

МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Лекция по дисциплине:
ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА**

Тема № 1

**Основы функционирования и принципы построения
систем передачи информации**

Занятие № 2

Первичные сигналы

**Руководитель занятия
полковник запаса Гарманов Сергей Семенович**



Учебные вопросы:

1. Телефонный сигнал.
2. Телеграфный сигнал и сигнал передачи данных.
3. Факсимильный сигнал.
4. Телевизионный сигнал



Учебный вопрос № 1

Телефонный сигнал

Телефон был изобретен А.Г. Беллом, учителем в школе глухонемых, в американском городе Бостоне в 1876 году.

В современных телефонах используются, как правило, чувствительные угольные микрофоны (на рисунке).

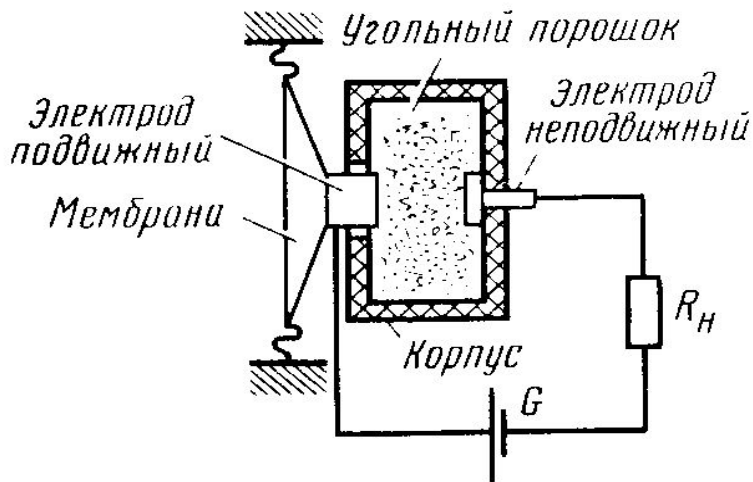


Рис. 1. Схема микрофона телефонного аппарата



Рис. 2. Схема преобразования речи в электрический ток

Мембрана микрофона соприкасается с **угольным порошком**, а по цепи от элемента постоянного тока проходит ток. Как только мембрана начинает вибрировать от звуковых колебаний речи, порошок начинает то уплотняться, то разрыхляться, меняя свое сопротивление току. В результате, постоянный ток в цепи тоже начнет менять свое значение (амплитуду) с частотой изменения звуковых колебаний.

Речь – это процесс, частотный спектр которого находится в диапазоне от 50-100 до 8000-10000 герц (Гц).

Качество речи остается вполне удовлетворительным, если ограничить спектр сверху и снизу частотами 300 и 3400 Гц. Эти границы приняты Международным союзом электросвязи (МСЭ) в качестве границ эффективного спектра речи.

Как видно из рисунка, некоторые частотные составляющие речи усилены, а другие ослаблены. Усиленные области спектра частот называют **формантами**.

Звуки речи различных людей различаются числом формант и их расположением в частотном спектре. Отдельные звуки могут иметь до шести формант, из которых только **одна или две являются определяющими**.



Спектр человеческой речи

При этом они обязательно лежат в диапазоне 300 – 3400 Гц. Между формантами лежат менее мощные составляющие звуковых частот. Однако, именно они придают голосу каждого человека индивидуальность, позволяющую узнавать его.

Источниками звука при передаче программ вещания обычно являются музыкальные инструменты или голос человека. Формирование сигналов звукового вещания и их прием осуществляется также, как и телефонных сигналов. Используются лишь другие типы микрофонов.

Спектр звукового сигнала занимает полосу частот 20...20000 Гц. Однако, в зависимости от требований к качеству воспроизведения ширина спектра сигнала вещания может быть ограничена.

Для достаточно высокого качества (каналы вещания первого класса) полоса частот должна составлять 50...10000 Гц.

Для безукоризненного воспроизведения программ вещания (высшего качества) 30...15000 Гц.



Частотный диапазон голосов певцов и певиц, Гц	
Голоса	Частотный диапазон, Гц
Бас	80-350
Баритон	100-400
Тенор	130-500
Контральто	170-780
Сопрано	250-1000
Колоратурное сопрано	260-1400



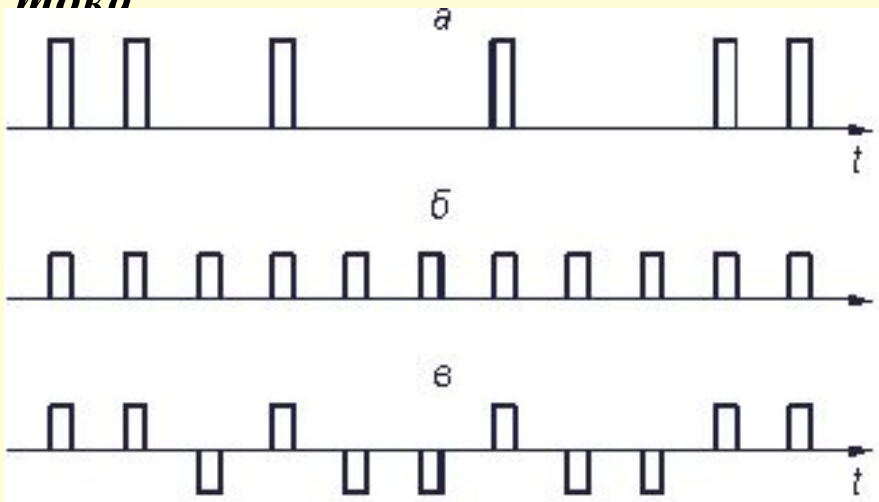
Учебный вопрос № 2

**Телеграфный сигнал и сигнал
передачи данных**

Все рассматриваемые ранее сигналы являлись **непрерывными**. Сигналы телеграфии и передачи данных являются дискретными.

Устройства преобразования телеграфных сообщений и данных в электрический сигнал представляют каждый знак сообщения (букву, цифру) в виде определенной комбинации импульсов и пауз одинаковой длительности.

Импульс соответствует **наличию тока** на выходе устройства преобразования (например, телеграфного аппарата), пауза – отсутствию тока



Представление потока импульсов (а) в виде: регулярной (б); случайной (в) – составляющих.

В телеграфии таблица, которая ставит в соответствие буквам, цифрам и другим знакам комбинации импульсов и пауз, **называется телеграфным кодом**.

Если обозначить импульс «1», а паузу «0» и воспользоваться международным телеграфным кодом **МТК-2**, то можно знак «А» записать в виде – 11000, знак «В» в виде – 10011.

Для передачи данных используют более сложные коды, которые позволяют обнаруживать и исправлять ошибки в принятой комбинации импульсов, возникающие от действия помех.

Устройства преобразования сигналов телеграфии и передачи данных в сообщения по принятым комбинациям импульсов и пауз восстанавливают в соответствии с таблицей кода знаки сообщения (буквы, цифры и др.) и выдают их на **печатающее устройство либо на **экран дисплея**.**

Чем меньше длительность импульсов, отображающих сообщения, тем больше их будет передано в единицу времени. Величина, обратная длительности импульса, называется скоростью телеграфирования:

$V = 1/\tau_{и}$, где $\tau_{и}$ - длительность импульса, (сек).

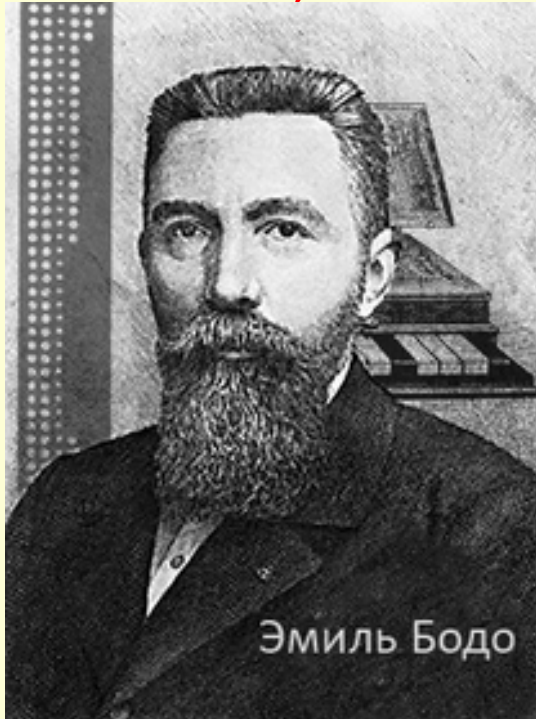
В честь французского инженера Ж.Бодо, единицу скорости телеграфирования называли **БОДОМ**.

При длительности импульса $\tau_{и} = 1$ с, скорость $V=1$ Бод.

В телеграфии используются импульсы длительностью 0,02 сек., что соответствует **стандартной** скорости телеграфирования 50 Бод.

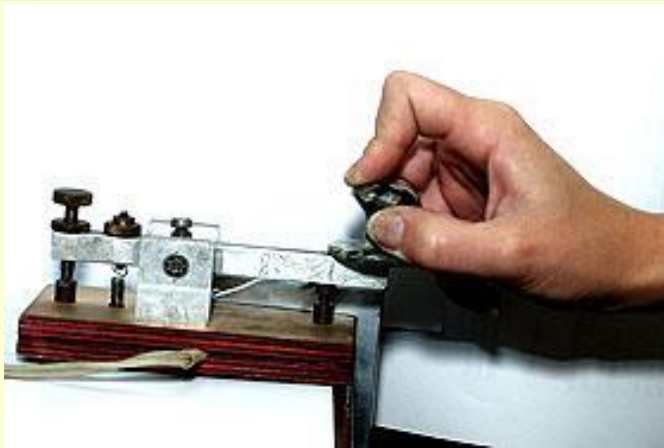
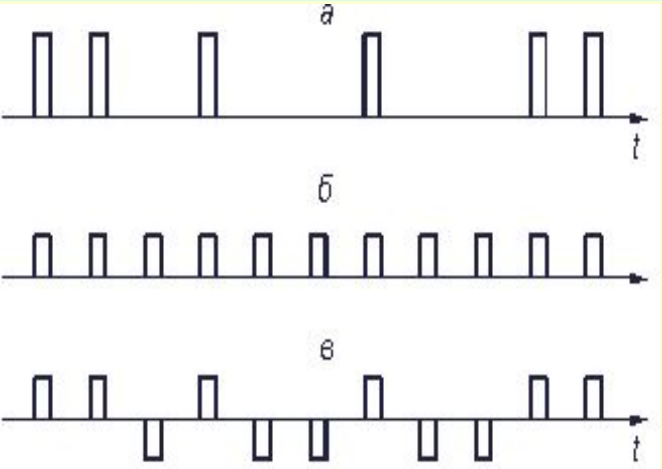
Применяются и другие скорости телеграфирования (например, 75 Бод).

Скорости **передачи данных** существенно выше. Существует аппаратура передачи данных, работающая со скоростями 200, 600, 1200 Бод и более.



Эмиль Бодо

Сигналы телеграфии и передачи данных обычно имеют вид последовательностей прямоугольных импульсов

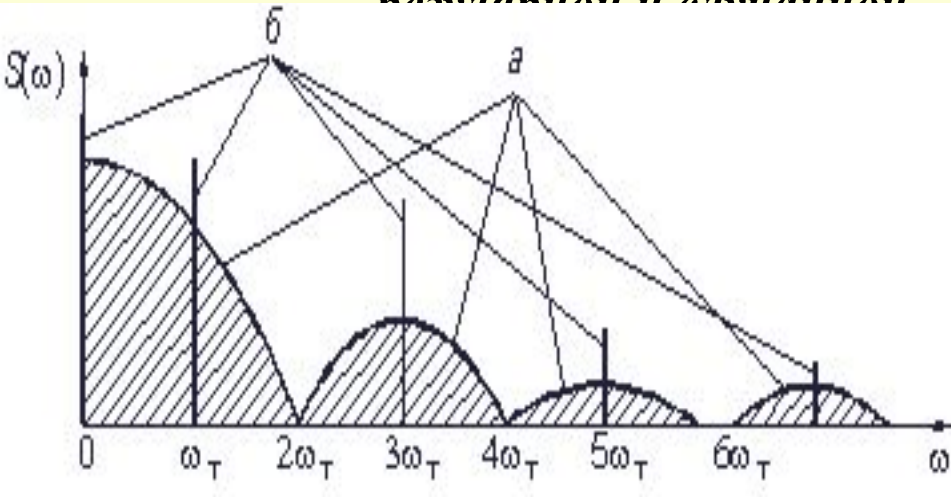


Посмотрев на рисунок, где представлены сигналы, можно увидеть (условно) поток импульсов в виде суммы последовательностей: регулярной и случайной.

1. Сигналы телеграфии и передачи данных

2. Телеграфный ключ аппарата Бодо

Спектр регулярной последовательности **дискретный** и создает нечетные гармоники тактовой частоты (т.е., частоты следования), а случайная последовательность имеет **непрерывный заштрихованный спектр**. Эти спектры показаны на рисунке 3, справа.





При передаче **двоичных сигналов** (0 и 1) нет необходимости восстанавливать в приемнике импульсы без искажений, т.е. сохранять их форму. Для **восстановления информации** достаточно зафиксировать только **знак импульса** при двуполярном сигнале, либо наличие или отсутствие при однополярном сигнале.

Расчеты показывают, что импульсы **можно уверенно зафиксировать**, если для их передачи используется ширина полосы частот, численно равная **скорости передачи в Бодах**.

Для стандартной скорости телеграфирования 50 Бод ширина спектра телеграфного сигнала составит 50 Гц. При скорости 2400 Бод (среднескоростная система передачи данных) ширина спектра сигнала равна, примерно 2400 Гц



Образцы телеграфных аппаратов различных периодов: от XIX века до XXI века.



Для удобства **спектры основных сигналов электросвязи** сведены в таблицу (см. табл. 1). Рассмотрение таблицы позволяет понять, что для передачи разных видов сигналов требуется различная ширина полосы пропускания системы электросвязи



Вид сигнала	Ширина спектра, Гц
Телеграфный	0...100
Передачи данных со скоростью 2400 Бод	0...2400
Телефонный	300...3400
Звукового вещания	50...10 000
Факсимильный: – при скорости 120 мин ⁻¹ – при передаче газет	0...1465 0...180 000
Телевизионный	50...6 000 000

1. Образец аппаратуры передачи данных

Таблица 1. Ширина спектров сигналов электросвязи.



Учебный вопрос № 3

Факсимильный сигнал

Обратите внимание на то, **как вы читаете книгу**. Ваши глаза **скользят по строке слева на право**, затем вы переходите к началу другой строки и так далее, до конца страницы. Вы «просматриваете» все элементы строки последовательно. Можно сказать, что при чтении книги происходит построчная **«развертка»** текстового изображения.

Именно по такому принципу «просматривается» изображение в современных **факсимильных аппаратах**, предназначенных для передачи на расстоянии различного рода неподвижных изображений (документов, чертежей, рисунков, фотографий). Для этого, с помощью **источника света и системы оптических линз**, формируют световое пятно так, чтобы освещать на передаваемом изображении площадку размером \approx **прим. 0,2 светового микрона**

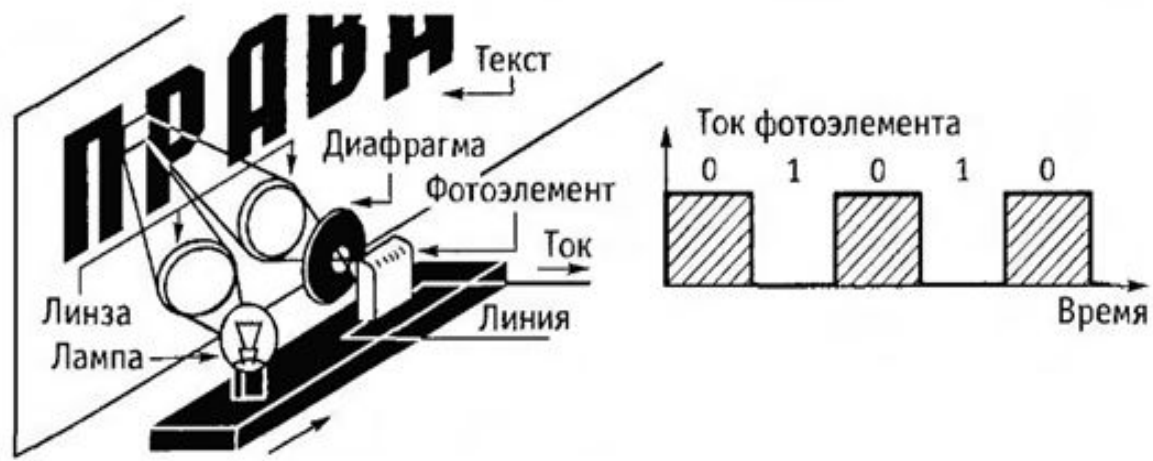


Рис 1. Преобразование изображения в электрический сигнал в факсимильном аппарате

перемещается сначала вдоль одной строки, затем переходит на другую и движется по ней – и так до конца последней строки. Свет, отражаясь от каждой элементарной площадки, попадает на фотоэлемент и вызывает в его цепи электрический ток (Рис 1)

Величина возникающего тока в фотоэлементе зависит от яркости отраженного света, а последняя – от яркости **освещенной площадки**.

Таким образом, при переходе светового пятна на изображении от одной элементарной площадки к другой, ток в цепи фотоэлемента меняется пропорционально яркости площадок: мы получаем точную электрическую копию изображения.

Рассмотрим изображение, состоящее только из двух цветов: черного и белого, например страницу книги или газету. Каждый элемент изображения (размером $0,2 \times 0,2$ мм) будет представлять собой либо черную, либо белую площадку, напоминая чередованием шахматную доску. Черные площадки поглощают свет, поэтому ток в цепи фотоэлемента возникать не будет.

Площадки белого цвета свет отражают очень хорошо и фотоэлемента в будет

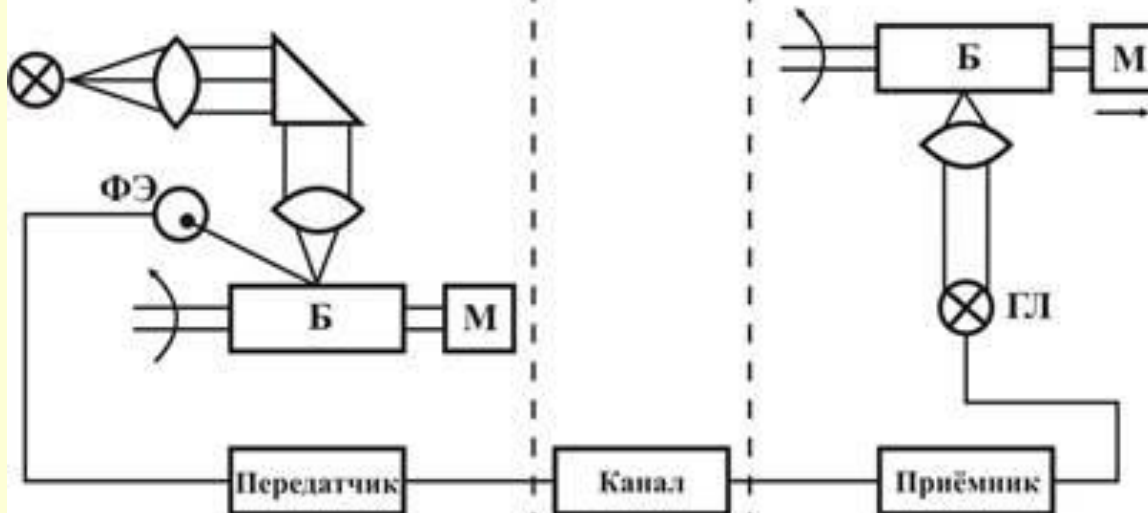


Схема факсимильного аппарата

появляться скачком, принимая максимальное значение. Т.е., перемещая световое пятно, а вслед за ним фотоэлемент вдоль изображения, получаем на выходе фотоэлемента **последовательность импульсов**. (На рис. представлена схема

При «шахматном» чередовании элементов изображения, **спектр факсимильного сигнала будет шире**, чем для любого другого изображения, поскольку прямоугольный импульс имеет самый крутой фронт (ширину).

Т.е., **ширина спектра факсимильного сигнала** зависит от **скорости** развертки изображения **и размеров светового пятна**.

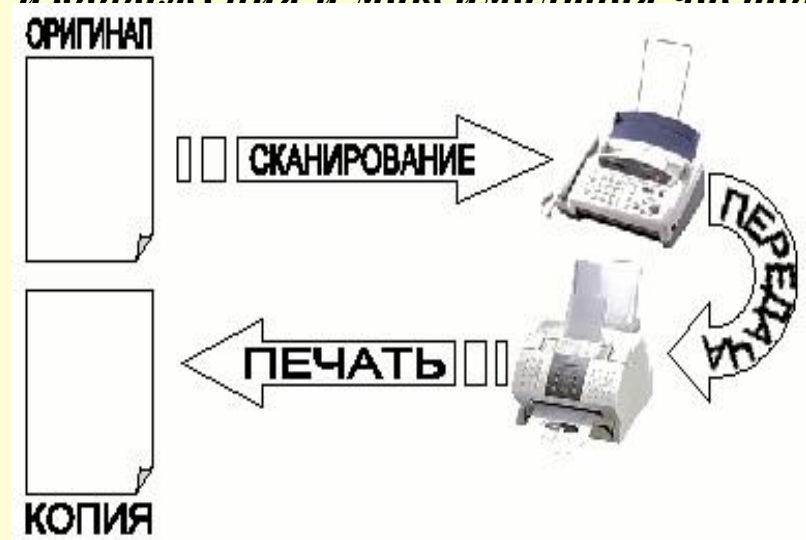
СПРАВКА: На стандартном листе бумаги формата А4 в строке помещается примерно 1000 черно-белых элементов изображения при ширине пятна 0,2 мм. Если в факсимильном аппарате скорость развертки составляет 60 строк/мин., т.е., каждая строка считывается за 1 сек., то за эту секунду 500 раз будет осуществлен переход с черного на белое или наоборот. Это означает, что максимальная частота чередования импульсов равна 500 Гц.

При **ширине светового пятна** 0,1 мм в строке будет в 2 раза больше элементов изображения и максимальная частота чередования импульсов повысится до 1000 Гц.

В целом, **ширина**

спектра факсимильного сигнала может быть в пределах 1,5...3,0 кГц.

Слева – современный факсимильный аппарат.



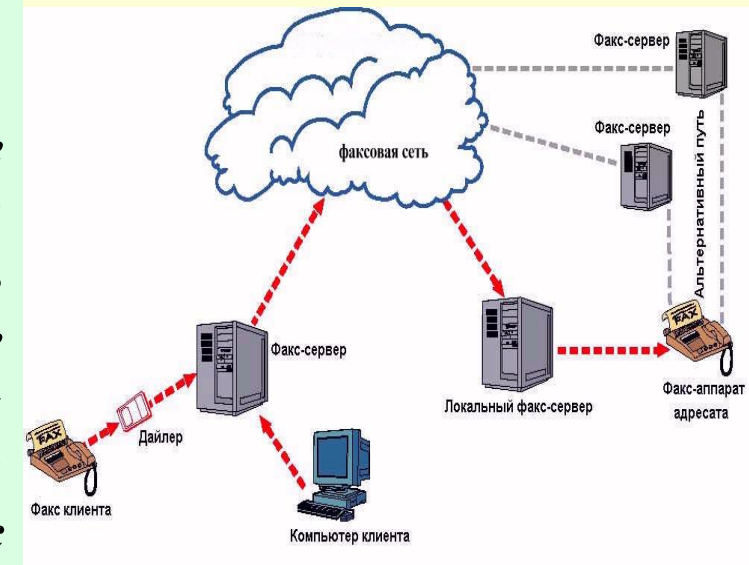
При **увеличении скорости развертки** изображения черные и белые площадки **будут считываться чаще** и, следовательно, спектр факсимильного сигнала будет **шире**. При передаче изображений с **полутонами** получается сигнал сложной формы, спектр которого является непрерывным и соединяет все частоты от нуля до максимальной.

Факсимильная связь широко используется для передачи газетных полос (т.е. их изображений) в пункты централизованной печати.

Для этой цели используют специальные высокоскоростные факсимильные аппараты с шириной светового пятна 0,05 мм. Повышенная скорость развертки позволяет передавать одну газетную полосу за 2-3 минуты, а это приводит к увеличению спектра сигнала до 180 кГц.

Компьютерные факсимильные системы

представляют собой сочетание компьютера с факс-модемом и компьютерных периферийных устройств. Для работы в таком режиме компьютеры оборудуются клавиатурой, на которой можно непосредственно набирать номер телефона абонента, а также видеочкамерой и микрофоном, позволяющими параллельно с обменом факсимильным сообщением видеть абонента и разговаривать с ним.





Учебный вопрос № 4

Телевизионный сигнал



Изображение, которое нам демонстрирует телевизор, - иллюзия, возникающая благодаря **инерционности нашего зрения**. На самом деле в каждый момент времени на экране присутствует одна единственная точка. Но благодаря развертке - процессу быстрого перемещения светящейся точки

Первые ТВ системы имели по экрану - телевизор умеет показывать движущиеся изображения.

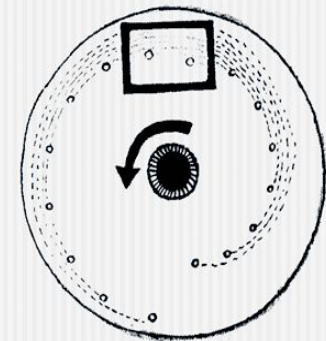
электромеханический принцип передачи и приема изображений и назывались **ДИСКОВИЗОРЫ**.

В таких системах развертка изображения осуществлялась с помощью **особого диска**, изобретенного в 1884 г. немецким студентом Паулем Нипковым названным «диском Нипкова».

Он представляет собой непрозрачный диск большого диаметра. По внешнему краю диска спирально сверлились отверстия (от 18 до 240 - по числу строк развертки) со строго заданным расстоянием между собой и определенным шагом.



Диск Нипкова



Простота конструкции Нипкова позволила в последствии создать целый ряд действующих оптико-механических систем ТВ.

Так в Москве в апреле 1931 г. коллектив **электротехнического института под руководством Шмакова П.В.** осуществил экспериментальную радиопередачу сигналов изображения в Ленинград, с четкостью 30 строк и частотой кадров 12,5 Гц. (1200 элементов изображения) на волнах 379 и 720 м. Начиная с осени 1934 г., эти передачи стали регулярными.

Годом позже Ленинградский завод им. Козицкого выпустил **первую партию**



Первая модель
советского телевизора
Б-2

Первый проект полностью электронной системы ТВ был реализован в Ташкенте в 1925 г. под руководством Грабовского, где и на приемной и передающей стороне использовались специальные **электронно-лучевые трубки**. Однако большую известность получил выдающийся русский ученый **В.К.Зворыкин**, считающийся **отцом электронного телевидения**.

Трудовую деятельность в США русский эмигрант начинал в компании **Westinghouse**. Но его первые работодатели электронное ТВ «проспали». Зато **Radio Corporation of America (RCA)** щедро спонсировала работы Зворыкина, да еще хорошо заплатила Владимиру Кузьмичу за его изобретения.

В телевидении, так же как и при факсимильной связи, первичный сигнал формируется методом развертки.

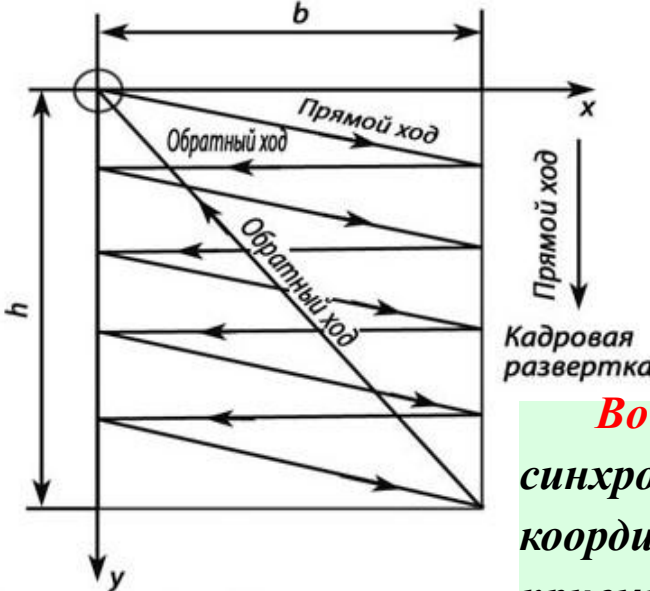
Телевизионным сигналом называется сигнал, который формируется методом электронной развертки с помощью **развертывающего луча телевизионной передающей трубки**, преобразующей подвижное оптическое изображение в видеосигнал или сигнал яркости.

В ТВ используются **2 развертки: горизонтальная - строчная и вертикальная - кадровая**, причем, за направление движения развертывающего элемента (обычно электронного луча) принято движение слева направо для строчной развертки (СР) и сверху вниз для кадровой (КР).

Изображение на экране телевизора можно получить только при совместной работе строчной и кадровой разверток.

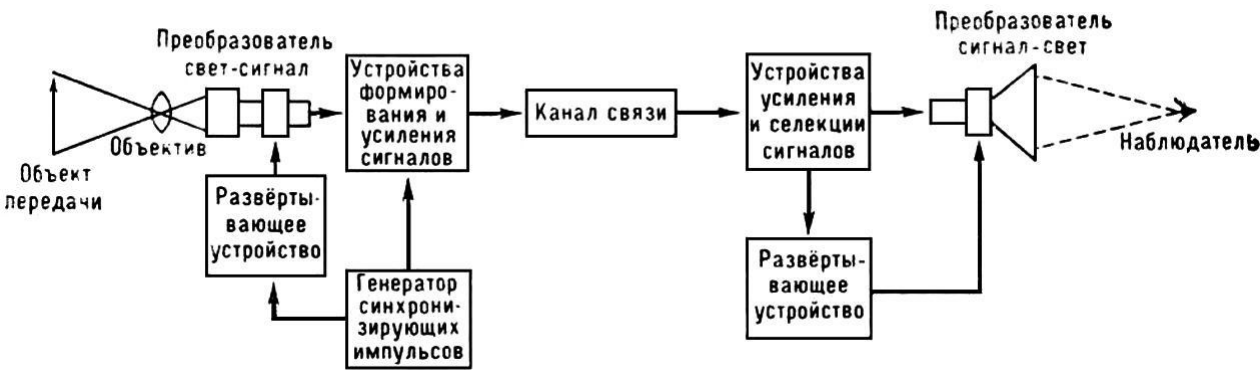
При работе развертки различают ее **прямой и обратный ход**. Во время прямого хода происходит снятие или отображение видеoinформации (активная часть), при этом луч движется слева направо для СР и сверху вниз, а при обратном ходе (пассивная часть) возвращается назад, как показано

Во время обратного хода передаются специальные синхронизирующие импульсы, определяющие привязку к началу координат разверток по строкам и кадрам, передающего и приемного устройств.





Общая задача ТВ - преобразование **световой энергии** в **электрический сигнал**, передача его по каналу связи и **обратное преобразование** на приемном конце **электрического сигнала** в **оптическое изображение**.



Обобщенная структурная схема ТВ системы

Объектив преобразует световой поток, создавая оптическое изображение сцены на светочувствительной поверхности опико-электронного преобразователя (передающей трубки).

В преобразователе происходит преобразование **светового потока** в **электрический сигнал**, за счет явления фотозффекта и считывания электрических зарядов с помощью развертывающего устройства.

Человек получает зрительную информацию с помощью **зрительной системы**, состоящей из глаза, нервной системы и зрительного центра коры головного мозга.

Оптическая система глаза состоит из роговицы, камерной влаги, хрусталика и стекловидного тела. С ее помощью изображение объекта проецируется на внутреннюю оболочку глаза – **сетчатку**.

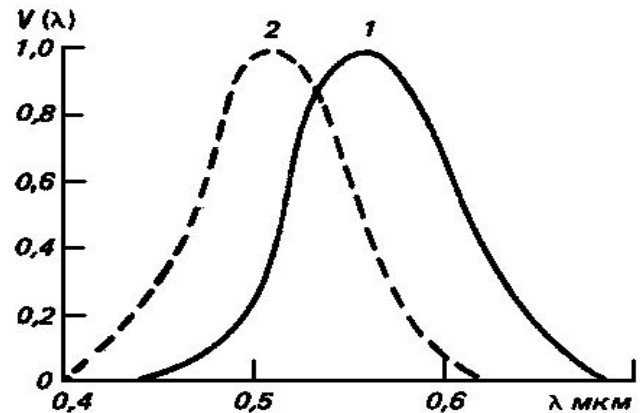


Рис.1. Спектральная чувствительность глаза человека:
1 — днем, 2 — в сумерки и ночью.

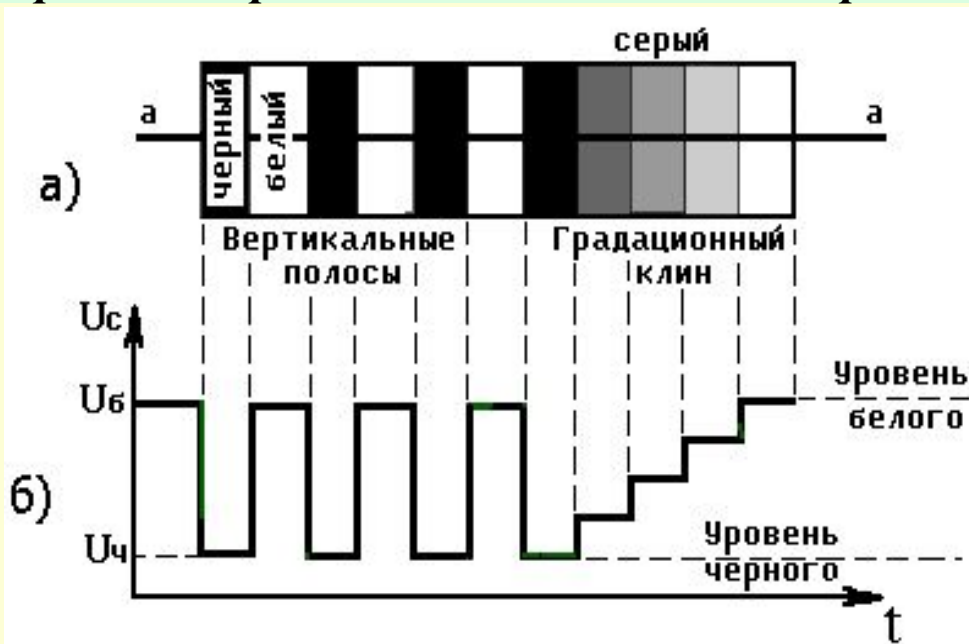
Состав и форма телевизионного сигнала



В состав *полного ТВ сигнала вещательного стандарта*, форма которого по строкам и кадрам представлена на рис.1, входят следующие компоненты:

а) видео (яркостной) сигнал; б) строчные и кадровые гасящие импульсы; в) строчные и кадровые синхронизирующие импульсы (КСИ); г) врезки в КСИ двойной строчной частоты; д) уравнивающие импульсы; е) постоянная (яркостная) составляющая.

Форма видеосигнала. Величина видеосигнала, получаемого на выходе фотоэлектрического преобразователя, является функцией времени и пропорциональна яркости передаваемых элементов изображения.



Анализируя видеосигнал, можно сделать **следующие выводы**: 1). Он не является гармоническим колебанием, а имеет импульсный характер; 2). Исходный сигнал по своей природе униполярен (имеет одну полярность) и содержит постоянную составляющую; 3). Его можно представить как периодическую функцию с частотами повторения f_c и f_k .

Для черно-белого изображения показанного на рис., высокий уровень сигнала соответствует белому цвету, низкий уровень - черному цвету, а промежуточные уровни сигнала - градициям серого.

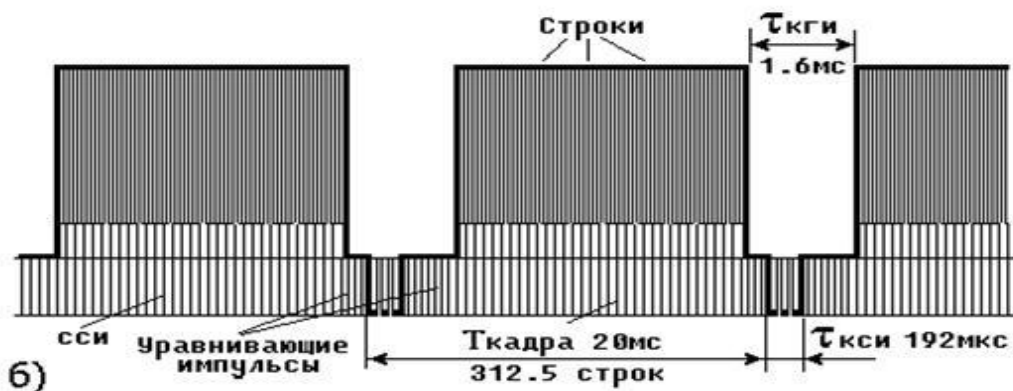
Полный ТВ сигнал



Вид полного ТВ сигнала



а)



б)

Примерный вид спектра ТВ сигнала



Одной из особенностей спектра ТВ сигнала является его дискретно линейчатый спектр состоящий из гармоник строчной частоты, вокруг которых группируются достаточно узкие полосы сигналов боковых частот (рис.4.4), обусловленных вертикальной разверткой и движением деталей изображения

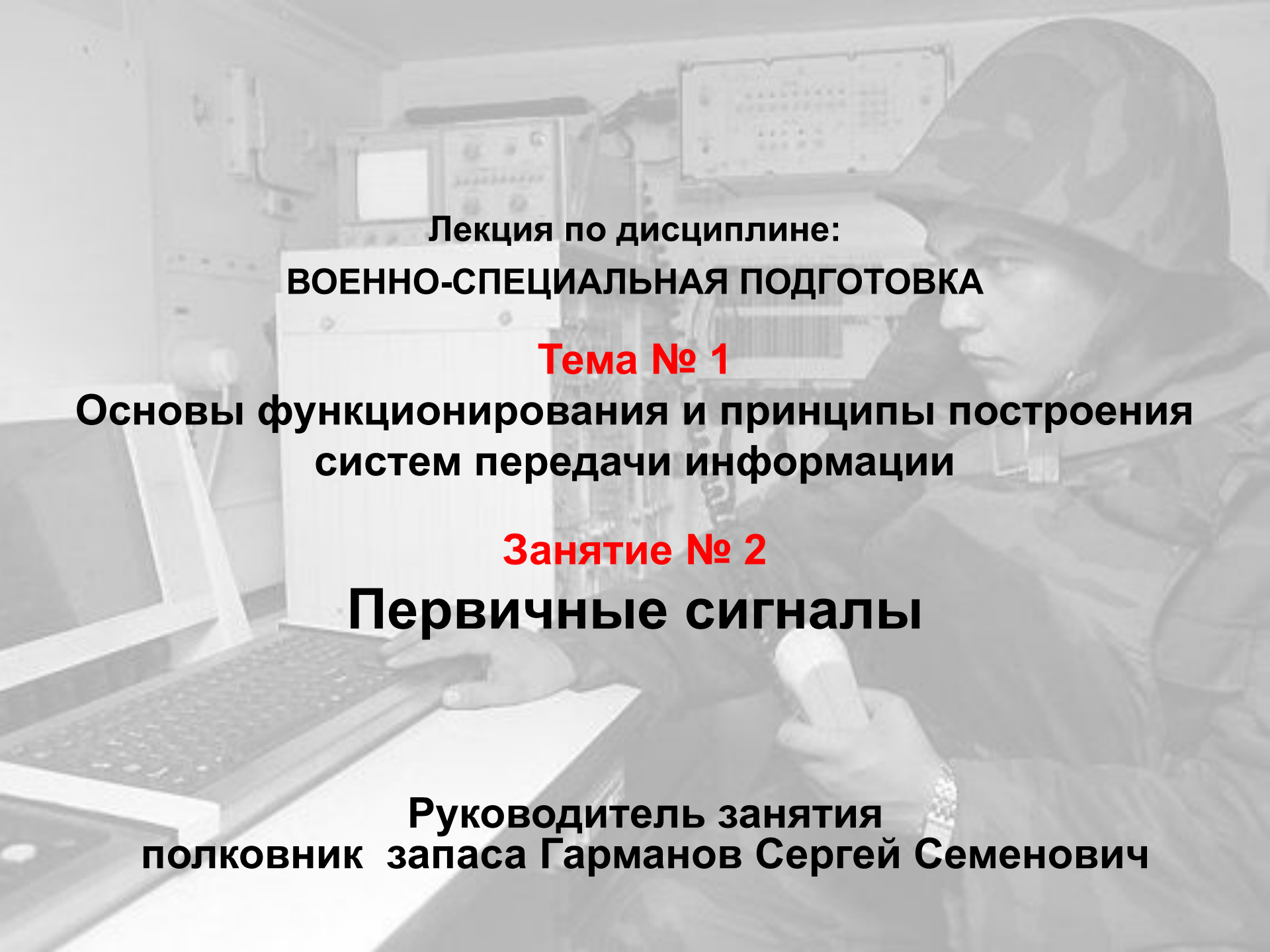
1. **Видеосигнал** несет информацию о яркостях передаваемых точек изображения – это то, что мы видим на экране телевизора.

2. **Строчные и кадровые гасящие импульсы** (СГИ и КГИ) предназначены для гашения лучей передающих трубок и кинескопа на время обратного хода разверток по строкам и кадрам соответственно.

3. **Строчные и кадровые синхронизирующие импульсы** (ССИ и КСИ) предназначены для обеспечения синхронной (одновременной) работы развертывающих устройств на передающей и приемной стороне.

4. **Врезки в КСИ** обеспечивают нормальную работу строчной синхронизации во время действия КСИ.

5. **Уравнивающие импульсы** предотвращают слипание строк

A person in a military uniform, wearing a camouflage hood, is seated at a desk in a control room. They are looking at a computer monitor and holding a handheld device. The room contains various electronic equipment and a keyboard.

**Лекция по дисциплине:
ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА**

Тема № 1

**Основы функционирования и принципы построения
систем передачи информации**

Занятие № 2

Первичные сигналы

**Руководитель занятия
полковник запаса Гарманов Сергей Семенович**