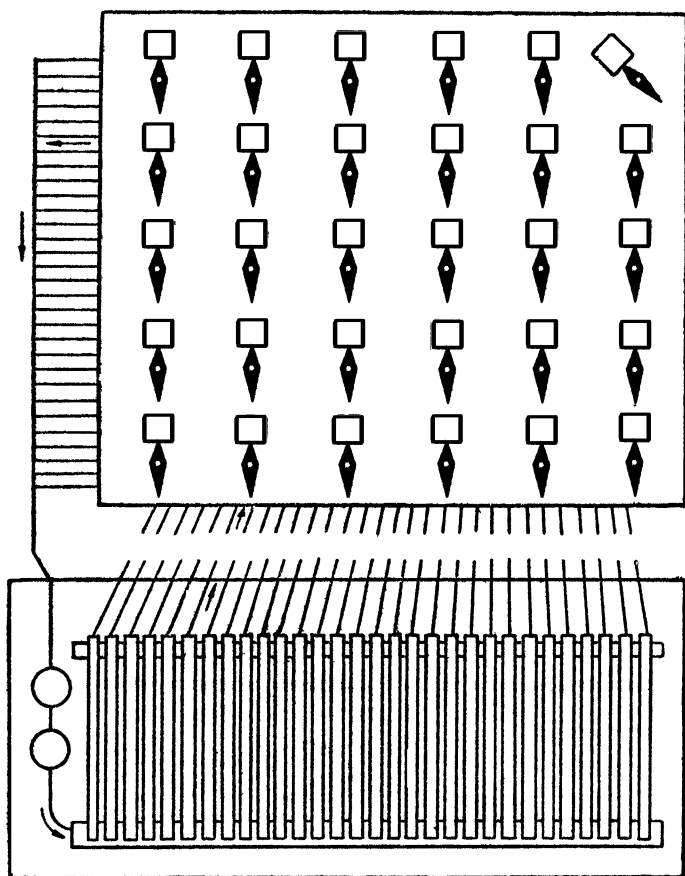


Рис. 4. Схема тридцатистрелочного телеграфа, выполненная в 1837 году Александром по плану Ампера.

После открытия Эрстеда десятки изобретателей занялись устройством электромагнитного телеграфа. Однако большинство из них, принимая указания Ампера буквально, были озабочены лишь поисками наилучшей конструкции для размещения 36 стрелок мультипликаторов. Не все изобретатели даже догадывались использовать общий провод для обратного тока, и поэтому некоторые из них предлагали прокладку 72 отдельных проводов.

П. Л. Шиллинг первым разработал аппарат с одним мультипликатором, требовавший прокладки всего двух проводов.

элементы процесса телеграфирования телеграфные системы	передатчик			телеграфная линия (телеграфный канал)	приемник				
	чтение текста	кодирование	передача кодовой комбинации		прием кодовой комбинации	запоминание кодовой комбинации	дешифровка кодовой комбинации	запись принятой буквы	составление принятого текста (наклейка лентки)
мудьтиялякаторные телеграфы									
пишущие телеграфы									
стрелочные телеграфы									
телеграф юза									
телеграф бодо									
стартстопные телеграфы									
телеграф недалекого будущего полностью автоматизированный	устройство автоматически считывающее текст	кодирующее устройство	передатчик		приемник	запоминающее устройство	дешифратор	печатающее устройство	рулонное устройство

Автоматизация процесса телеграфирования в начальный период развития телеграфии.

В азбуке, разработанной Шиллингом для одномультипликаторного телеграфа, каждая буква или цифра обозначалась одним или несколькими сигналами, последовательно передаваемыми на другую станцию по одной и той же паре проводов. В этом состояло одно из коренных отличий новой системы телеграфирования от разработанных ранее способов, предусматривавших обозначение каждой буквы передачей одного сигнала по отдельному проводу (число проводов равнялось числу букв).

Однако передача и прием расчлененных по времени сигналов требовали навыка, а следовательно, должны были осуществляться специально подготовленными для этого людьми. Поэтому для использования на коротких расстояниях П. Л. Шиллинг предложил два варианта многострелочных телеграфов, требовавших прокладки 7—8 проводов вместо двух, но зато обеспечивавших значительно большую простоту в передаче и чтении письменного знака.

Воспользовавшись, так же как в одномультипликаторном телеграфе, сигнализацией током двух направлений, ученый при помощи только шести мультипликаторов обеспечил передачу всех букв русского алфавита, обозначая каждую из них одновременно отклонением стрелок одного или двух мультипликаторов из шести.

Сначала Шиллинг комплектовал станцию шестистрелочного телеграфа приборами однострелочного телеграфа, т. е. составлял ее из шести отдельных передатчиков и шести отдельных приемников описанной выше конструкции. Кроме того, Шиллинг ввел седьмой мультипликатор, специально предназначенный для приема вызова, снабдив его часовым механизмом и звонком. Однако трудности работы с таким количеством отдельных приборов побудили Шиллинга разработать для шестистрелочного телеграфа единый передатчик с восемью парами белых и черных клавишей и единый приемник с шестью мультипликаторами, смонтированными на общей раме.

Имея в виду, что в латинском алфавите меньше букв, чем в русском, Шиллинг по этому же принципу в 1835 году построил для демонстрации на боннском съезде «Общества немецких естествоиспытателей и врачей» аппарат всего с пятью мультипликаторами, предназначавшийся для телеграфирования немецких и французских текстов.

Изобретению аппарата должно предшествовать изобретение кода

Вероятно, читатель уже заметил некоторую уже знакомую закономерность в развитии технических средств передачи информации. Их прогресс от простейших видов сигнализации к семафорному телеграфированию, затем, наконец, к электри-

ческому телеграфу повторил основные черты процесса развития письма от пиктографического рисунка к идеографическому знаку и затем, наконец, к алфавиту.

Весьма поучителен случай, когда изобретатели, пытавшиеся действовать вопреки указанной выше закономерности, жестоко за это поплатились. Во Франции, где существовала самая густая в мире сеть линий семафорного телеграфа, имелись значительные кадры подготовленных телеграфных служащих. Не желая переучивать многочисленных телеграфистов, директор французских телеграфов А. Фой и известный французский механик Л. Бреге разработали в 1845 году для первой французской линии электромагнитного телеграфа двухстрелочный мультипликаторный аппарат, в котором отклонение стрелок создавало различные фигуры азбуки семафорного телеграфа, а передатчик являлся подобием управляющего механизма сигнальной вышки (рис. 5). Разумеется, эти аппараты очень быстро показали свою несостоятельность, и Л. Бреге начал изготавливать в своей мастерской обычные буквенные стрелочные аппараты типа изобретенных к тому времени Б. С. Якоби.

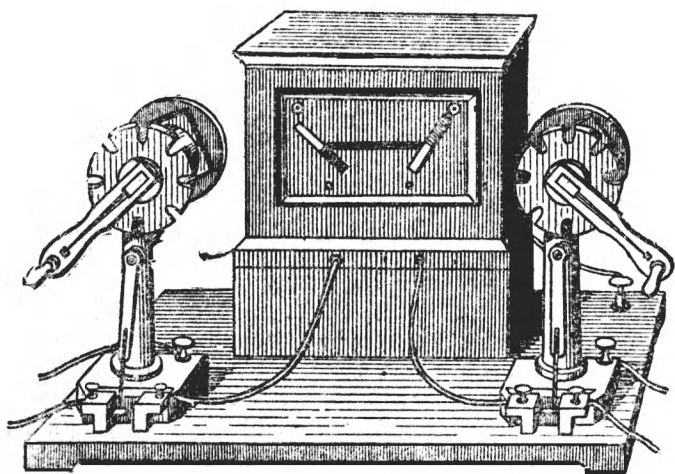


Рис. 5. Общий вид стрелочного аппарата Фойя и Бреге, воспроизводившего сигналы семафорного телеграфа.

Подавляющее большинство изобретателей электромагнитного телеграфа, включая Ампера, первым подавшего идею об его устройстве, не сомневалось в целесообразности именно побуквенной передачи сообщений электрическими сигналами. Однако при этом они были убеждены, что для передачи каждой буквы или цифры необходим отдельный провод, отдельный мультипликатор со стрелкой и отдельная клавиша. Заслуга П. Л. Шиллинга прежде всего в том и состоит, что он первым

понял необходимость разработать и применить специальную телеграфную азбуку для электромагнитного телеграфа.

«Шиллинг имел то особое преимущество, — писал после смерти ученого Б. С. Якоби, — что служебное положение позволяло ему вполне оценить потребности своей страны в средствах связи. Удовлетворение этих потребностей и составило задачу, которую он стремился разрешить на протяжении всей своей жизни, с одной стороны, привлекая на помощь успехи естествознания, с другой стороны, направляя свой исключительно острый ум на создание и составление простейшей телеграфной азбуки. В последнем деле замечательным подспорьем ему послужило специальное знание восточных языков. Два совершенно различных направления знаний — естественные науки и востоковедение — слились вместе, чтобы помочь возникновению телеграфии».

Добавим к этому, что ученый много занимался криптографией (тайнописью) и даже выдвинул в этой области целый ряд собственных оригинальных идей. Об этой стороне его деятельности один из современников Шиллинга сообщал, «что он сочинил для министерства такой тайный алфавит, т. е. так называемый шифр, что даже австрийский, такой искусный тайный кабинет, и через полвека не успеет прочесть».

Другой современник Шиллинга засвидетельствовал следующее: «Он изобрел разные, весьма остроумные и уважаемые по своей простоте и удобству, системы сигналов, а особенно криптографических и ключевых (циферных) писмен. В примере мы упомянем токмо об удивительном способе, придуманном им для изображения тремя лишь флагами до 3000 различных знаков, способе, изумившем своей простотой и непроницаемостью многочисленных знатоков, собравшихся на опытах, произведенных им в Вене в 1836 году».

Помимо указанных занятий криптографией, Шиллинг подверг специальному изучению все существовавшие азбуки и шифры семафорных телеграфов. После смерти изобретателя в его личном архиве было обнаружено 32 папки с подробными материалами о различных системах шифров и устройстве семафорных телеграфов.

Э. Х. Ленц также отмечал решающее значение работ Шиллинга над кодом. Ему пришлось быть очевидцем одной из демонстраций изобретателя, во время которой была успешно передана телеграмма, написанная китайскими письменами при помощи специально разработанного Шиллингом для этой цели кода. Следует отметить, что этот код оказался единственно возможным для китайской письменности, и его впоследствии пытались внедрить американские миссионеры.

Описывая телеграфы Шиллинга, известный немецкий физик Г. Мунке указывал, что «...для составления буквенных знаков Шиллинг ограничивался одной стрелкой, зная хорошо, что

для увеличения числа возможных одновременных комбинаций нетрудно поместить несколько стрелок в ряд, которые смогут быть приведены в движение столькими же проводами, сведенными в один общий кабель».

После того как Шиллинг продемонстрировал работу однострелочного телеграфа с неравномерным кодом и работу пяти- и шестистрелочных телеграфов с равномерной азбукой¹, значение кода стало настолько очевидным, что этим вопросом занялся целый ряд ученых. Значительное место уделит рассуждению о телеграфных кодах ученик Ленца В. Кайданов в своей диссертационной работе, получившей золотую медаль. Выдающийся русский математик В. Я. Буняковский занялся так называемой аналитикой комбинационных сочетаний, т. е. положил начало математическому исследованию вопросов кодирования. Якоби подчеркнул важное значение этой работы в докладе Петербургской академии наук в 1843 году.

Работам Шиллинга над кодом особое значение придавал известный немецкий физик К. Гаусс, побудивший своего ученика К. Штейнгейля реализовать идею нашего ученого о создании пишущего мультипликаторного телеграфа. Штейнгейль справедливо отмечал, что ранее «все телеграфные проекты терпели крушение, так как упускали из вида, что не множество разных знаков способствует скорости сообщения, а совершенно достаточно даже одного знака, если только он может быть повторен с достаточной быстротой и действовать в целесообразно построенных группах комбинационных сочетаний». Как известно, именно Штейнгейль построил первый в мире практически пригодный пишущий телеграф.

Вместе с тем неудачи С. Ф. Морзе, предпринимавшего ранее других попытки создать пишущий телеграф с электромагнитом в приемнике, главным образом объяснялись тем, что он сначала ограничивался простым заимствованием азбуки у семафорной телеграфии. Успех был достигнут только в 1844 году, после того как Морзе воспользовался идеями европейских изобретателей, а также результатами труда своего соотечест-

¹ Неравномерными называются коды с неодинаковым числом элементарных сигналов в разных кодовых комбинациях. Например, в азбуке Морзе буква Е обозначается самой короткой комбинацией — одной точкой (одним элементарным сигналом), а буква Ш обозначается самой длинной комбинацией — четырьмя тире. Так как тире втрое продолжительнее точки, а пауза между сигналами вдвое продолжительнее точки, то передача буквы Ш требует в 18 раз больше времени, чем передача буквы Е, и комбинацию, обозначающую букву Ш, считают состоящей из 18 элементарных сигналов. В равномерных же кодах все комбинации состоят из одинакового числа элементарных сигналов. Доказано, что самым целесообразным телеграфным кодом является пятизначный равномерный код, т. е. такой код, все комбинации которого содержат пять элементарных сигналов.

венника Г. Дайера, разработавшего один из вариантов неравномерного кода, который и послужил прототипом для так называемой азбуки Морзе.

Таким образом, важнейшей, если не самой главной заслугой П. Л. Шиллинга было изобретение кодов для электромагнитного телеграфа. Он первым наглядно показал их решающее значение для развития телеграфии и несостоятельность попыток изобретать телеграфные аппараты, не изобретая кодов. «Изобретение азбуки, — пишет известный современный телеграфный инженер Г. Гариссон, — логически предшествует изобретению аппарата, ибо тем самым, что установлена азбука, главные черты аппарата в сущности уже даны».

Первые этапы совершенствования телеграфного кода

Изобретение и усовершенствование мультипликаторных телеграфов, допускавших только визуальный прием кодовой комбинации, явилось первым этапом в развитии электромагнитного телеграфа. Для этого этапа было характерным применение равномерного кода в многострелочных аппаратах, обеспечивавших одновременное появление всей кодовой комбинации перед глазами телеграфиста.

Как уже указывалось, тогда же были изобретены также однострелочные мультипликаторные аппараты, основанные на неравномерном коде. Однако для работы с ними требовался большой навык и отменная зрительная память. Поэтому они могли бы получить распространение, если бы принимаемые сигналы автоматически записывались бы и необходимость их запоминать, таким образом, отпала бы. По свидетельству Якоби, это обстоятельство сознавал еще сам Шиллинг и пытался создать пишущий аппарат, «но не мог только устранить крайнюю сложность механизма».

Между тем с развитием железных дорог телеграфные линии становились длиннее. Затраты на устройство пятистрелочных телеграфов, требовавших прокладки для каждой линии шести проводов, становились непомерными. В США С. Морзе при поддержке сената и крупных капиталистов после прокладки в 1844 году первой телеграфной линии между Вашингтоном и Балтиморой наладил производство пишущих аппаратов.

В аппаратах Морзе запись производилась либо путем вдавливания, либо при помощи карандаша. В последующий период появились различные приспособления для записи чернилами, а сами аппараты в отличие от своих предшественников получили наименование черноп пишущих. Важную роль в усовершенствовании черноп пишущих аппаратов сыграло изобретение в 1854 году братьями Динье пишущего колеса.

Преимущество пишущих аппаратов по сравнению с одно-

мультипликаторными состояло в отсутствии необходимости запоминать последовательность поступающих сигналов. Тем не менее как в том, так и в другом случае требовалась расшифровка принимаемой телеграммы, что значительно осложняло подготовку телеграфистов, потребность в которых быстро возрастала в связи с широко развернувшимся строительством линий.

Изобретатели уже давно пытались создать аппарат, который работал бы на принципе синхронного и синфазного (т. е. одинакового по времени и положению) движения буквоуказывающих стрелок в передатчике и приемнике. Опыт, накопленный изобретателями при конструировании пишущих телеграфов, подсказывал им возможность электрически обусловить синхронизм работы механизмов передатчика и приемника. «Если в пишущем телеграфе для отметки знаков применяется движение вверх и вниз, — докладывал в 1843 году собранию Петербургской академии наук Б. С. Якоби, — то такого рода движение с успехом может быть превращено механическими способами в круговое для вращения стрелки. На этом основана особая система телеграфирования, которую я буду иметь честь предъявить вам».

За период 1842—1845 годов Якоби создал различные конструкции таких стрелочных аппаратов. Под воздействием электрических импульсов, посылаемых с передающей станции, стрелка аппарата совершала равномерно прерывистое пульсационное (шаговое) движение перед циферблатом с написанными на его окружности буквами и цифрами. Дойдя до изображения переданного знака, она останавливалась, а затем под воздействием новой серии импульсов снова продолжала движение до изображения следующего знака. В 1845 году стрелочными аппаратами Якоби были оборудованы телеграфные линии, связывавшие Петербург с Царским селом и Петергофом. Кроме того, такие аппараты были приняты в саперных частях русской армии.

Стрелочные телеграфы повсеместно применялись в качестве одного из основных типов устройств до начала второй половины прошлого столетия, хотя кое-где они встречались на железных дорогах еще совсем недавно¹.

Уже после изобретения первых пишущих телеграфов стало совершенно ясно, что самым удобным явился бы такой способ приема телеграммы, при котором она автоматически отпечатывалась бы обычными буквами. Многочисленные ранние по-

¹ Шаговый код получил впоследствии применение в ряде других областей. Например, автоматические телефонные соединения до сих пор во всех АТС осуществляются исключительно с помощью шагового кода. Разумеется, это далеко не единственный и даже далеко не наилучший код для АТС, и следует думать, что в будущих электронных АТС от него откажутся в пользу более рациональных кодов.

пытки осуществить автоматическое буквопечатание, основываясь на телеграфной азбуке и технических принципах пишущего телеграфа, естественно, потерпели неудачу, хотя принесли пользу в другом плане, приведя к конструированию первых пишущих машинок. Применение последних на телеграфных станциях позволило частично решить задачу, заменив рукописное оформление принятой телеграммы машинописным. Появление стрелочного телеграфа с синхронизирующим механизмом впервые открывало более реальные перспективы для создания буквопечатающего телеграфа.

С 1850 года было сконструировано немало разновидностей буквопечатающих аппаратов, основанных на использовании шагового кода. Однако эти аппараты работали очень медленно и ненадежно, так как для передачи каждой буквы или цифры требовалось послать в линию до 28 отдельных сигналов (импульсов тока).

Оригинальное решение, частично устранившее указанный недостаток, удалось найти известному физiku Давиду Юзу. В 1855 году он разработал буквопечатающий аппарат с непрерывно вращающимся типовым колесом на принципе, так называемого импульсно-селекционного кода, в котором для передачи каждой буквы или цифры требовалась посылка только одного импульса электрического тока.

Вероятно, читателю знакома система регистров, применяемая на пишущих машинках. На каждом печатающем рычаге машинки имеется не одна, а две литеры, и это дает возможность иметь вдвое меньше клавишей, используя одну и ту же клавишу для печатания двух знаков. Регистр в машинках переводится от руки путем нажатия специального рычага.

В своем телеграфном аппарате Юз впервые применил это изобретение с той лишь разницей, что перевод регистра совершался посылкой соответствующего импульса. Окружность печатающего колеса Юз разделил на 28 частей. 26 делений типового колеса были заняты награвированными знаками, причем в каждом делении были сделаны два знака: на четных половинах — буквы, на нечетных — цифры и знаки препинания. Одно свободное деление колеса оставлялось для приема буквенных пробелов, второе — для цифровых пробелов; к этим участкам колеса, свободным от гравировки, приемная лента прижималась в момент получения импульсов, вызывающих автоматический перевод печатающего механизма на печать букв или на печать цифр. Один и тот же импульс тока, одинаково сдвинутый по времени от начала отсчета, вызывал отпечаток либо буквы, либо цифры, в зависимости от того, какой из двух указанных сигналов был передан в начале передачи. Следовательно, аппарат Юза позволил использовать только 28 клавиш для передачи 52 различных знаков.

В соответствии с делением окружности типового колеса на 28 частей полный цикл работы передатчика должен был быть четко разделен по времени на 28 отрезков и посылка отдельных импульсов тока в линию должна была производиться строго в пределах границ одного из этих временных отрезков. Несоблюдение этого требования вызывало немедленное нарушение работы.

Аппарат Юза для своего времени являлся самым прогрессивным словом техники, так как позволил доводить скорость телеграфирования до 200 знаков в минуту. Он широко применялся во всех странах до двадцатых годов текущего столетия, когда был окончательно вытеснен аппаратами, построенными на основе более совершенных принципов поддержания синхронизма, а главное на значительно более рациональном коде, каким является равномерный пятизначный код.

Систематический прогресс в развитии телеграфной аппаратуры на основе применения все более совершенных кодов, в конечном счете имел целью все более широкую автоматизацию процесса телеграфирования. Как это наглядно показано на приведенном рисунке (стр. 24—25), с каждым новым этапом телеграфист все более освобождался от выполнения тех или иных функций, пока, наконец, его работа на последнем этапе не стала ограничиваться лишь манипулированием буквенными клавишами при передаче и наклеивкой ленты на бланк при приеме.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАУКИ О СИГНАЛАХ И КОДАХ

Первые сигналы через океан.

В середине XIX столетия телеграфия окончательно определилась как важнейшая самостоятельная отрасль техники. В России, Англии, США, Германии и Франции возникли специальные предприятия по производству телеграфного оборудования и началась массовая систематическая подготовка телеграфных специалистов. Во всех странах началось строительство телеграфных линий.

За пятнадцатилетний период (с 1854 по 1868 год) во многих странах общая протяженность телеграфных линий выросла в 5—7 раз, а в России более чем в 20 раз.

Началась интенсивная прокладка морских кабелей. Это дело было достаточно хорошо подготовлено трудами Шиллинга, Якоби, Уитсона, Сименса и других изобретателей.

В 1851 году Джон Бретт проложил первый морской кабель через Ламанш, соединив таким образом телеграфом Англию с континентом. В 1853 году прокладывается кабель через Финский залив и Петербург получает телеграфную связь с Кронштадтом. Таким же образом в эти годы Англия получает связь с Данией, Ирландией и Швецией. Корсика оказывается связана телеграфным кабелем с материком.

Удача способствует возникновению грандиозных планов организации телеграфной связи между Старым и Новым Светом. В 1854 году американский инженер Т. Шафнер представляет русскому правительству проект русско-американского телеграфа через Сибирь и Берингов пролив. Эту идею подхватывают некоторые русские инженеры. В 1857 году Д. Романов представляет проект прокладки телеграфного кабеля через Курильские и Алеутские острова. Однако ни правительство, ни отдельные лица в России не решаются финансировать сомнительное предприятие.

Но в это время уже задумано еще более рискованное предприятие. Американский богач Сайрус Филд берется финансировать прокладку телеграфного кабеля через Атлантический океан.

Целый год длились подготовительные работы, изготовление кабеля и снаряжение судов. Наконец, 5 августа 1857 года из ирландского порта Валенсия была начата прокладка кабеля. Со всего мира съехались наблюдатели, для того чтобы присутствовать при начале выполнения грандиозного проекта. Представителем России являлся член Петербургской академии наук И. Гамель — друг и биограф П. Л. Шиллинга.

Первая попытка окончилась утратой 335 миль дорогого кабеля. Через год, 10 июня 1858 года, суда снова вышли в море, но и на этот раз, погубив 200 миль кабеля, возвратились ни с чем. Однако Филд проявил редкую настойчивость и, восстановив за несколько недель потери, 17 июля 1858 года отправился в третье плавание, которое 5 августа завершилось успешной прокладкой свыше двух тысяч миль кабеля и посылкой через него первых телеграмм. Но всеобщее ликование по поводу успешного завершения великого предприятия оказалось преждевременным. 31 августа 1858 года связь по трансатлантическому кабелю внезапно прекратилась и уже более не восстанавливалась. Ликование сменилось грандиозным скандалом.

Однако потребность в быстром обмене сообщениями между континентами настолько обострилась, что через шесть лет была сделана еще одна попытка прокладки трансатлантического кабеля. Очередная неудача на этот раз принесла убыток, исчислявшийся суммой в 600 тысяч фунтов стерлингов.

Наконец, в следующем. 1866 году был достигнут успех, тем более полный, что помимо прокладки нового кабеля удалось найти утраченный в 1865 году кабель, поднять его концы в месте разрыва, срастить и его также ввести в эксплуатацию.

Однако с успешной прокладкой кабеля не были устранены все препятствия к установлению нормальной телеграфной связи между континентами. Еще в 1858 году несколько недель действия трансатлантического телеграфа убедили, что существовавшие пишущие аппараты, требовавшие для своей ра-

боты токов порядка 10—20 миллиампер, не в состоянии надежно работать даже при очень медленной передаче из-за большой электрической емкости кабеля.

Для разрешения этой проблемы к этому времени уже оказались подготовленными некоторые научные предпосылки. Сам рост телеграфной сети способствовал открытию и изучению закономерностей в электрических цепях. По этому поводу Дж. К. Максвелл в 1873 году писал, что «...важные приложения учения об электромагнетизме к телеграфии оказали воздействие и на чистую науку, придав коммерческую ценность точным электрическим измерениям и предоставив электрикам возможность пользоваться аппаратами в таких масштабах, которые далеко превосходили масштабы любой обычной лаборатории».

Эксплуатация первых длинных телеграфных линий и особенно морских кабелей позволила изучить и достаточно глубоко усвоить существо действительных процессов, протекавших в электрических цепях при телеграфировании. Опыт эксплуатации телеграфов не только укрепил правильные представления о распределении токов и напряжений в электрических цепях, окончательно опровергнув сомнения многочисленных критиков Ома и Кирхгофа. Трудности, встретившиеся при первых попытках телеграфирования по длинным морским кабелям, побудили крупнейших физиков (Якоби, Ленца, Максвелла, Гельмгольца, Поггендорфа, Уитстона и др.) заняться изучением роли самоиндукции и емкости в переходных процессах, протекающих в электрических цепях при телеграфировании.

Открытые при этом закономерности вместе с трудами Ома и Кирхгофа положили начало и завоевали признание новой научной дисциплины — теоретическим основам электротехники.

Tele grapho, phono, video

Далеко писать, говорить, видеть — таков смысл греческих и латинских слов, корни которых послужили основой для наименования средств электросвязи.

Природа одарила человека способностью видеть. Благодаря труду он научился осмысливать виденное и выражать свою мысль посредством речи. Уже затем он научился записывать свои мысли.

Процесс же развития электрических средств связи происходил в обратном порядке. Сначала человек научился передавать на расстоянии письмо (телеграф), только затем — речь (телефон) и лишь недавно — изображение (телевидение).

Открытие возможности передавать речь при помощи электрических сигналов было непосредственно подготовлено всем ходом развития телеграфной техники.

Еще в 1837 году американский инженер Ч. Пейдж заметил, что включения и выключения тока, протекающего через соленоид, подвешенный между полюсами подковообразного магнита, вызывают звук. В последующем это явление изучали многие физики, в том числе А. де ла Рив и Г. Вертгейм, показавшие в 1849 году, что замыкания и размыкания цепи обмотки электромагнита вызывают продольные колебания его сердечника. Применяя в качестве сердечника электромагнита прут из мягкого железа, они установили, что тон получаемых при этом звуков находится в строгой зависимости от частоты замыканий и размыканий электрической цепи.

В ближайшие затем годы было создано множество конструкций так называемых вибраторов (зуммеров), представлявших собой электромагнит, якорь которого, приходя в колебание, автоматически производил замыкание и размыкание электрической цепи его обмотки. В 1852 году чешский физик Ф. Петжина использовал усовершенствованный им вибратор в качестве телеграфного приемника. В разработанной им системе звукового телеграфирования передаваемые буквы обозначались комбинациями коротких и длинных звуковых сигналов.

К этому времени внимание изобретателей привлекла еще одна возможность, открывшаяся в результате изучения действий прерывистого тока на электромагнит. Основываясь на том, что высота получаемого в электромагните звука строго соответствует частоте прерываний тока в его обмотке, в 1854 году французский механик Ш. Бурсель предложил использовать эту зависимость для передачи человеческой речи при помощи электричества. В 1860 году немецкий учитель физики Ф. Рейс изготовил передатчик, состоявший из натянутой перепонки, которая, приходя в колебание под действием звука, замыкала и размыкала электрическую цепь. К другому концу этой цепи подключался приемник, состоявший из обмотки, надетой на вязальную спицу, прикрепленную к резонирующей подставке. При помощи устройства Рейса можно было слушать музыку в соседнем помещении. Свое изобретение Рейс назвал телефоном и, таким образом, впервые ввел это слово в обиход.

Все эти открытия и изобретения подготовили почву для развития идеи об одновременной передаче нескольких телеграмм по одному и тому же проводу токами разной частоты, т. е. идеи создания так называемого «гармонического телеграфа».

В конечном счете, попытки изобрести гармонический телеграф привели к открытию действительной возможности передачи человеческой речи. Первым эту возможность открыл в 1874 году американский ученый Э. Грей, а вслед за ним его соотечественник учитель школы глухонемых А. Белл. Оба они пришли к этому открытию одним и тем же путем при испыта-

ниях действия гармонического телеграфа. Их патентные заявки на телеграфное устройство, сделанные независимо друг от друга в один и тот же день, 14 февраля 1876 года, оказались в существенных чертах сходными.

Возможность видеть дальше, чем то допускали природные свойства органов зрения, появилась с изобретением в начале XVII века в Голландии зрительной трубы. В 1609 году Г. Галилей построил первый телескоп, дававший трехкратное увеличение. Зрительная труба сыграла в истории телевидения ту же роль, какую сыграли семафор в истории телеграфа и рупор в истории телефона.

Мысль о передаче изображений при помощи электрических сигналов возникла вслед за распространением электромагнитных телеграфов. По первоначальной идее поверхность черно-белого рисунка, подлежащего передаче, разбивалась на равные клетки при помощи горизонтальных и вертикальных линий. При достаточном количестве клеток в каждой из них оказалась бы либо черная, либо белая часть изображения. Условились бы, например, что черный элемент передается посредством тире, а белый передается посредством точки. Тогда все элементы изображения могли бы быть переданы в определенной последовательности, а принимающему телеграфисту оставалось бы, имея перед собой заранее расчерченный лист чистой бумаги, заштриховывать те клетки на этом листе, которые соответствовали бы поступившим сигналам тире.

Разумеется, описанный способ передачи изображения практически был совершенно непригоден. Даже натренированному телеграфисту потребовалось бы не менее 12 часов, чтобы передать таким образом с четкостью современного телевидения, но совершенно без полутеней, только лишь один кадр изображения.

Задача была бы более выполнима, если бы, по крайней мере, удалось придумать прибор, который вместо телеграфиста автоматически считывал бы элементы изображения и посылал соответствующие сигналы в линию с необходимой быстротой. Вскоре такой прибор был изобретен. Он был назван фотоэлементом.

В 1873 году на берегу Ирландии на оконечной станции трансатлантического кабеля телеграфный инженер станции Мэй, работая с селеновым сопровитвлением, случайно обнаружил, что проводимость селена заметно изменялась в зависимости от интенсивности падающего на него света, т. е. Мэем было открыто явление внутреннего фотоэффекта. Через 15 лет немецкий ученый Галльвакс установил, что лучи света выбивают электроны из отрицательно заряженной металлической пластинки, т. е. открыл явление фотоэлектронной эмиссии, или внешнего фотоэффекта. Известный русский физик А. Г. Сто-

летов в 1888—1889 годах всесторонне исследовал это явление и создал первый вакуумный фотоэлемент.

В 1880 году англичане Айртон и Перри предложили проект искусственного глаза, в котором сетчатку воспроизводил бы экран, состоящий из фотоэлементов. Проектируя передаваемое изображение на этот экран при помощи объектива, можно было бы возбуждать соответствующий ток в каждом фотоэлементе. Ток от каждого фотоэлемента мыслилось передавать по отдельному проводу в электромагнит соответствующей ячейки приемного экрана. В зависимости от силы тока электромагнит в большей или меньшей мере открывал бы заслонку ячейки приемного экрана, регулируя тем самым яркость свечения лампочки из этой ячейки.

Хотя предложение сулило возможность передачи изображения во всех полутонах, оно, разумеется, также еще было практически несостоятельным. Передача изображения с четкостью современного телевидения потребовала бы прокладки кабеля с количеством жил более четверти миллиона. Экран передатчика должен был бы иметь столько же фотоэлементов, а экран приемника содержать столько же ячеек с лампочками и электромагнитами.

В 1884 году немецкий инженер П. Нипков изобрел первую практически пригодную, так называемую механическую телевизионную систему. Воспользовавшись принципом синхронной работы механизмов передатчика и приемника, который к тому времени был достаточно хорошо разработан в телеграфной технике, Нипков положил в основу своей системы вместо одновременной передачи всех элементов изображения их последовательную передачу. Это ему позволило иметь в передатчике только один фотоэлемент, в приемнике — один источник света, а между ними — один-два провода. Система Нипкова позволила передавать изображения с четкостью в 10—20 раз меньшей, чем в современном телевидении.

Важнейший вклад в развитие телевидения был сделан русским ученым Б. Л. Розингом, который в 1907 году разработал первую телевизионную систему с электронно-лучевой (катодной) трубкой в приемнике. «Катодный пучок есть именно то идеальное безынертное перо, которому самой природой уготовано место в электрическом телескопе», — писал Б. Л. Розинг в книге, которую он издал под названием «Электрическая телескопия (видение на расстоянии)». Ближайшие задачи и достижения»¹.

¹ Это название справедливо не только по форме, но и по существу. Успехи телесвидения последних лет вооружили астрономию сверхмощными телескопами, присоединение телевизионной камеры к телескопу позволяет увеличить его мощность в сотни раз. Главное же, именно при помощи телевизионной аппаратуры оказалось возможным получить изображение обратной стороны Луны,

Развитие телефонной техники способствовало изобретению звукозаписи, а успехи научной мысли в области телевидения привели к изобретению фототелеграфа (или телефотографии, как некоторые ученые предложили правильнее называть эту отрасль техники электросвязи).

Однако весь этот богатый комплекс электрических средств связи становилось невозможным использовать достаточно широко, ограничиваясь передачей сигналов только по проводам. Особенно убедительно это показали первые попытки организовать вещание и телевизионные передачи.

Radio

Излучать, т. е. посылать сигналы без проводов, — вот каков смысл латинского слова, обозначившего наступление новой эры в развитии техники вообще, в развитии техники связи в первую очередь.

Морской флот, являвшийся еще со времени великих географических открытий первым претендентом на новые средства связи, менее всего смог воспользоваться замечательными успехами электросвязи XIX века.

Когда из порожденных потребностями мореплавания фантастических идей о симпатическом телеграфировании, наконец, выкристаллизовались реальные формы нового средства связи, последние оказались прикованными сетью проводов и кабелей к неподвижным стационарным пунктам суши.

Поэтому наряду с практическим осуществлением и развитием проводного телеграфа в недрах телеграфии продолжались упорные попытки осуществить идею беспроводной связи.

Попытки использовать для беспроводного телеграфирования взаимодействия магнитов, как выше уже говорилось, были предприняты еще в 1588 году Джанбаттиста делла Порта, но он тогда же сам установил, что указанное взаимодействие могло быть с практическим успехом осуществлено только на расстоянии всего лишь в несколько метров.

Успехи в изучении электростатической и электромагнитной индукции привели к многочисленным попыткам использовать также и эти явления для осуществления беспроводного телеграфирования. В 1885 году Т. Эдисон совместно со своими помощниками разработал беспроводный телеграф, действовавший на принципе электростатической индукции для связи движущегося поезда со станциями. Несколькими годами позже Оливер Лодж высказал идею аналогичного беспроводного телеграфа, действовавшего на принципе электромагнитной индукции. Последний был разработан и даже введен в эксплуатацию в гористых районах Шотландии Вильямсом Приссом.

Представление о перечисленных выше явлениях как о единственных, на которых могло бы основываться беспроводное телеграфирование, таким образом, господствовало даже после опубликования в 1873 году Дж. К. Максвеллом «Трактата об электричестве и магнетизме». Д. Юз, понимавший и разделявший взгляды Максвелла, в 1879 году, экспериментируя со своими изобретениями и испытывая при помощи телефона плохие контакты между металлами, обнаружил электромагнитные волны. Однако английские ученые, которым Юз продемонстрировал в 1880 году обнаруженные им явления, настолько убежденно приписывали их действию электромагнитной индукции и в такой категорической форме отвергли предположения Юза о возникновении электромагнитных колебаний, что он оставил свое открытие без последствий. Только спустя семь лет, в 1887 году, немецкий физик Г. Герц впервые нашел способ возбуждать и обнаруживать электромагнитные волны.

7 мая 1895 года русский физик А. С. Попов впервые продемонстрировал устройство для приема телеграфных сигналов без проводов. Этот день вошел в историю как положивший начало новой эре в научно-техническом прогрессе и ежегодно отмечается как День радио.

От земных расстояний к космическим

Микрофон и фотоэлемент возбуждали лишь слабые сигналы. Поэтому речь передавалась по проводам на относительно небольшие расстояния (до сотен километров), а беспроводное телефонирование на первых порах встретило, казалось бы, непреодолимые препятствия. Производить же передачу не то что движущихся, но даже неподвижных изображений, не только по радио, но даже по проводам, не удавалось на расстояния, имевшие какое-либо практическое значение.

В телеграфии очень рано появился своеобразный метод усиления принятых сигналов при помощи так называемых местных батарей. Этот метод был также использован в известной читателю схеме радиоприемника А. С. Попова. Однако схема с местной батареей пригодна только для усиления телеграфных сигналов. С развитием телефонии и попытками осуществить передачу изображений выяснилась необходимость создать усилитель для электрических сигналов любой частоты, а изобретение радио сделало эту задачу особенно насущной.

Еще в 1883 году Т. Эдисон, занимаясь усовершенствованием электрических осветительных ламп, случайно обнаружил явление термоэлектронной эмиссии. Дальнейшее изучение физиками этого явления привело к изобретению двухэлектродной лампы — диода. В 1904 году английский физик Д. А. Фле-

минг предложил использовать диод в качестве детектора в радиоприемных устройствах. В 1907 году американский ученый Ли де Форест разработал трехэлектродную лампу — триод, в которой третий электрод (сетка) позволял управлять потоком электронов.

Изобретение триода предоставило мощное средство для разрешения задачи усиления слабых радиосигналов и генерирования незатухающих электрических колебаний. Классическая схема лампового генератора была предложена в 1913 году австрийским радиотехником Мейснером. Важные усовершенствования в генераторную лампу были внесены нашими соотечественниками Н. Д. Папалекси и М. А. Бонч-Бруевичем. Развитие радиотехники способствовало также разработке более совершенных методов расчета электрических фильтров.

Таким образом, к 20-м годам текущего столетия оказались налицо все необходимые предпосылки для осуществления многочастотной телеграфной и телефонной связи, вещания, передачи неподвижных и движущихся изображений как по проводам, так и по радио.

Постепенно для любого из средств электросвязи не оставалось практически непреодолимых земных расстояний. Изобретение же полупроводниковых электронных приборов принесло новые успехи и позволило в течение последних лет осуществить передачу сигналов уже не в земных, а в космических масштабах.

При запуске искусственных спутников Земли и космических ракет советским специалистам пришлось преодолеть немалые трудности с подготовкой радиоэлектронного оборудования. Вся аппаратура должна была действовать автоматически, надежно и притом иметь малые размеры. Поэтому мощность передатчиков, установленных на ракетах, по необходимости была в десятки тысяч раз меньше мощности обычных радиостанций, в то время как расстояние до ракет было в сотни раз большим, чем наши земные расстояния.

В успешном запуске советской космической ракеты на Луну решающую роль сыграла сверхвысокая точность работы всех радиоэлектронных приборов ракеты. Эту точность характеризуют следующие изумительные цифры. Радиус Луны составляет всего лишь 1738 километров, а расстояние до нее более чем в 220 раз больше. Поэтому угол, под которым Луна наблюдается с Земли, составляет всего только четверть градуса, и, следовательно, допустимое отклонение скорости движения ракеты не должно превышать одного метра в секунду, что составляет 0,01% расчетной скорости движения ракеты, которая равна 11,2 километра в секунду. Начальные условия полета ракеты были таковы, что время старта должно было быть соблюдено с точностью до секунды.

Применение электронных усилителей и ламповых генераторов неизмеримо увеличило возможную дальность передачи информации и расширило возможность наиболее выгодного использования линий связи. Вместе с тем оно побудило ученых к дальнейшим исследованиям и обобщениям.

Новая наука

С появлением электронных усилителей некоторым специалистам сперва казалось, что исчез предел для усиления сигнала и все дело сводится только к вопросу о количестве применяемых в том или ином случае каскадов усиления. Однако скоро выяснилось, что в действительности дело обстоит совсем не так. Помехи (шумы), которые возникают в линиях связи и на которые раньше ввиду их малой величины совсем не обращалось внимания, теперь усиливались вместе с передаваемым сигналом. Кроме того, оказалось, что усилители сами вносят дополнительные шумы и что чрезмерное усиление приводит к тому, что подлежащий приему сигнал ими совершенно забывается.

Так возникла первая общая для всех средств передачи информации проблема — проблема обеспечения помехоустойчивости в системах связи, иначе говоря проблема надежности связи.

Применение ламповых генераторов и электрических фильтров позволило использовать одну и ту же линию связи для одновременной передачи по ней многих сообщений различными средствами электросвязи. По современному кабелю или радиотелеграфной линии можно одновременно передавать сотни и тысячи телеграмм, десятки и сотни телефонных разговоров, фототелеграммы, радиовещательную и телевизионную программы. Таким образом, огромный размер материальных затрат, которых требует прокладка длинной линии связи, стал при таких возможностях более оправданным. Но вместе с тем и сооружение современных линий стало обходиться дороже и поэтому стало еще важнее строить систему электросвязи самым экономным (эффективным) образом, т. е. таким образом, чтобы через линию связи могло бы быть передано наибольшее количество информации, иначе говоря, чтобы система связи имела бы наивысшую пропускную способность.

Так возникла вторая общая для всех средств передачи информации проблема — проблема эффективности связи.

Но при первых же попытках разобраться в этих проблемах ученые сразу встретились с большими затруднениями. До тех пор, пока исследования касались только линий и передачи по ним электрических сигналов, техника электропередачи находила исчерпывающий ответ на все свои запросы в теории электротехники. Теперь же, когда дело коснулось познания

процесса передачи самой информации (а не только изучения поведения тока, несущего эту информацию), потребовалось найти закономерности, общие (т. е. одинаково справедливые) для всех средств связи.

Между тем казалась совершенно невероятной возможность сравнивать телеграф с телефоном или фототелеграфом, например, по количеству переданной за единицу времени информации. В первом случае передаются отдельные импульсы тока, сочетания которых соответствуют буквам алфавита и определяются телеграфным кодом. Во втором же случае передается непрерывный электрический ток, колебания которого соответствуют изменениям звука перед микрофоном или изменениям света перед фотоэлементом.

Советский радиотехник (ныне академик) В. А. Котельников первым в 1933 году математически обосновал теорему, позволявшую рассматривать непрерывный телефонный сигнал или видеосигнал состоящим из ограниченного числа прерывистых (дискретных) сигналов. Метод, предложенный ученым, позволил анализировать в самом общем виде вопросы пропускной способности проводных и радиолиний. Исходя из разработанной им теории, В. А. Котельникову в 1946 году удалось доказать, что существует определенная предельно достижимая степень помехоустойчивости, которая не может быть превзойдена в самой совершенной системе передачи информации.

В дальнейшем, опираясь на работы советских математиков, А. А. Маркова, А. М. Ляпунова, А. Н. Колмогорова и их учеников, целый ряд ученых разработал стройную математическую теорию сигналов. Важнейшими явились работы американского инженера К. Е. Шеннона в 1948 году, советских исследователей В. В. Солодовникова в 1952 году и А. А. Харкевича в 1955 году.

В результате этих работ получили математическое обоснование вопросы количественной оценки информации, надежности ее передачи, кодирования сообщений, формы сигналов, их преобразования и передачи как в системах связи, так и в системах автоматики, телемеханики и телеуправления.

В 1948 году американский ученый Норберт Винер опубликовал разработанную им математическую теорию, распространявшую учение о сигналах не только на машины, но и на живые организмы. В честь основоположника теории электромагнитных колебаний Д. К. Максвелла, кроме того исследовавшего действие корабельных механизмов, он назвал свою теорию кибернетикой, что по-гречески означает искусство вождения кораблей.

Таким образом, современная наука о сигналах и кодах представляет собой стройную математическую теорию, позволяющую одинаково успешно производить количественные оценки в существенно различных областях — в электросвязи

и в языкознании, в автоматике и в физиологии, в счетно-вычислительной технике и в управлении предприятием, словом, везде, где осуществляется процесс передачи информации.

Что же такое кибернетика?

Известный советский математик А. Н. Колмогоров отвечает на этот вопрос следующим образом: «Кибернетика занимается изучением систем любой природы, способных воспринимать, хранить и перерабатывать информацию и использовать ее для управления и регулирования».

Французский психиатр Поль Косса, посвятивший себя исследованию мозга методами кибернетики, справедливо отмечает, что «...став кибернетиком, нейрофизиолог остается в своих сочинениях нейрофизиологом, физик — физиком и социолог — социологом. Понятно, что представление о кибернетике, которое получает читатель, меняется, смотря по тому, читает ли он произведения кибернетика-инженера или кибернетика-нейролога». Исходя из этого П. Косса, однако, делает поспешный вывод, что «...кибернетика не есть в точности ни наука, ни дисциплина, но — движение идей».

Наоборот, английский биолог Росс Эшби пишет, что «кибернетика примерно так же относится к реальным машинам — электронным, механическим, нервным и экономическим, — как геометрия к реальным объектам в нашем земном пространстве... Кибернетика дает общий остов, на котором могут быть расположены, сопоставлены и поняты все индивидуальные машины».

Норберт Винер, давший имя и положивший начало кибернетике, писал, что современное познание «возможно только на пути исследования сигналов и относящихся к нему средств связи и что в будущем развитию этих сигналов и средств связи, развитию обмена информацией между человеком и машиной, между машиной и человеком, и между машиной и машиной суждено играть все возрастающую роль».

По поводу содержания кибернетики Н. Винер писал следующее: «Помимо электротехнической теории передачи сигналов, существует более обширная область, включающая в себя не только исследование языка, но и исследование сигналов, как средства, управляющего машинами и обществом; сюда же относятся усовершенствования вычислительных машин и других подобных автоматов, соображения о психологии и нервной системе и относительно новый метод самой теории информации».

О самом названии новой науки Н. Винер писал, что «...до недавнего времени не существовало слова для выражения этого комплекса идей, и, стремясь охватить всю область одним термином, я почувствовал себя вынужденным изобрести его».

Отсюда термин «кибернетика». Н. Винер называет кибернетику «наукой об управлении и связи в животном и машине».

По поводу самого названия «кибернетика» А. Н. Колмогоров справедливо отмечает, что «сейчас уже поздно спорить о степени удачи Винера, когда он в своей известной книге в 1948 году выбрал для новой науки название «кибернетика». Это название достаточно установилось и воспринимается как новый термин, мало связанный со своей греческой этимологией».

Следует отметить, что наряду с таким весьма общим названием, как «кибернетика», многие ученые выдвинули и узаконили целый ряд других названий, закономерно появившихся в связи с тем, что в свете новых представлений ими исследовались совершенно конкретные области знания. Физики, избегая применять название «кибернетика» (как это делает, например, американский физик Л. Бриллюэн), предпочитают называть новую науку «теорией информации». Другие называют ее новой статистической теорией, основываясь на том, что новая наука широко использует методы математической теории вероятностей.

Особый интерес представляет отношение специалистов связи к рассматриваемому вопросу, так как из всех затронутых кибернетикой областей науки и техники связь является старейшей.

Известный советский теоретик связи А. А. Харкевич в 1954 году провозгласил появление новой самостоятельной теоретической дисциплины, назвав ее «общей теорией связи». Если кибернетика занимается изучением систем любой природы, способных воспринимать, хранить и перерабатывать информацию для любой цели, то указанная новая дисциплина ограничивается изучением исключительно систем связи, то есть изучением проблем, связанных с техникой передачи информации из одного места в другое при помощи электрических сигналов.

Следует отметить, что начало формирования этой новой дисциплины предшествовало появлению кибернетической теории и существенным образом способствовало развитию последней. Еще в 1928 году американский ученый Р. В. Хартли предложил метод сравнения между собой различных систем связи в отношении эффективности, то есть, как разъяснялось выше, способности системы обеспечивать передачу определенного количества информации при определенных технических затратах.

Необходимая для этого универсальная, то есть одинаково применимая для любой системы связи, мера количества информации (сообщений, сведений) и была обоснована Хартли, а затем в 1948 году метод Хартли был усовершенствован в результате работ К. Е. Шеннона.

*

* *

Настоящая брошюра познакомила читателя с основным кругом вопросов, касающихся способов передачи информации (сообщений, сведений). При этом ставилась задача дать читателю самое широкое представление об этом предмете, находящемся в центре внимания многих современных отраслей техники и многих научных дисциплин.

Разумеется, не преследовалась цель дать исчерпывающее представление о передаче сигналов и кодировании, о специальных приложениях теории информации. Трудно найти теперь такую научно-техническую область, которой эти вопросы в той или иной мере не касались бы.

Ниже приводится перечень литературы, подобранной таким образом, что читатель сможет выбрать себе книгу в соответствии со своей подготовкой и специальными интересами для более углубленного ознакомления с тем или иным частным вопросом нашей обширной темы. Цель настоящей брошюры будет достигнута, если читатель после ее прочтения окажется более подготовленным к пониманию указанных специальных вопросов.

ЛИТЕРАТУРА

- Э. Кольман. Кибернетика. Изд-во «Знание», 1956.
В. В. Солодовников. Некоторые черты кибернетики. Изд-во «Знание», 1956,
А. В. Яроцкий. Развитие телеграфии. Изд-во «Знание», 1957.
З. Л. Синкевич. Наука о психической деятельности. Изд-во «Знание», 1958,
Л. Гринилев. О кибернетике. Изд-во «Знание», 1959.
С. Ф. Анисимов. Человек и машина. (Философские проблемы кибернетики).
Издательство Общества по распространению политических и научных
знаний РСФСР. 1959.
Н. Кобринский и В. Пекелис. Быстрее мысли. Изд-во «Молодая гвардия»,
1959.
А. А. Харкевич. Очерки общей теории связи. ГИТТЛ. 1955,
Л. Бриллюэн. Наука и теория информации. ГИФМЛ. 1960,
И. А. Полетаев. Сигнал. М. 1958.
Н. Винер. Кибернетика и общество. М. 1958.
-

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Рождение сигнала	
Жизнь протекает в мире сигналов	3
«Сигналы сигналов» как непосредственная действительность мысли	6
«Сигналы сигналов» становятся бессмертными	7
От сигналов-рисунков к сигналам-буквам	9
Возникновение сигнализации и почты	13
Изобретение кода	
На рубеже двух эпох	15
Сигналы «дальноизвещающей машины»	17
Изобретение электромагнитного телеграфа	22
Изобретению аппарата должно предшествовать изобретение кода. .	26
Первые этапы совершенствования телеграфного кода	30
Возникновение науки о сигналах и кодах	
Первые сигналы через океан	33
Tele grapho, phono, video	35
Radio	39
От земных расстояний к космическим	40
Новая наука	42
Что же такое кибернетика?	44
Литература	47



75 коп.

С 1. I. 1961 г. цена 8 коп.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Полное солнечное затмение — редкое явление в одной и той же местности, хотя вообще на Земле они бывают каждый год.

Ближайшее полное солнечное затмение, которое пройдет полосой от границ Болгарии и Румынии через Крым, Нижнюю и Среднюю Волгу, Уфу и Северный Урал, произойдет 15 февраля 1961 года. Как частное, оно будет видно в большей части нашей страны. Этому явлению посвящена выпускаемая издательством «Знание» брошюра проф. П. И. Попова «Солнечное затмение в 1961 году».

В ней рассказывается о причинах затмений, об их видах, о том, что дает науке наблюдение солнечных затмений, опровергаются суеверия, связанные с затмениями.

В брошюре имеются подробные данные о том, в каких точках, в какое время и как будет проходить солнечное затмение 1961 года.

Школьники и любители смогут воспользоваться рекомендациями автора для подготовки к наблюдениям и для изготовления простейших приспособлений.

Большую помощь в наблюдениях окажет печатаемая карта, на которой показана полоса полного затмения, а также время и величина полного и частного затмения для различных районов СССР.

Имеются и другие иллюстрации.

Лекторы и пропагандисты найдут в брошюре советы по проведению лекций и бесед.

Брошюра выйдет из печати в августе 1960 года.

Требуйте ее в книжных магазинах и киосках.

Цена 65 коп.