

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Омский государственный технический университет»

**Левченко Валерий Иванович,  
к.т.н., профессор каф. ССиИБ, РТУиСД  
Тел. 8-913-1482465  
E-mail: vil55@mail.ru**

## **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

*Конспект лекций  
по направлениям и специальностям*

11.03.01 «Радиотехника»

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

11.05.04 «Инфокоммуникационные технологии и системы специальной  
СВЯЗИ»

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

12.03.01 «Приборостроение»

## **Тема 2. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ, ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ТЕХНИКИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ**

### **2.1 История развития техники передачи информации..... (Продолжение)**

2.1.5 История мобильной сотовой связи.....	3
2.1.6 История волоконно-оптических систем связи.....	12
2.1.7 История телевидения.....	18

## 2.1.5 История мобильной сотовой связи



Связь называют мобильной, если источник информации либо ее получатель (или оба) перемещаются в пространстве. Радиосвязь с момента возникновения была мобильной. Как уже упоминалось, один из первых приборов радиосвязи А.С. Попова был установлен на броненосце «Адмирал Апраксин». Такого рода «мобильная связь» требовала громоздких приемопередающих устройств радиосвязи.

В настоящей лекции мы под мобильной связью будем понимать **индивидуальную** мобильную радиосвязь.

В первой половине XIX века нельзя было представить, что кто-то будет способен таскать на себе 30-40-килограммовый телефон. В **1947 г.** лаборатория **Bell Laboratories (компания AT&T)** впервые выступила с предложением создать **мобильный телефон**.

Вначале у разработчиков была идея телефона, предназначенного для монтажа исключительно в автомобилях. Но уже в 50-е годы началось уменьшение **автомобильных телефонов**. К началу 70-х телефоны весили «всего» 12-14 кг, при этом питание аппарата по-прежнему осуществлялось от бортовой сети автомашины.



Радиостанция «Алтай»

В нашей стране первая полностью автоматическая **дуплексная** система профессиональной автомобильной радиосвязи под названием **«Алтай»** заработала в конце 1950 годов.

На пути развития мобильной индивидуальной связи была более серьезная, чем массогабаритные показатели проблема.

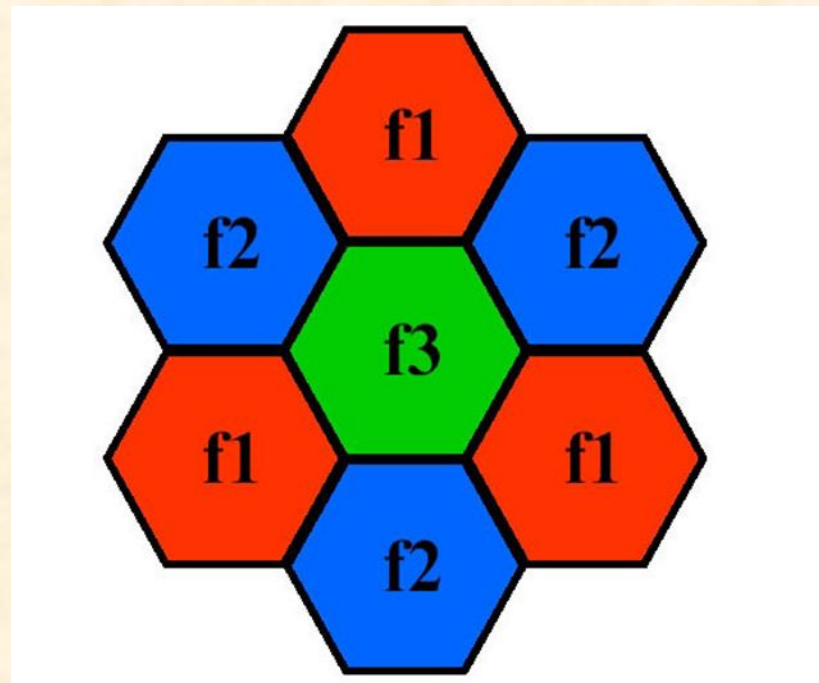
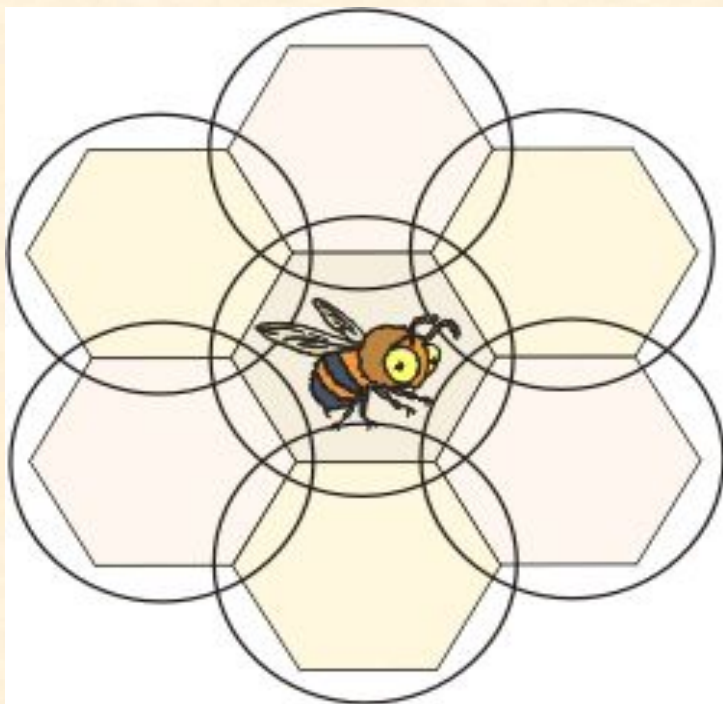
Увеличение количества радиосредств, при ограниченном частотном ресурсе приводило к сильным взаимным помехам для радиостанций, работающих на близких по частоте каналах, что значительно ухудшало качество связи.

Для исключения взаимных помех при повторяющихся частотах необходимо было обеспечить как минимум стокилометровый разнос по пространству между двумя группами радиосистем. Поэтому мобильная связь вначале использовалась для нужд специальных служб. Для массового внедрения требовалось изменить сам принцип организации связи, который позволил бы устранить или хотя бы снизить влияние взаимных помех.

Исследования **УКВ диапазона волн**, проводимые в 40-е годы прошлого века, позволили выявить его основное преимущество перед короткими волнами - **широкодиапазонность**, т. е. **большая частотная емкость** и основной недостаток - **неспособность огибать земную поверхность**, поэтому дальность связи обеспечивалась только на линии, **прямой видимости**.

Этот недостаток вскоре превратился в преимущество, которое дало толчок активному массовому внедрению сотовой телефонной связи.

В **1947** г. сотрудник Bell Laboratories **Д. Ринг** предложил новую идею организации связи. Она заключалась в разделении пространства (территории) на небольшие участки - **соты** (или ячейки) **радиусом 1-5 километров** и в разделении радиосвязи в пределах одной ячейки (путем рационального повторения используемых частот связи) от связи между ячейками. Это позволяло использовать в разных сотах распределенных в пространстве одни и те же частоты и резко снизить требуемый частотный ресурс. В центре каждой ячейки предлагалось расположить **базовую приемно-передающую радиостанцию**, которая обеспечивала радиосвязь в пределах ячейки со всеми абонентами.



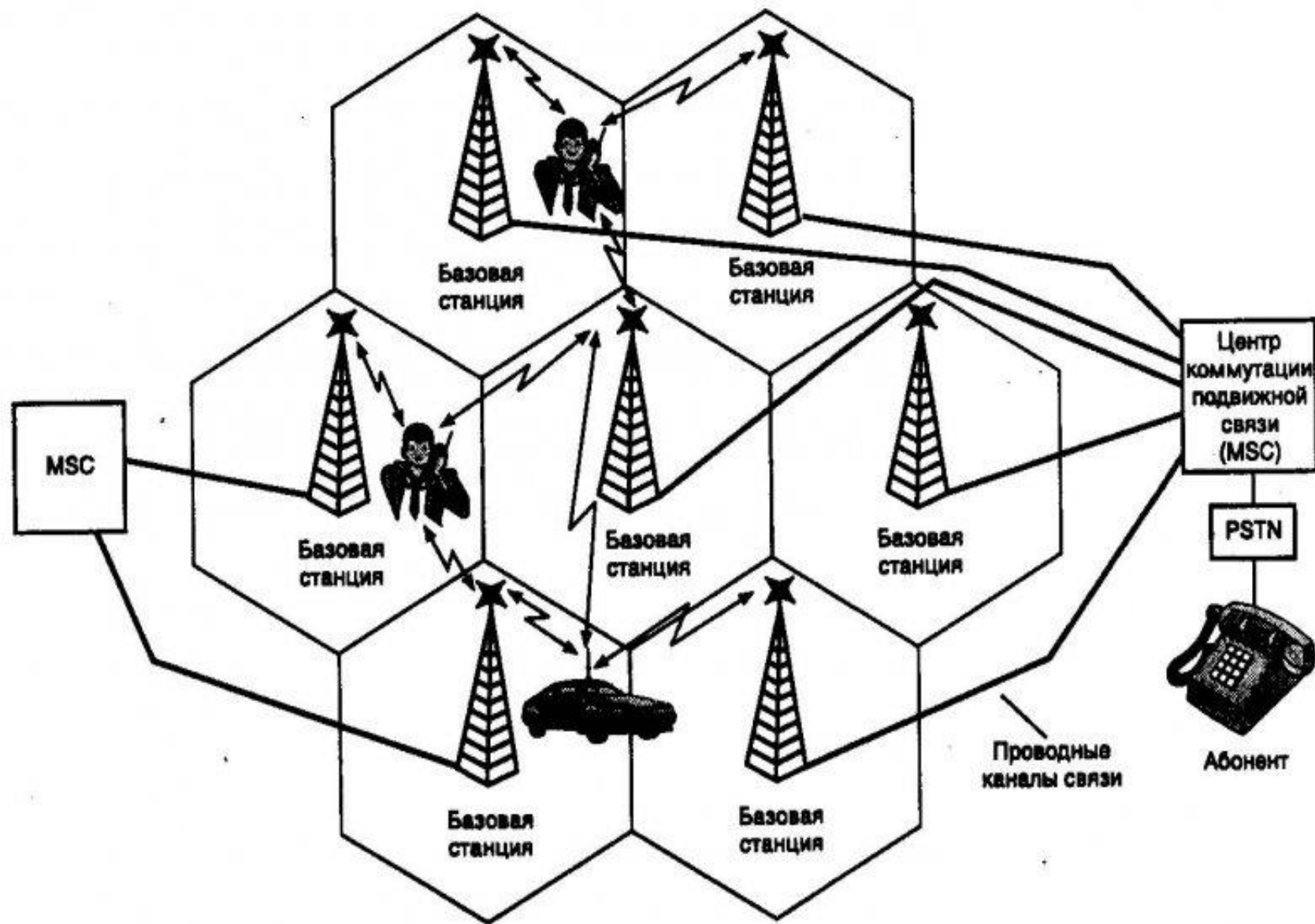
Размеры соты определялись максимальной дальностью связи радиотелефонного аппарата с базовой станцией. Эта максимальная дальность получила название радиуса соты. Во время разговора сотовый радиотелефон соединяется с базовой станцией радиоканалом, по которому передается телефонный разговор.

У каждого абонента должна быть своя микрорадиостанция - **«мобильный телефон»** - комбинация телефона, приемопередатчика и мини-компьютера. Абоненты связываются между собой через базовые станции, которые соединены друг с другом и с городской телефонной сетью общего пользования.

Каждая станция обеспечивает доступ к сети на ограниченной территории, площадь и конфигурация которой зависит от рельефа местности и других параметров.



Базовая станция



Основные составляющие систем сотовой связи



Для обеспечения бесперебойной связи при переходе абонента от одной зоны к другой потребовалось применение **компьютерного** контроля за телефонным сигналом, излучаемым абонентом. Именно компьютерный контроль позволяет в течение микро- или миллисекунд переключать мобильный телефон с одной базовой станции на другую. Все происходит так быстро, что абонент просто этого не замечает.

Таким образом, **центральной частью системы мобильной связи являются компьютеры**. Они опознают абонента, находящегося в любой из сот, и подключают его к телефонной сети.

Когда абонент перемещается из одной соты (ячейки) в другую, компьютеры как бы передают абонента с одной базовой станции на другую и подключают абонента «чужой» сотовой сети к «своей» сети. Это происходит в тот момент, когда «чужой» абонент оказывается в зоне действия новой базовой станции.

Таким образом, осуществляется **роуминг** (что по-английски означает «странствие» или «бродяжничество»).

Основные принципы мобильной телефонии — **использование частот многими абонентами**, передача звонка **от одной «соты» к другой** - лишь в конце 1960-х гг. вызвали **реальный** интерес у **AT&T** (владелец Bell Labs) и их конкурентов - фирмы **Motorola**.

Первая базовая станция (БС) для системы мобильной связи была установлена **3 апреля 1973** года на вершине 50-этажного здания в Нью-Йорке Она могла обслуживать не более **30** абонентов и соединяла их с наземными линиями связи.

В этот день глава подразделения мобильной связи Motorola **Мартин Купер** (*Martin Cooper*) впервые позвонил по прототипу сотового телефона, скорее похожему на кирпич. Высота **25 см**, толщина и ширина около **5 см**, весом около килограмма.

А первый коммерческий сотовый телефон **Motorola DynaTAC 8000X** появился на рынке только через десять лет, **6 марта 1983 г.**



Мартин Купер

Он весил гораздо меньше прототипа, всего полкило, — и продавался за **3500** долларов. Никакого дисплея, никаких дополнительных функций. Аккумулятор позволял общаться **35 минут**, но заряжать его приходилось более **10 часов**

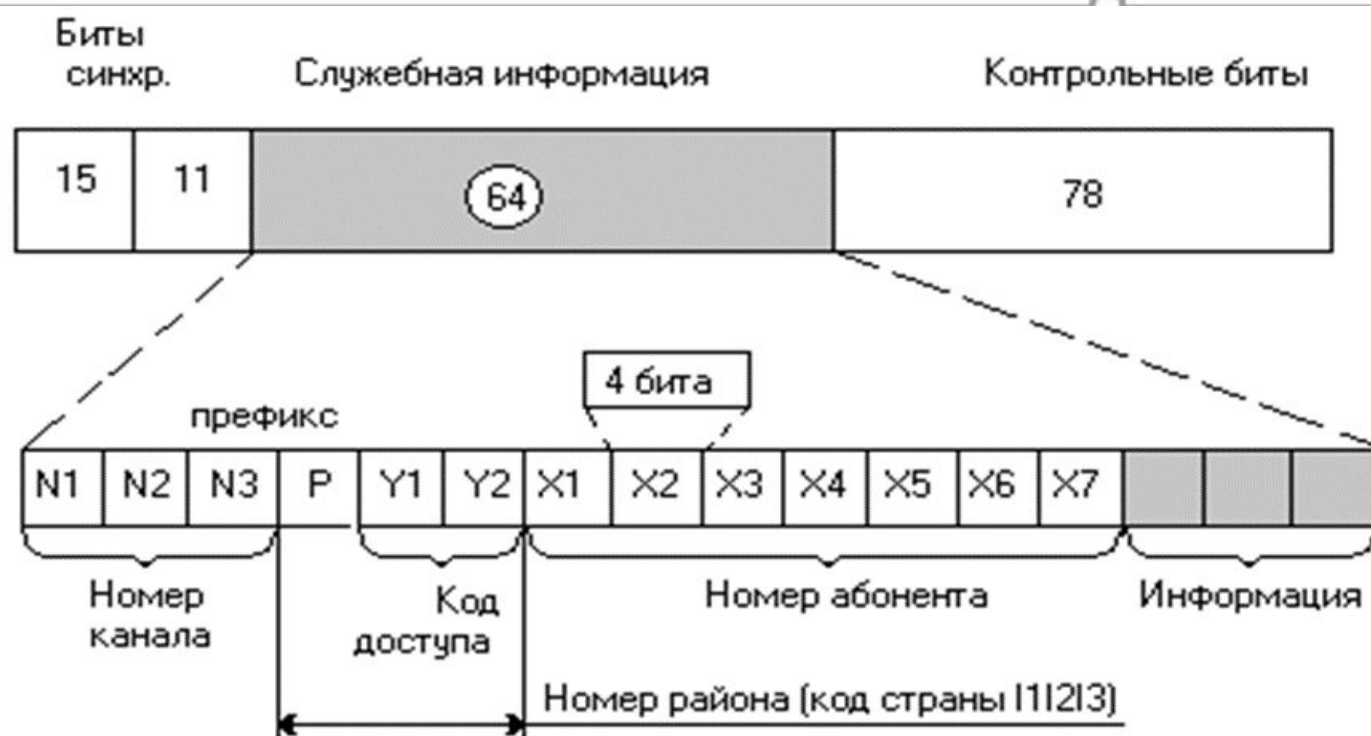
Несмотря на то, что основные разработки велись в США, **первая коммерческая сеть сотовой связи** была запущена в мае **1978** года в **Бахрейне**. Две соты с 20 каналами в диапазоне 400 МГц обслуживали 250 абонентов.

Немногим позже сотовая связь начала свое триумфальное шествие по всему миру. Все больше и больше стран понимали выгоду и удобства, которые она может принести. Однако отсутствие **единого международного стандарта** использования диапазона частот со временем привело к тому, что владелец сотового телефона, переезжая из одного государства в другое, не мог пользоваться мобильным телефоном.

В целях устранения этого основного недостатка с конца семидесятых годов Швеция, Финляндия, Исландия, Дания и Норвегия начали совместные исследования по разработке единого стандарта.

Результатом исследований стал **стандарт связи NMT-450** (Nordic Mobile Telephone), который предназначался для работы в диапазоне 450 МГц. Различные варианты NMT-450 были взяты на вооружение в Австрии, Швейцарии, Голландии, Бельгии, странах Юго-Восточной Азии и Ближнего Востока

	Наименование параметра и характеристики	NMT-450
1.	Полоса частот:	420-490 МГц
	- для передачи подвижной станцией	453-457,5 МГц
	- для приема подвижной станцией	463-467,5 МГц
2.	Частотный разнос каналов	25 (20) кГц
3.	Дуплексный разнос каналов приема и передачи	10 МГц
4.	Количество каналов	180(225)
5.	Радиус соты	15-40 км
6.	Мощность передатчика базовой станции	max 50 Вт
7.	Мощность передатчика подвижной станции	15 Вт



Следующим стал стандарт NMT-900, использующий частоты 900 МГц диапазона. Он стал применяться в 1986 году, что позволило увеличить число абонентов и улучшить стабильность системы.

К концу 1980-х годов началось создание **второго поколения** систем сотовой связи. Новый стандарт получил название **GSM - *Global System for Mobile Communications***.

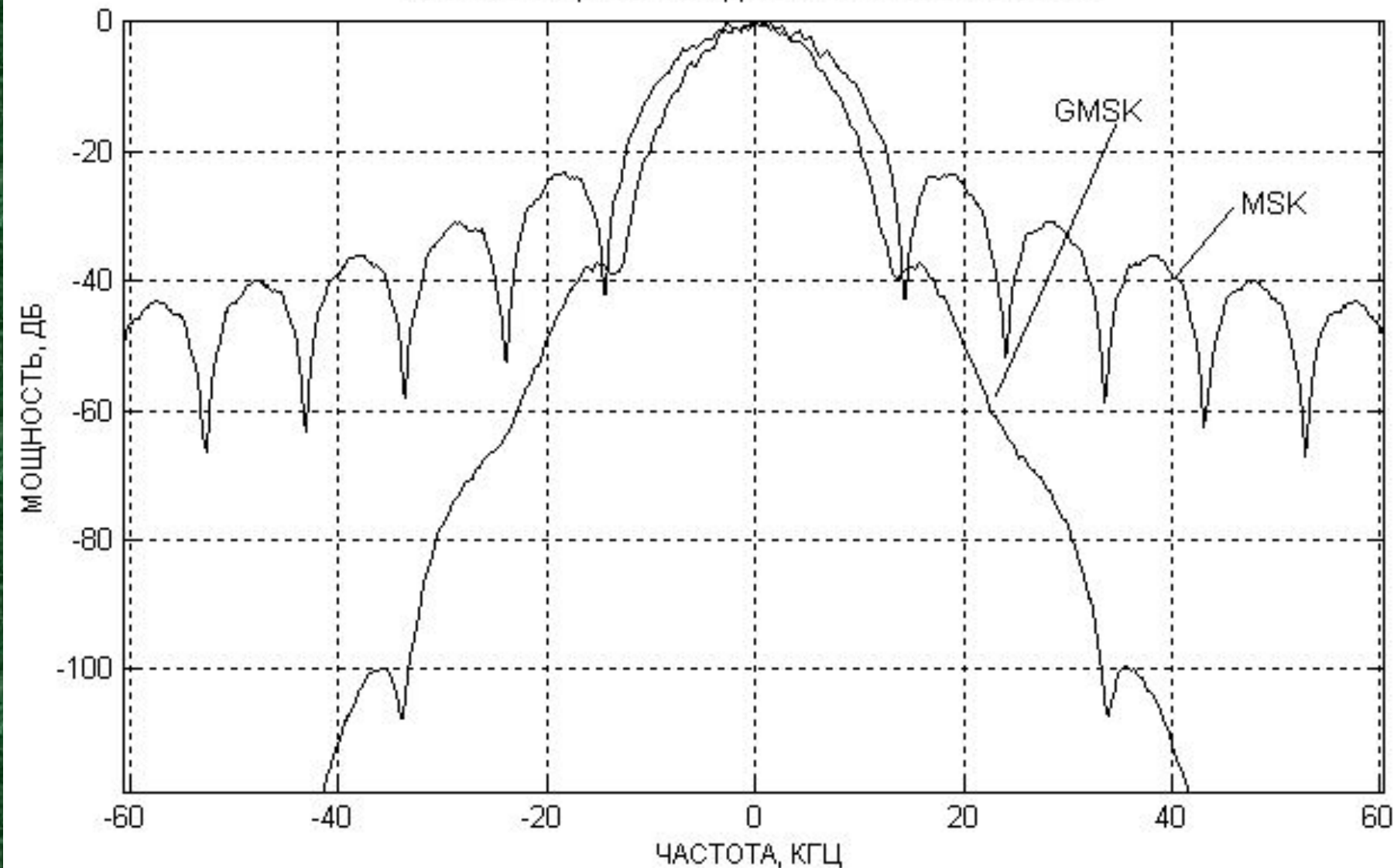


Стандарт GSM является **цифровым** стандартом сотовой связи. В нём реализовано **временное разделение каналов** (TDMA -множественный доступ с разделением по времени, **шифрование сообщений**, **блочное кодирование**, а также модуляция **GMSK**) (Gaussian Minimum Shift Keying).

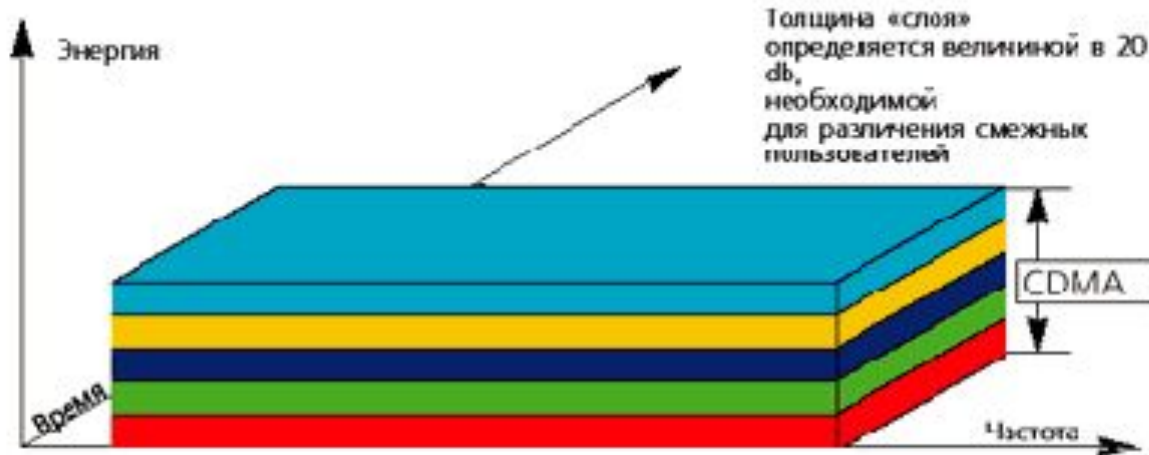
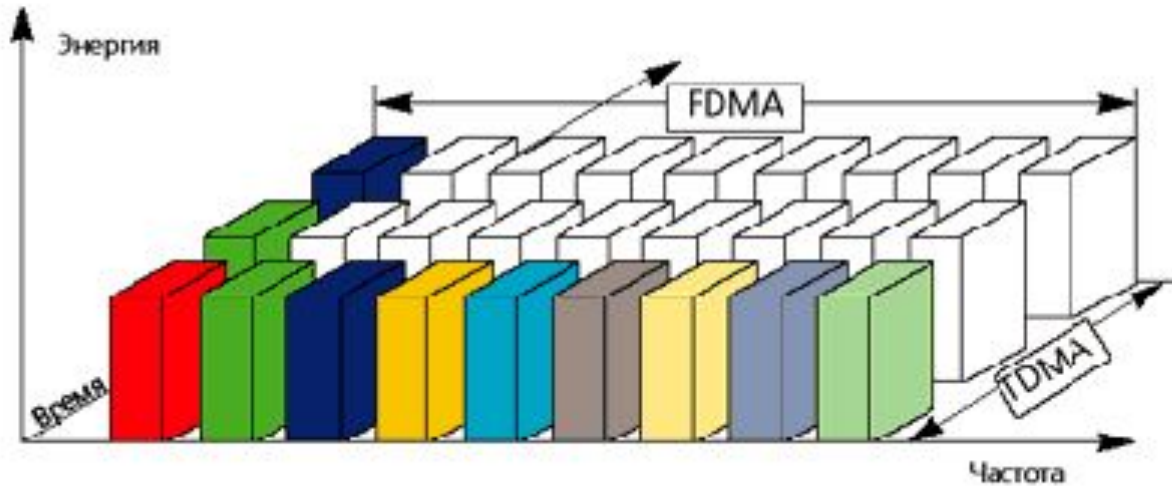
Частотная модуляция GMSK позволяет значительно уменьшить ширину полосы частот, занимаемых цифровым радиосигналом в эфире.

**Первая российская сеть стандарта GSM, созданная компанией МТС, начала подключение абонентов в июле 1994 года.**

# СПЕКТР МОЩНОСТИ МОДУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА



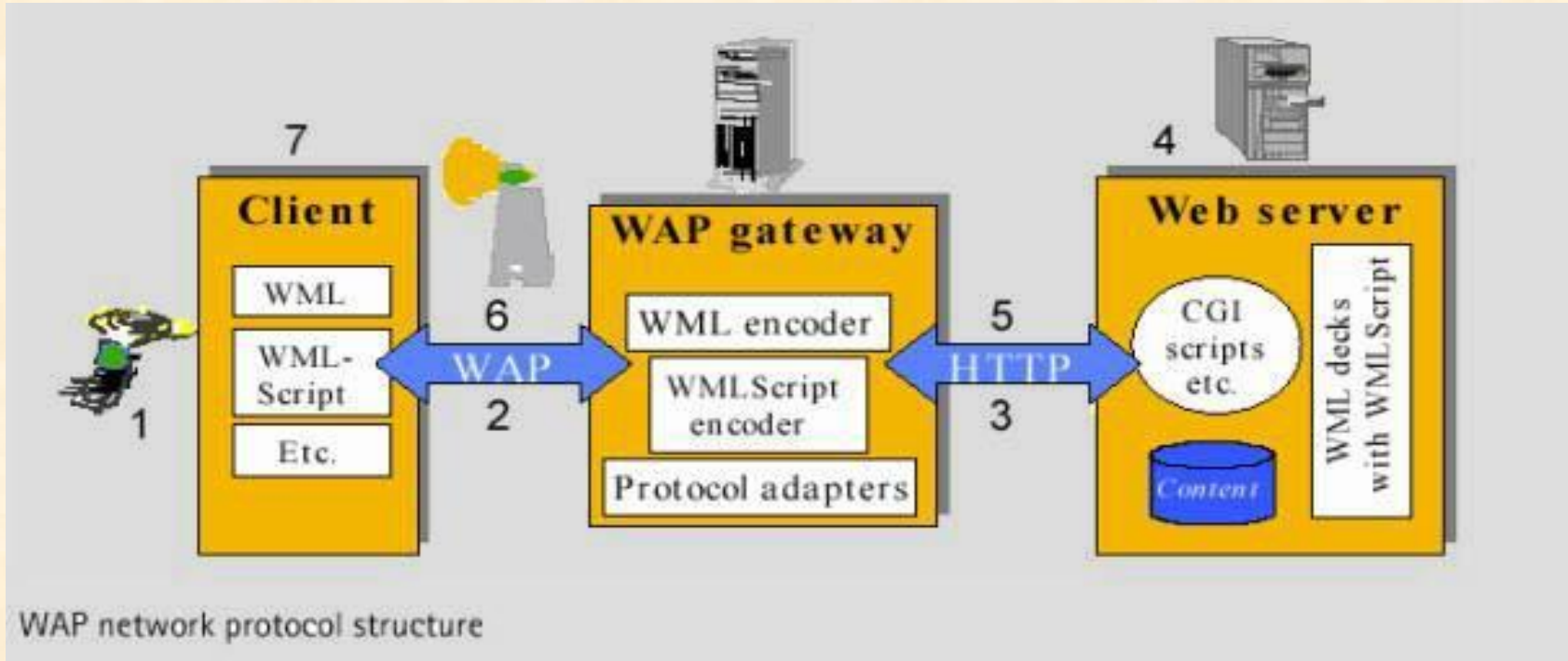
Следующей ступенью после GSM, является стандарт CDMA, который предоставляет более быструю и надёжную связь за счет использования **кодowego разделения каналов**.



К середине девяностых большинство стран перешли на цифровые стандарты связи. Если аналоговые сети позволяли передавать только голос, то второе поколение систем сотовой связи, которым является и GSM, позволили предоставлять и другие **не голосовые услуги**.

Бурное развитие **Интернета** в конце 90-х годов привело к тому, что хоть как-то, удовлетворить потребность своих клиентов в доступе к сети Интернет, инженеры изобрели **WAP-протокол**. WAP - это сокращенное название от **Wireless Application Protocol**, что переводится как **протокол беспроводного доступа к приложениям**.

В принципе WAP можно назвать упрощенной версией стандартного Интернет протокола





Достаточно недавно на свет появилась технология, получившая название **GPRS** (General Packed Radio Services) - это название можно перевести как система **пакетной радиопередачи данных**. В данной технологии используется принцип разделения каналов для передачи голоса и данных.

С появлением GPRS сети сотовой связи перестали именоваться **сетями второго поколения - 2G**. На данный момент мы находимся в эпохе **4G**, в которых **передача данных доминирует** над голосовыми услугами. Не голосовые услуги становятся все более востребованными, происходит **слияние сотового телефона, компьютера и сети Интернет**. Разработчики и операторы предлагают нам все больше и больше различных дополнительных услуг.

Число абонентов в сотовой системе связи (ССС) определяется пропускной способностью и числом базовых станций, равным числу рабочих зон, которое возрастает по квадратичному закону с уменьшением радиуса рабочей зоны при одинаковых радиусах зон обслуживания.

С развитием СССР **размеры сотовых ячеек уменьшаются**.

Если десять лет назад радиус рабочей зоны в СССР был равен **5-15 км**, то в настоящее время он равен 200 м.

Уменьшение радиуса рабочей зоны с 30 до 0,5 км (в 60 раз) позволяет увеличить в **3600 раз** число подвижных абонентов, оснащенных радиосвязью и имеющих возможность выхода на телефонную сеть общего пользования (ТФОП).

С уменьшением радиуса рабочей зоны появляются возможности:

- 1)** уменьшить мощность передатчиков, что значительно улучшает электромагнитную совместимость (ЭМС) абонентов в ССС и ЭМС между ССС и другими системами, использующими определенные спектры радиочастот,
- 2)** снизить стоимость и габаритные размеры сотового телефона,
- 3)** в связи со снижением мощности уменьшить вредное воздействие электромагнитного излучения телефона на человека.

Вернемся к истории развития собственно телефонной трубки для мобильной связи - **сотового телефона** после Мартина Купера.

В 1987 году Nokia представила **Mobira Cityman 900** – первое устройство для сетей NMT (Nordic Mobile Telephony).



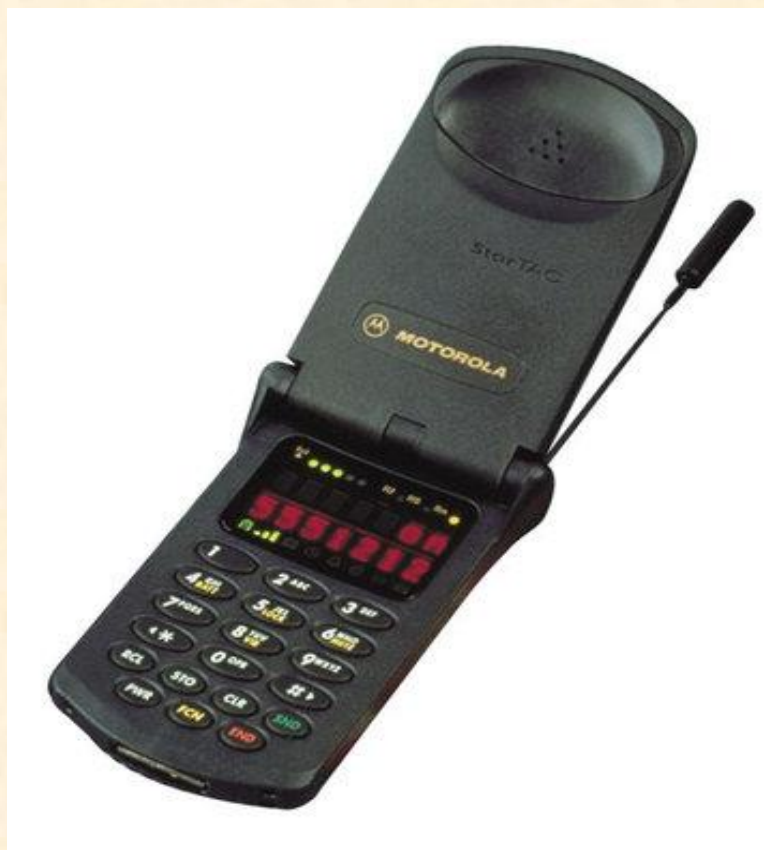
Аппарат стал легко узнаваем благодаря тому, что Михаил Горбачев использовал его для звонка из Хельсинки в Москву, и это не оставили без внимания фотографы.

Весил Nokia Mobira Cityman 900 примерно **800** граммов. Цена была высокая – в пересчете на нынешние деньги его покупка обошлась бы россиянам более чем в **200000 рублей**.

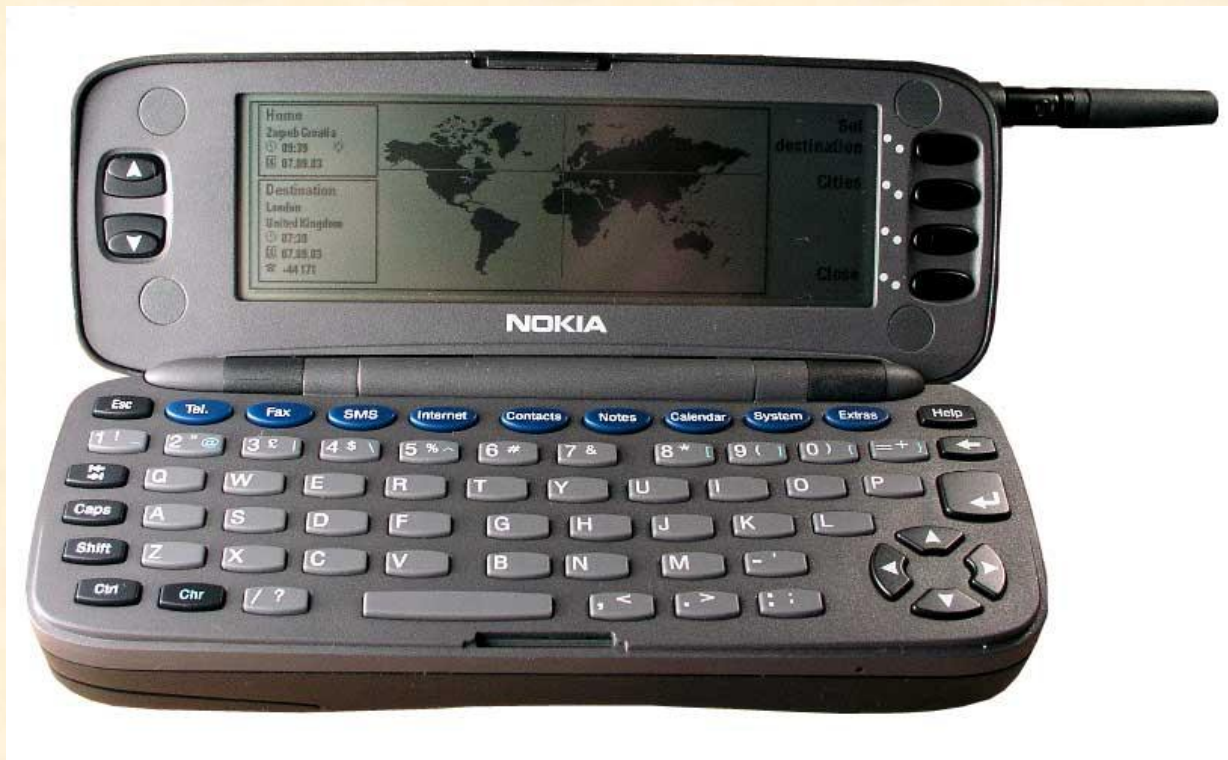


Nokia 101

Телефон **Nokia 101 (1992 год)** был первым коммерчески доступным устройством, способным функционировать в сетях **GSM**. Моноблок с монохромным экраном имел выдвижную антенну и книгу на 99 номеров.



Первая «раскладушка»: Motorola StarTAC (1996 год)



### Первый смартфон: Nokia 9000 Communicator (1996 год)

Вес Nokia 9000 Communicator (397 грамм) не помешал телефону стать популярным. Первый смартфон был оснащен 8 Мб памяти и монохромными экранами. При раскрытии взору пользователя открывалась QWERTY-клавиатура, упрощающая работу с текстом.

## Первый телефон с камерой: Sharp J-SH04 (2000 год)

**Sharp J-SH04** стал первым телефоном с камерой. Он вышел в Японии в **2000** году. Разрешение камеры сегодня кажется смешным – **0,1 Мп**, однако тогда J-SH04 представлялся чем-то невероятным. Ведь телефон можно было использовать как плохую, но все-таки камеру. Памяти хватало лишь на пару десятков снимков.



Первым массовым смартфоном с камерой **0,3 Мп**, стала **Nokia 7650**, она появилась в 2002 году. В то время часто использовали слово «камерофон», поскольку только в самых дорогих и продвинутых устройствах можно было получить такую опцию.

## Первый телефон с iTunes: Motorola ROKR E1 (2005 год)



В **2005** году мало кто мог представить, что фирма **Apple**, специализирующаяся на компьютерах и музыкальных плеерах, решится на выход в мобильную индустрию.

Компания заключила соглашение с **Motorola**, и по итогу был создан **ROKR E1** – аппарат с поддержкой музыкальной библиотеки **iTunes**.

Ожидания покупателей не оправдались – мало кому понравился моноблок с Motorola-дизайном, медленным интерфейсом USB 1.1, устаревшей 0,3-Мп камерой и ограничением на хранение песен (100 штук).

Но это был важный шаг на пути к **iPhone !!!**

Первая версия **Apple iPhone** изначально вышла в США в **2007 году**. Тачфон с 2-Мп камерой, 3,5-дюймовым сенсорным экраном, удобным пальцеориентированным интерфейсом поддерживал только сети второго поколения.

В **2008** году в свет вышел **iPhone 3G**, а в 2009 году – **iPhone 3GS**. Концепция за три года не поменялась – в центре стоят программы и удобный интерфейс.



**Стив Джобс - один из основателей, председатель совета директоров Apple**

В **2009** году Apple предложила **iPhone 3GS**. В нём уже было 3 мегапикселя, добавили автофокус, возможность писать видео VGA-качества.

**2010 год.** Выходит **iPhone 4** из металла и стекла с камерой на 5 мегапикселей. У него есть вспышка и запись HD-видео, а также фронтальная камера **FaceTime**.

**2014 год.** Пара новых **iPhone 6** получает новый 12-мегапиксельный модуль.





iPhone 6  
The Sign of Design  
With You in mind



Телефон ряда Microsoft Lumia  
на платформе Windows

Мобильные телефоны стремительно совершенствуются. Технические характеристики, однако, уже не так важны, как раньше и сегодня производители много внимания уделяют функциональным возможностям, эргономике, дизайну, интеграции с социальными сервисами, магазинам приложений.



В 2013 году исполнилось 30 лет с момента создания сотового телефона.

(F)

## 2.1.6 История волоконно-оптических систем связи

В 1954г. российские ученые **Н.Г.Басов** и **А.М.Прохоров** и независимо от них американский физик Ч.Таунс использовали явление **индуцированного излучения** для создания микроволнового **газового генератора** радиоволн с длиной волны 1,2 см («мазер - Microwave amplification by stimulated emission of radiation»).

В 1960г. Американскому ученому **Т. Мейману** удалось создать квантовый генератор на **рубине**, индуцирующий излучение **оптического диапазона** (оптический квантовый генератор). Новый генератор назвали «**лазер**». Термин «Лазер» образовался в результате замены буквы «м» в слове мазер на букву «л» (от английского слова «light - свет»).

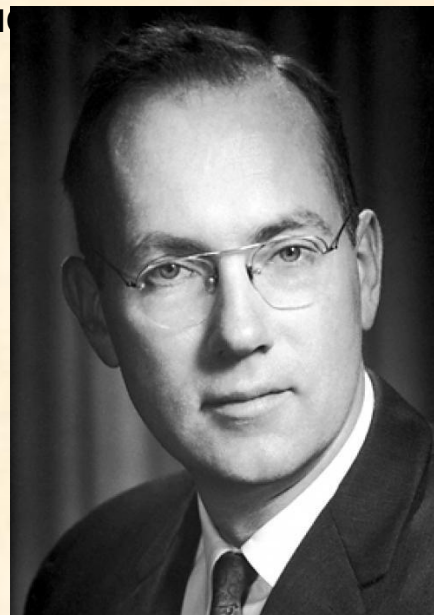
В 1963г. Н.Г.Басов и А.М.Прохоров и **Ч.Таунс** были удостоены **Нобелевской премии** за фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к



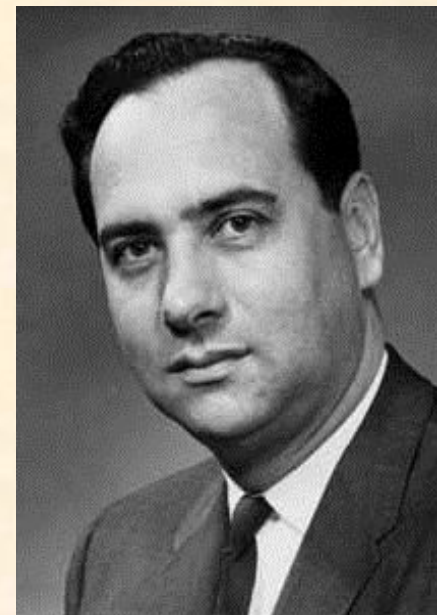
Н.Г.Басов



А.М.Прохоров

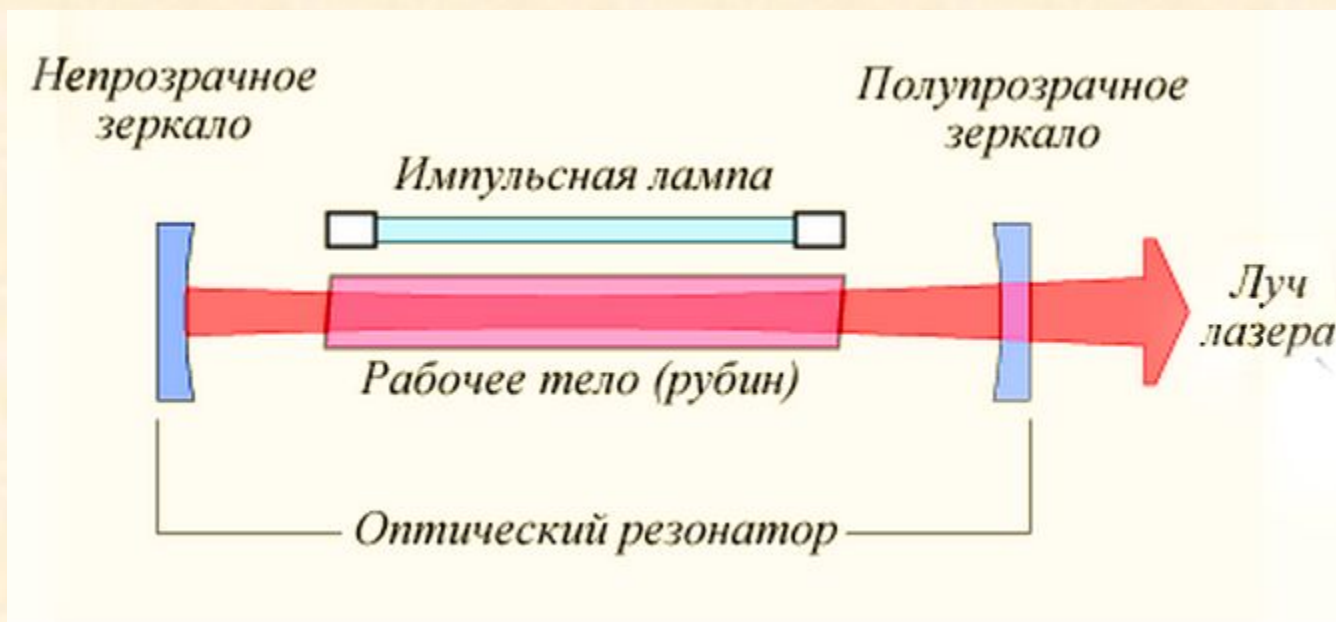


Ч.Таунс



Т. Мейман

Рубиновый кристалл, с которым работал Мейман, имел форму стержня, на торцевых поверхностях которого были сформированы отражающие зеркала. Т. Мейман самостоятельно разработал технологию нанесения серебра на рубиновый стержень. 7 июля 1960 г. на специально созванной пресс-конференции Мейман объявил о создании лазера и рассказал о возможных областях его применения: связь, медицина, военная техника, транспорт и высокие технологии.



**Принцип работы рубинового лазера:** Импульсная лампа «накачивает» энергию в рубиновый стержень. В веществе стержня, возбужденном световой вспышкой, возникает лавина фотонов. Отражаясь в зеркалах, она усиливается, фокусируется и вырывается наружу лазерным лучом.

(F)

После создания первых мазеров и лазеров начались работы, направленные на их использование в системах связи.

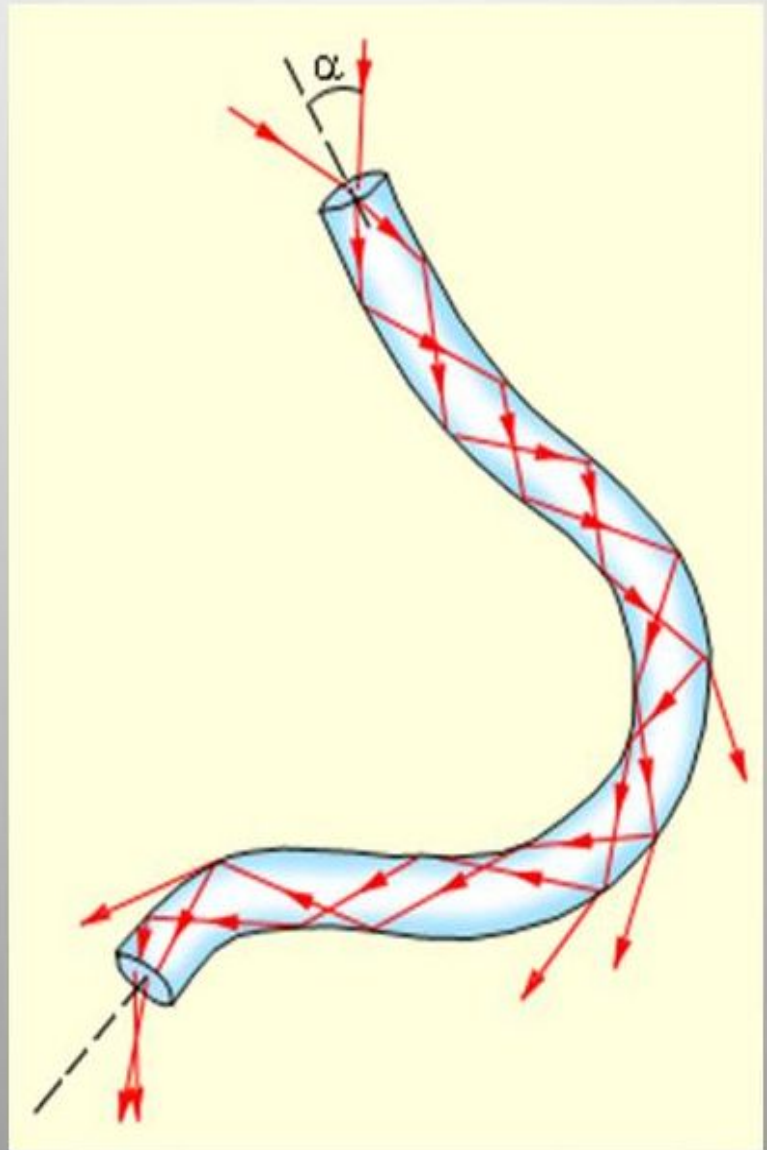
**Волоконная оптика**, как новое направление техники, возникла **в начале 50-х годов**. В это время научились делать тонкие двухслойные волокна из различных прозрачных материалов (стекло, кварц и др.).

Еще раньше было предсказано, что если соответствующим образом выбрать оптические свойства внутренней («сердечника») и наружной («оболочки») частей такого волокна, то луч света, введенный через торец в сердечник, будет только по нему и распространяться, отражаясь от оболочки. Даже если волокно изогнуть (но не слишком резко), луч будет удерживаться внутри сердечника.

Таким образом, световой луч - этот синоним прямой линии, - попадая в оптическое волокно, оказывается способным распространяться **по любой криволинейной траектории.** Налицо полная аналогия с электрическим током, текущим по металлическому проводу, поэтому двухслойное оптическое волокно часто называют светопроводом или **световодом.**

Стеклянные или кварцевые волокна, толщиной в 2-3 раза больше человеческого волоса, очень гибки (их можно наматывать на катушку) и прочны (прочнее стальных нитей того же диаметра). Однако световоды 50-х годов были недостаточно прозрачны, и при длине **5-10 м** свет в них полностью поглощался.

# СВЕТОВОД



В 1966 г. была высказана идея о принципиальной возможности использования **волоконных световодов** для целей связи.

Технологический поиск завершился успехом в 1970 г. - сверхчистое кварцевое волокно смогло пропустить световой луч на расстояние до **2 км.** Началось стремительное развитие волоконно-оптической связи:

- появление новых методов изготовления волокон;
- создание необходимых элементов (миниатюрные лазеры, фотоприемники, оптические разъемные соединители и т. п.)



Волоконно-оптический кабель

В 1973-1974 гг. расстояние, которое луч мог пройти по волокну, достигло **20 км**, а к началу **80-х годов** превысило **200 км**. К этому же времени скорость передачи информации по ВОЛС возросла до невиданных ранее значений - в **несколько гигабит/с.**

Дополнительно выяснилось, что ВОЛС имеют не только сверхвысокую скорость передачи информации, но и обладают целым рядом других достоинств.

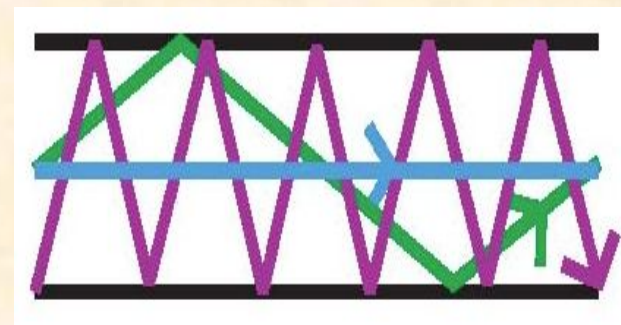
- 1.** ВОЛС не подвержены действию внешних электромагнитных помех.
- 2.** Сигнал не выходит через оболочку ВОЛС, т.е. его невозможно подслушать т. е. перехватить.
- 3.** ВОЛС имеют отличные массогабаритные показатели: применяемые материалы имеют малую удельную массу, нет нужды в тяжелых металлических оболочках;
- 4.** Простота прокладки, монтажа, эксплуатации.
- 5.** Волоконные световоды можно совмещать с любыми другими коммуникациями.
- 6.** В волоконных световодах в принципе невозможно искрение, и это позволяет использовать их во взрывоопасных объектах и производствах.
- 7.** Очень важен и стоимостной фактор. Материал световода - кварц - имеет неограниченный сырьевой ресурс (песок), тогда как основу проводных линий составляют такие теперь уже редкие металлы, как медь и свинец.



## Отметим основные вехи в развитии компонентов ВОЛС.

**1 этап.** В середине 70-х годов XX века появились *полупроводниковые лазеры* и *волоконные световоды* с небольшим затуханием. Первые лазеры для ВОЛС имели длину волны излучения 0,85 мкм (**первое окно прозрачности волокна**) и невысокую эффективность; волоконные световоды были многомодовыми и имели затухание в несколько дБ/км.

**2 этап.** В течение последующих трех лет появилось **второе поколение** - **одномодовые** передатчики, работающие на длине волны 1,3 мкм. Это позволило снизить затухание в многомодовых волокнах с 3 дБ/км до 1 дБ/км. Одновременно у многомодовых волокон повысилась и полоса пропускания до 500 МГц x км.



**3 этап.** В 1982 году родилось **третье поколение** передатчиков - **диодные лазеры**, работающие на длине волны **1.55 мкм**. Переход в **третье спектральное окно (1,55 мкм)** позволил снизить потери в одномодовых волокнах до 0,2 дБ/км.

**4 этап.** Использование оптических усилителей (ОУ) позволило эффективно увеличить дальность передачи. В лабораториях NTT в начале **1990** года ученые впервые создали систему связи с применением оптических усилителей на скорость **2.5 Гбит/с** на расстояние **2223 км**.

В настоящее время быстрыми темпами развиваются системы дальней оптической связи на расстояния в многие тысячи километров.

**5 этап.** В последнее время развиваются не только высокоскоростные магистральные ВОЛС, но и локальные системы. Массовые локальные волоконно-оптические системы передачи должны обеспечить загруженность региональных и магистральных ВОЛС, повысить эффективность волоконно-оптических сетей связи.

Появление новых высокоэффективных лазеров для локальных сетей позволяет значительно повысить скорость и дальность передачи информации в ВОЛС на основе многомодовых волокон.

Решение фундаментальных проблем было подкреплено развитием сопутствующих технологий, которые и обеспечили продвижение ВОЛС к потребителям по пути „быстрее-дальше“.

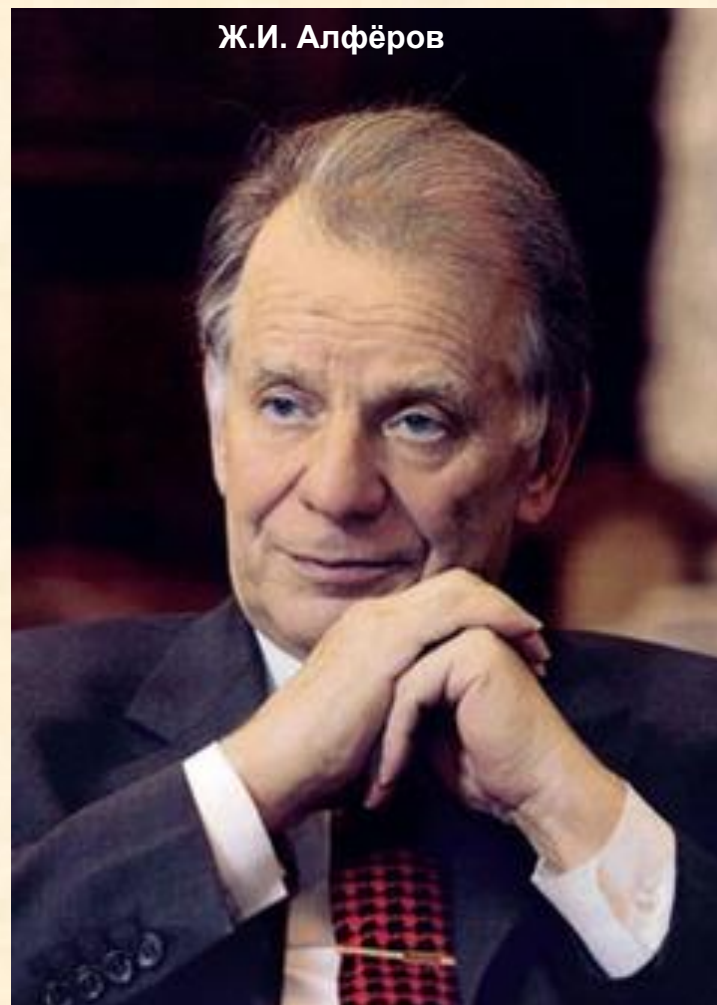
Благодаря развитию высоких технологий производства оптических передатчиков и приемников, сетевых технологий и технологий спектрального уплотнения и обеспечены высочайшие темпы развития ВОЛС.



Значительный вклад в технику ВОЛС внес российский ученый, лауреат нобелевской премии **Жорес Иванович Алфёров**.

На основе предложенных в 1970 году Ж. И. Алфёровым и его сотрудниками идеальных переходов в многокомпонентных соединениях созданы **полупроводниковые лазеры**, работающие в существенно более широкой спектральной области, чем полупроводниковые лазеры, существовавшие до этого. Именно эти лазеры позволили создать многие устройства (CD-рекордеры и т.п.) без которых невозможно было проникновение высоких информационных технологий в нашу повседневную жизнь.

В **1995** году Ж.И. Алфёров со своими сотрудниками впервые демонстрирует **инжекционный гетеролазер на квантовых точках**, работающий при весьма малых токах потребления в непрерывном режиме при комнатной температуре.



Принципиально важным стало расширение спектрального диапазона лазеров с использованием квантовых точек на подложках GaAs.

Они нашли широкое применение в качестве источников излучения в волоконно-оптических линиях связи повышенной дальности.

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) в настоящее время считаются самой совершенной физической средой для передачи информации. На сегодняшний день построено и строится огромное количество магистральных оптоволоконных колец, внутригородских и даже внутриофисных. И это количество будет постоянно расти.

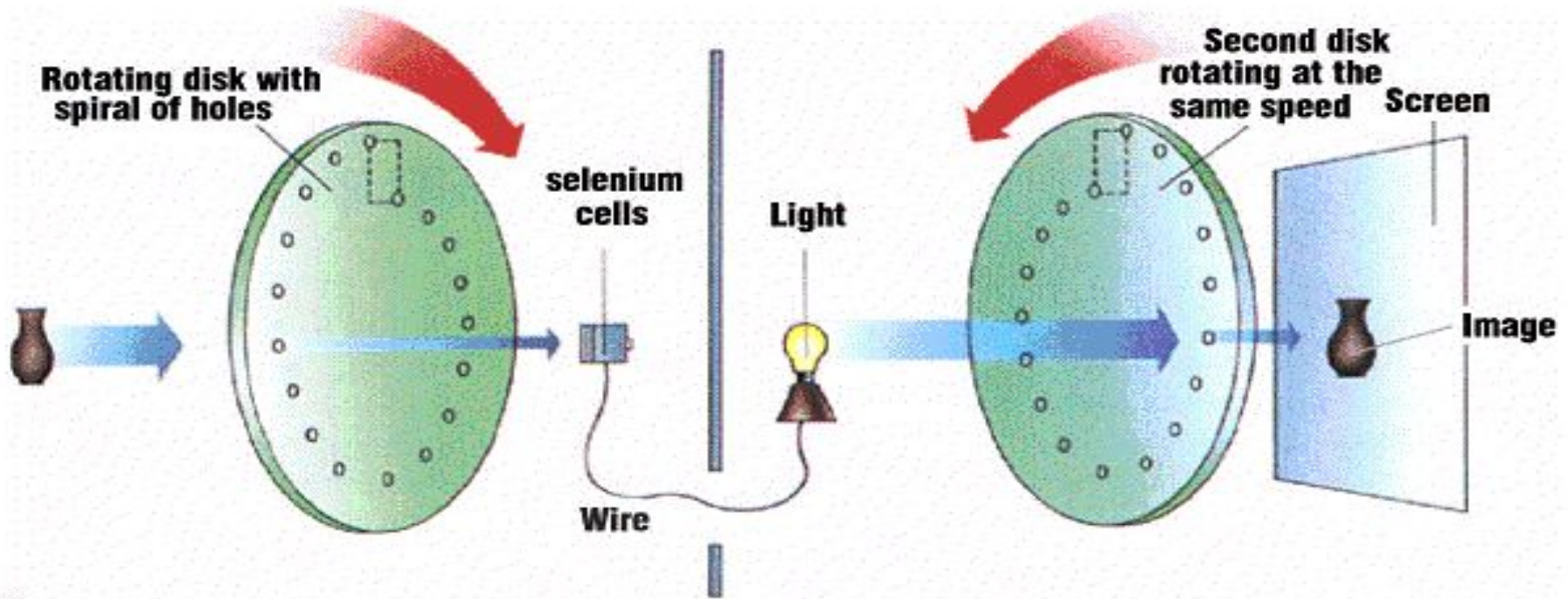
## 2.1.7 История создания телевидения

Телевидение это область науки, техники и культуры, связанная с передачей зрительной информации (подвижных изображений) на расстояние радиоэлектронными средствами.



Как и другие сложные технические решения, телевидение появилось и развилось благодаря усилиям многих изобретателей.

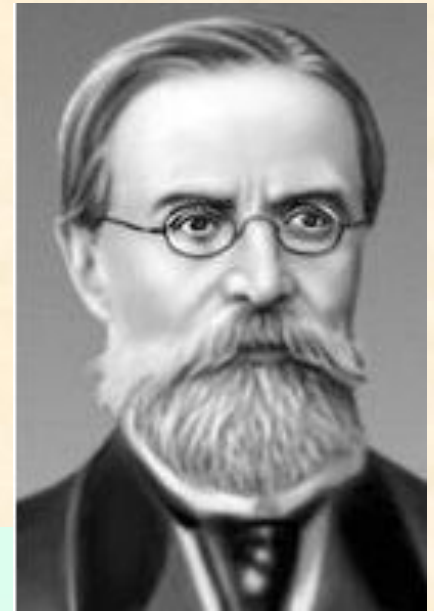
В 1883 г. немецкий студент **Пауль Нипков** придумал способ последовательного механического разложения передаваемого изображения на отдельные элементы с помощью вращающегося диска с отверстиями.



Свет от элементов проекции изображения через отверстия диска поступал на фотозаэлемент. На приемном конце использовался также диск Нипкова, вращающийся синхронно с передающим, и лампа, яркость которой управлялась принятым электрическим сигналом, что позволяло восстановить переданное изображение.

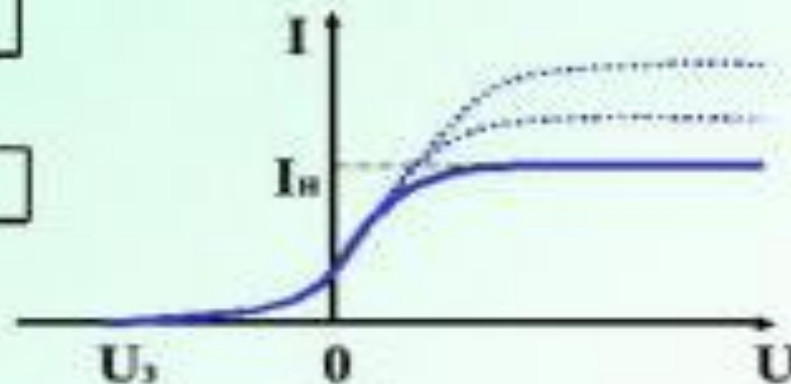
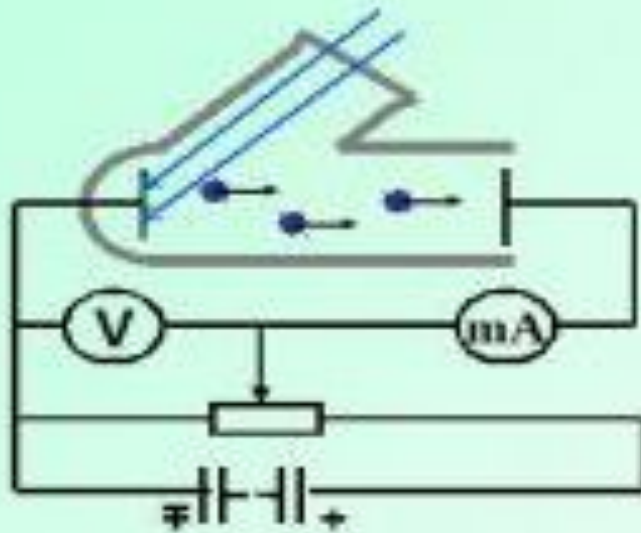
Диск Нипкова, в разных видоизменениях, стал неременным элементом **систем механического телевидения**, разрабатывавшихся в последующие полвека.

В 1888—1889 годах профессор Московского университета **Александр Григорьевич Столетов**, изучив так называемый «**внешний фотоэффект**» (способность некоторых металлов под воздействием света испускать электроны), создал фотоэлемент. Достижение Столетова открыло принципиальную возможность непосредственного преобразования световой энергии в электрическую.



## Фотоэффект

1887-1889 гг. – Александр Григорьевич Столетов



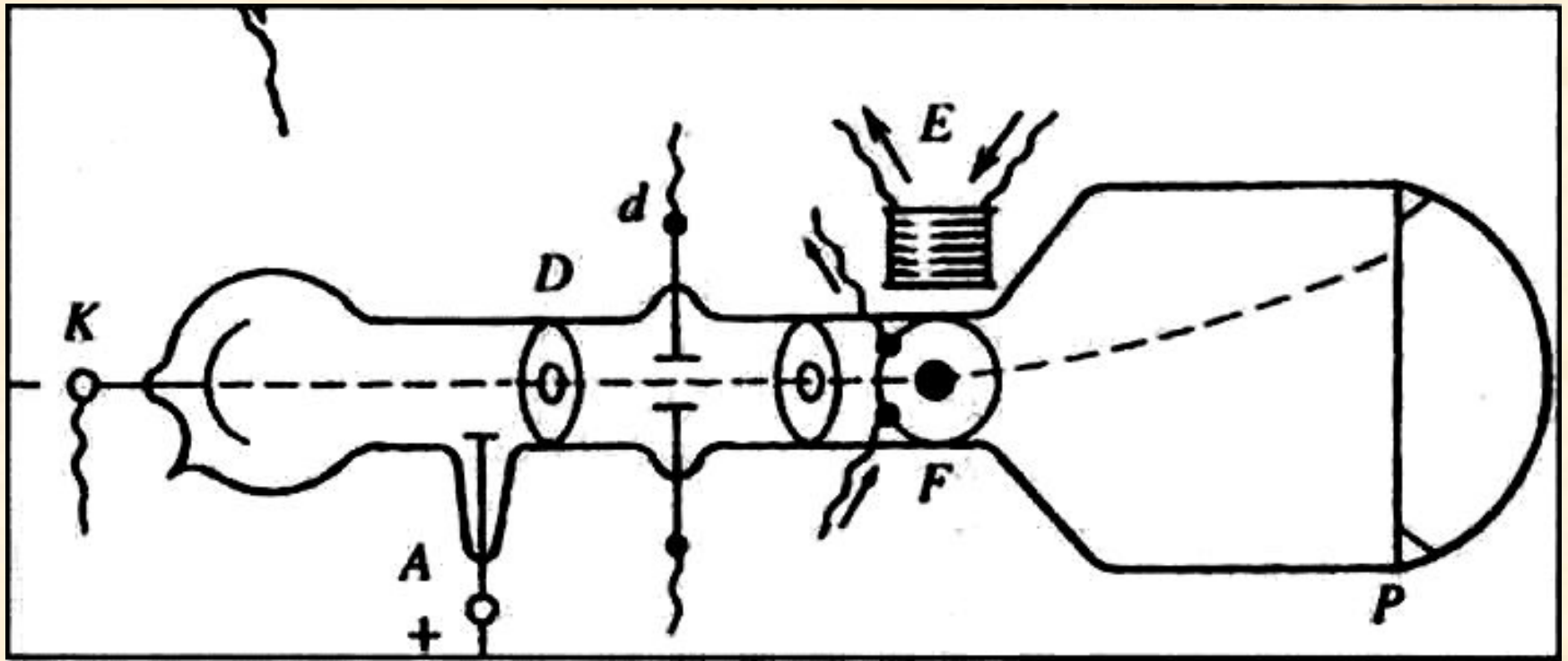
В **1907** г. русский ученый **Борис Львович Розинг** выполнил первые экспериментальные исследования по применению для приема ТВ сигналов вместо диска Нипкова **катодных трубок** на основе эффекта Столетова, изобретенных еще в **1897** г. **Карлом Брауном**.



**Б.Л. Розинг**

Розинг получил патенты в России, Германии и Англии на изобретение телевизионного устройства с **электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ)** – прототипом кинескопа, а **9 мая 1911** года продемонстрировал изображение на ее экране.





В изображенной на схеме трубке электронный луч, эмитируемый катодом *K*, совершает под воздействием отклоняющих электромагнитов *E* и *F* построчное движение по флюоресцирующему экрану *P*.

Розинг предложил ввести в катодную трубку управляющие пластины *d*, на которые подается сигнал от «фотоэлектрического приемника». Благодаря этому через диафрагму *D* проходит электронный луч большей или меньшей интенсивности в зависимости от потенциала на пластинах *d*. Модулированный таким образом луч вызывает свечение флюоресцирующего экрана с различной яркостью в разных точках соответственно передаваемому изображению.

В.К. Зворыкин

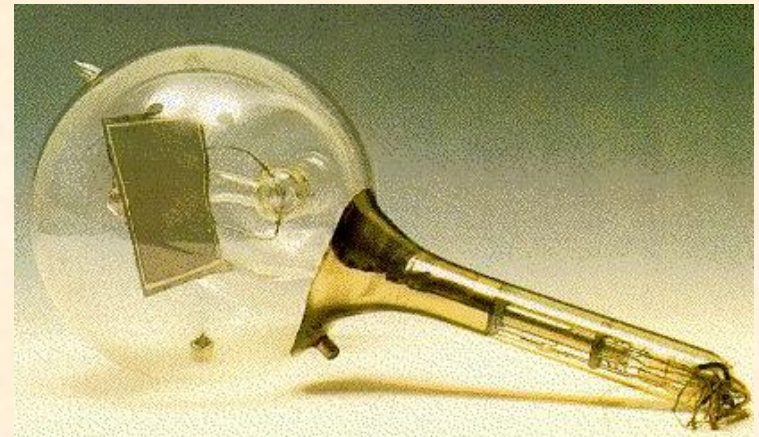


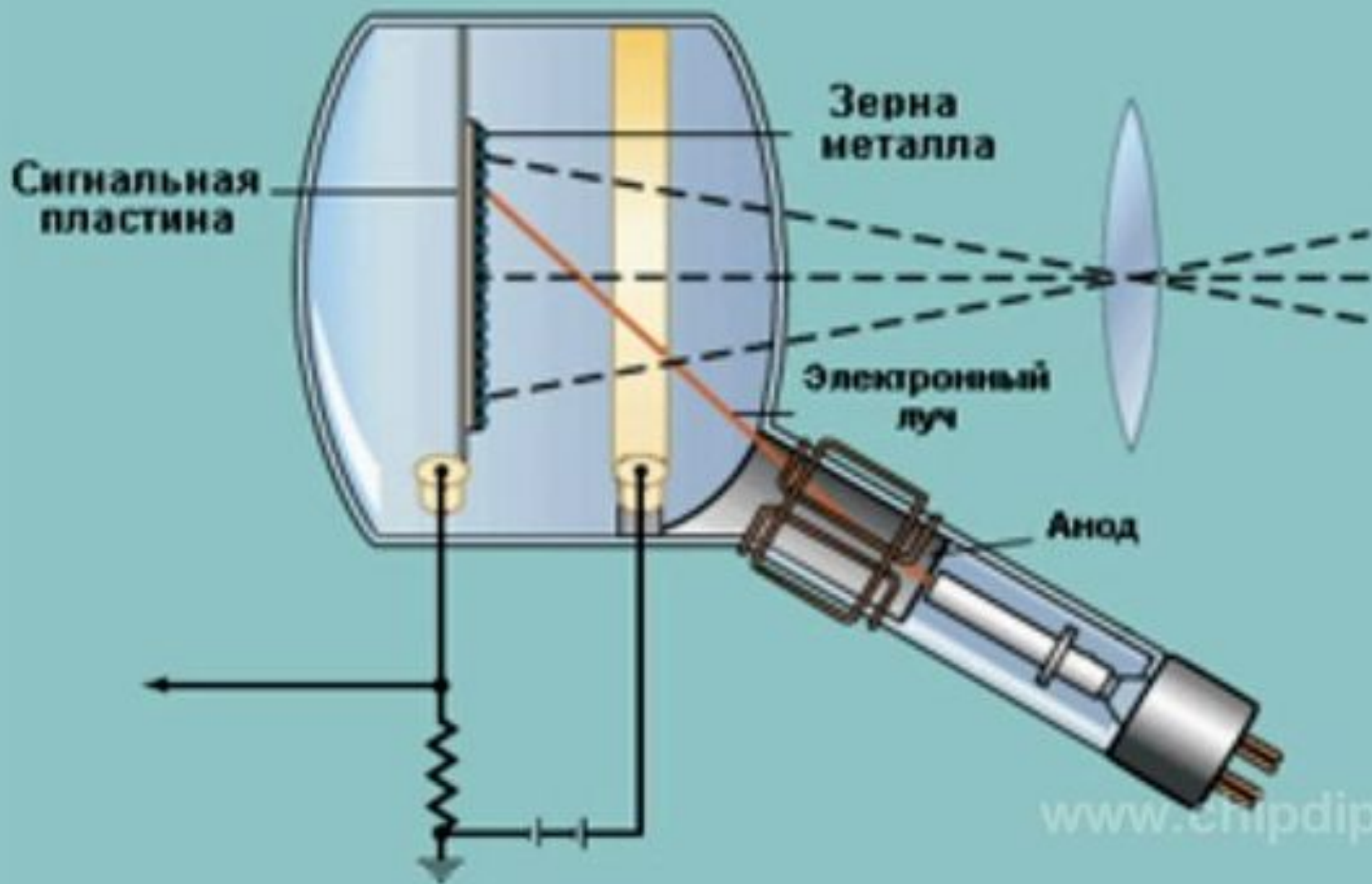
На демонстрациях первого электронного телевизионного устройства присутствовал ученик Розинга **Владимир Кузьмич Зворыкин**, помогавший Б. Л. Розингу в проведении экспериментов.

В.К. Зворыкин эмигрировал из России в 1919 г. из-за гражданской войны, опасаясь быть подвергнутым репрессиям. Развитием системы электронного телевидения он занимался в американской радиокорпорации RCA.

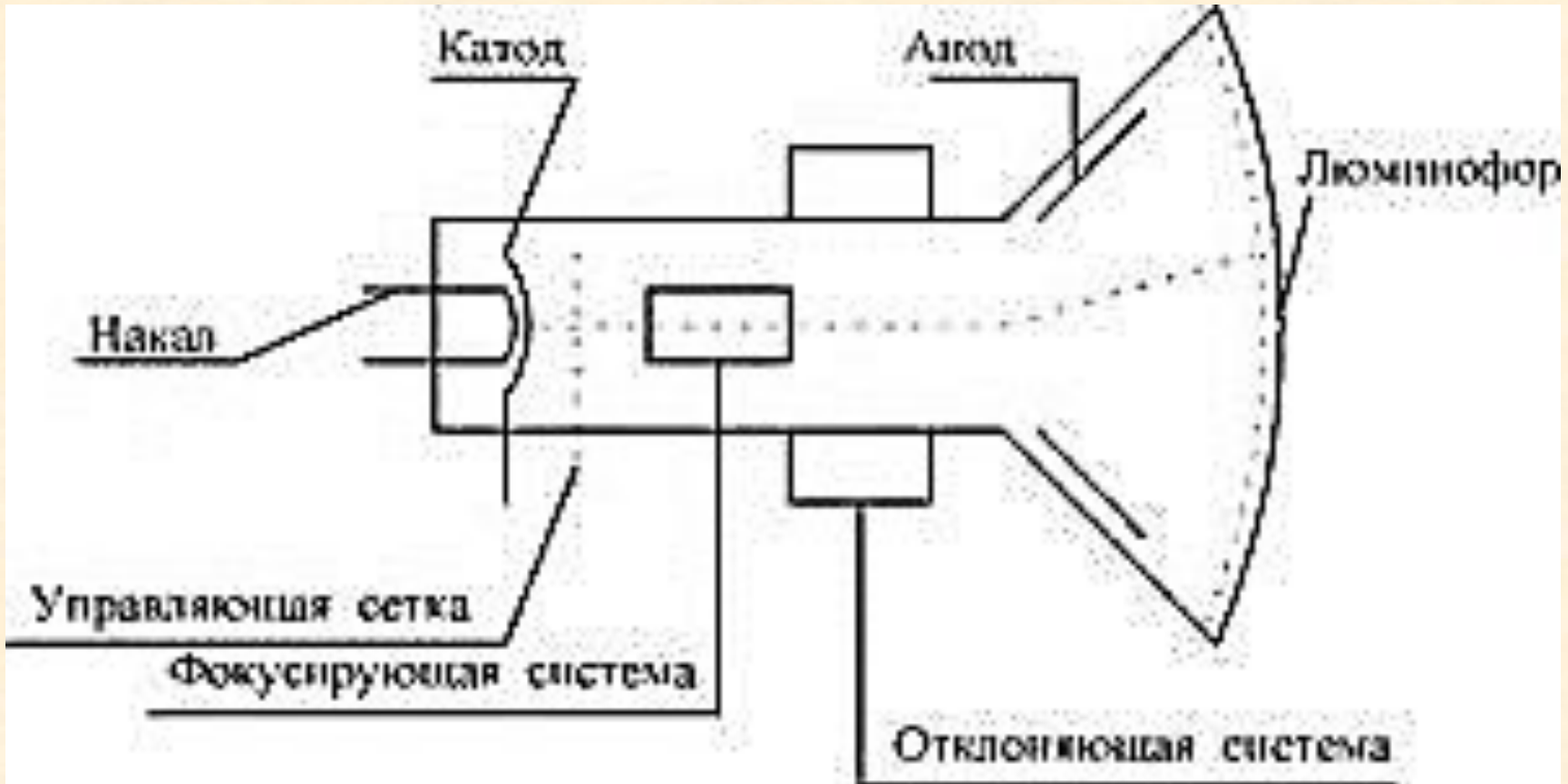
Ему удалось создать передающую трубку с накоплением зарядов, которую он назвал **ИКОНОСКОПОМ** (по-гречески "наблюдать изображение"), запатентованную им в **1923** году.

Принципиально важным в этой трубке было то, что фотокатоды из зерен металла в виде посеребренной слюды на сигнальной пластине «запоминали» заряды, образуемые фокусируемым на них изображением, а сканирующий электронный луч нейтрализовал заряды и одновременно модулировался.





Через год после изобретения иконоскопа Зворыкин изобрел **кинескоп** – телевизионную **приемную** трубку, став тем самым создателем основных передающего и приемного элементов электронного телевидения.



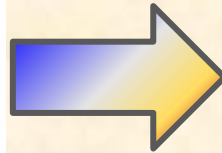
\_\_На конференции общества радиоинженеров США **26 июня 1933 года Зворыкин** сделал доклад о разработке им с группой сотрудников **полностью электронной ТВ системы, с чёткостью около 300 строк**, а через полтора месяца после этого он прочёл свой сенсационный доклад перед учёными и инженерами Ленинграда и Москвы.

Много лет спустя директор исследовательской лаборатории компании RCA назвал В.К.Зворыкина **"лучшим подарком, который Россия сделала Америке"**.

В 1933 г. В. К. Зворыкин был приглашен в СССР, и между фирмой RCA и Наркоматом электропромышленности был заключен договор о поставках оборудования, разработанного В. К. Зворыкиным, для Московского телецентра.

В 1938 г. телевизионная программа этого центра вышла в эфир.

В 1968 г. **Дж. Хейлмейер** (США) создал дисплей на жидких кристаллах – Liquid Crystal Display (LCD), и началась эра замены электронно-лучевых трубок на плоские экраны как в телевизорах так и в компьютерах.



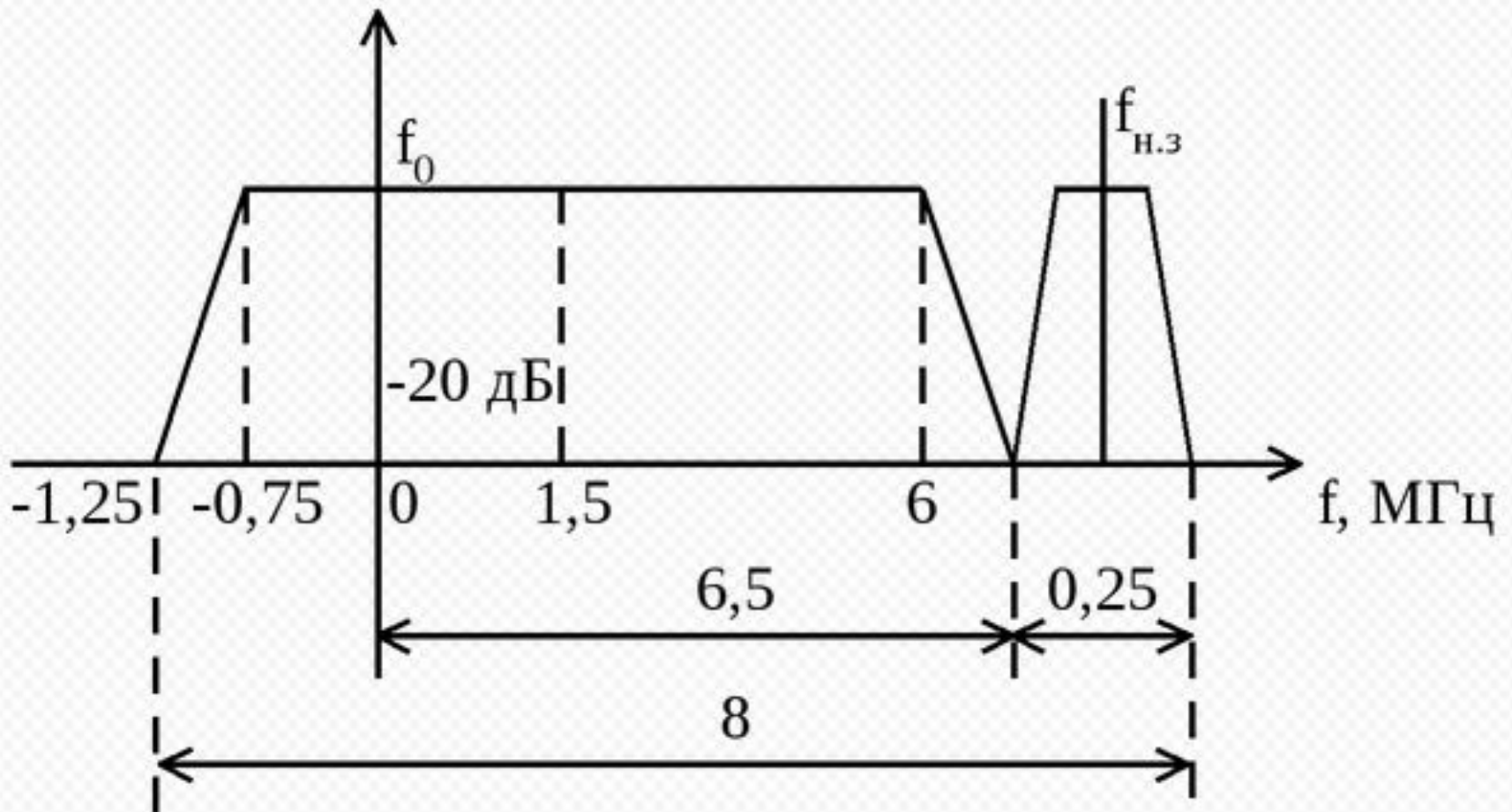
ТОГДА



СЕЙЧАС



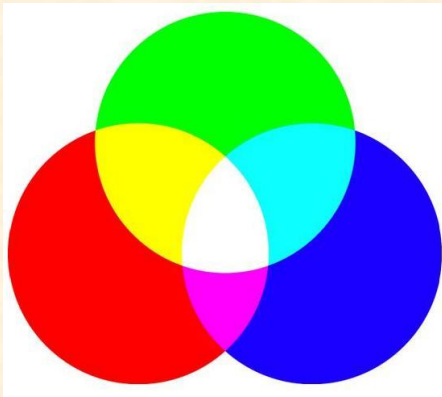
В 40-х годах 20 века в разных странах разрабатываются **стандарты** на системы **черно-белого** ТВ вещания. Передача **видеосигналов** осуществлялась с помощью **амплитудной модуляции (АМ)** с одной (**верхней**) **боковой полосой частот (ОБП)**. Нижняя боковая полоса частот частично подавлялась. Этот метод передачи ТВ сигналов в аналоговом виде используется до настоящего времени. **Звуковой сигнал** передается методом **частотной модуляции** несущей звука ( $f_{н.з}$ )





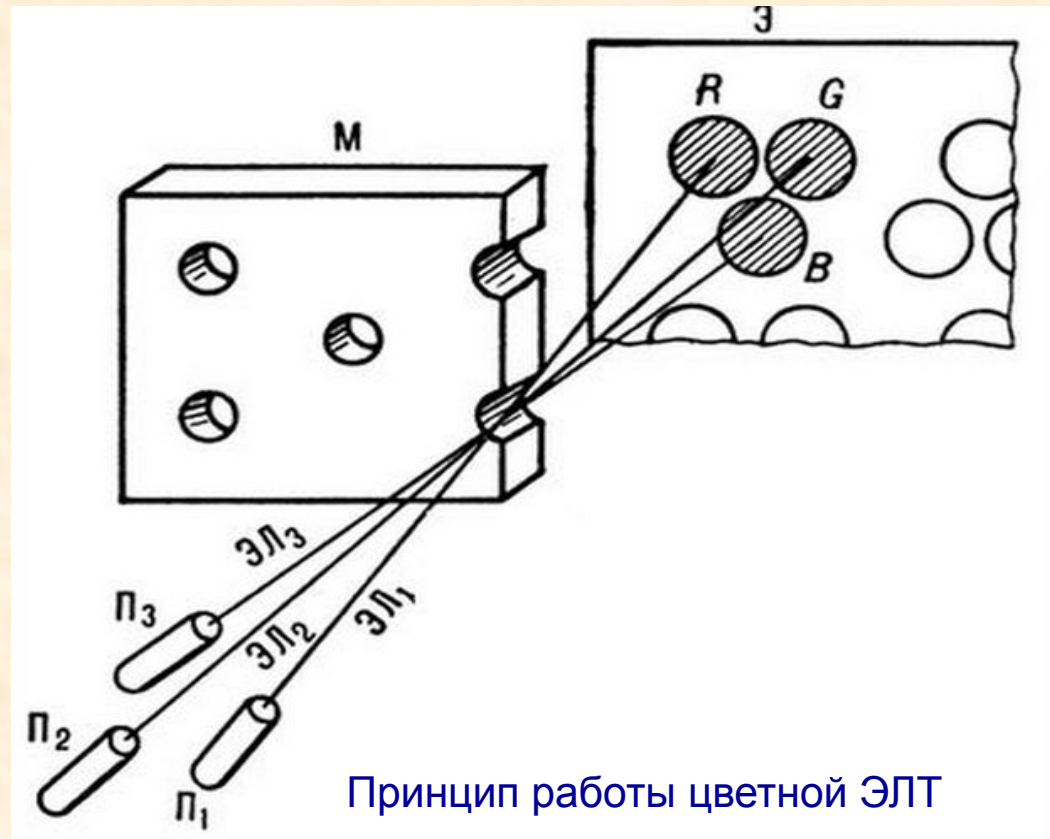
Первые идеи создания систем передачи **цветного изображения** по радиоканалам также, как и многие другие идеи, возникли задолго до того, как появились технические возможности их реализации.

В **1900** г. русский ученый **Александр Аполлонович Полумордвинов** на основе **трехкомпонентной теории цветовосприятия** создал первый **проект механической ТВ системы** с последовательной передачей цветов. Однако действующего образца ему создать не удалось.



Первым удалось осуществить практическую демонстрацию **механической системы цветного ТВ Дж. Бэйрду** в Англии в **1928** г. При этом был использован принцип последовательной передачи трёх цветоделенных изображений основных цветов.

Первый, пригодный к продаже электронный цветной телевизор создала в 1954 году фирма RCA, руководимая Зворыкиным. Эта модель была оснащена 15 дюймовым экраном. Несколько позже были разработаны модели с диагоналями 19 и 21 дюйм. Стоили такие системы дороже тысячи долларов США, а следовательно, были доступны далеко не всем.



Из-за сложностей с повсеместной организацией цветного телевидения, цветные модели телевизоров не могли быстро вытеснить черно-белые, и долгое время оба типа производились параллельно.

Фирма **SONY** в **1959** году первой стала выпускать транзисторные телевизоры. За первой черно-белой моделью в 1960 году последовала цветная.

Первая широкоэмитательная передача по системе SECAM в СССР была приурочена к 7 ноября 1967 года. В этот день состоялась первая внестудийная цветная передача с Красной площади. Для приёма цветного изображения в том же году начат выпуск телевизоров «Рубин-401», «Радуга-403» и «Рекорд-101» на основе советских масочных кинескопов. С 1 января 1977 года все передачи стали передаваться в цвете.

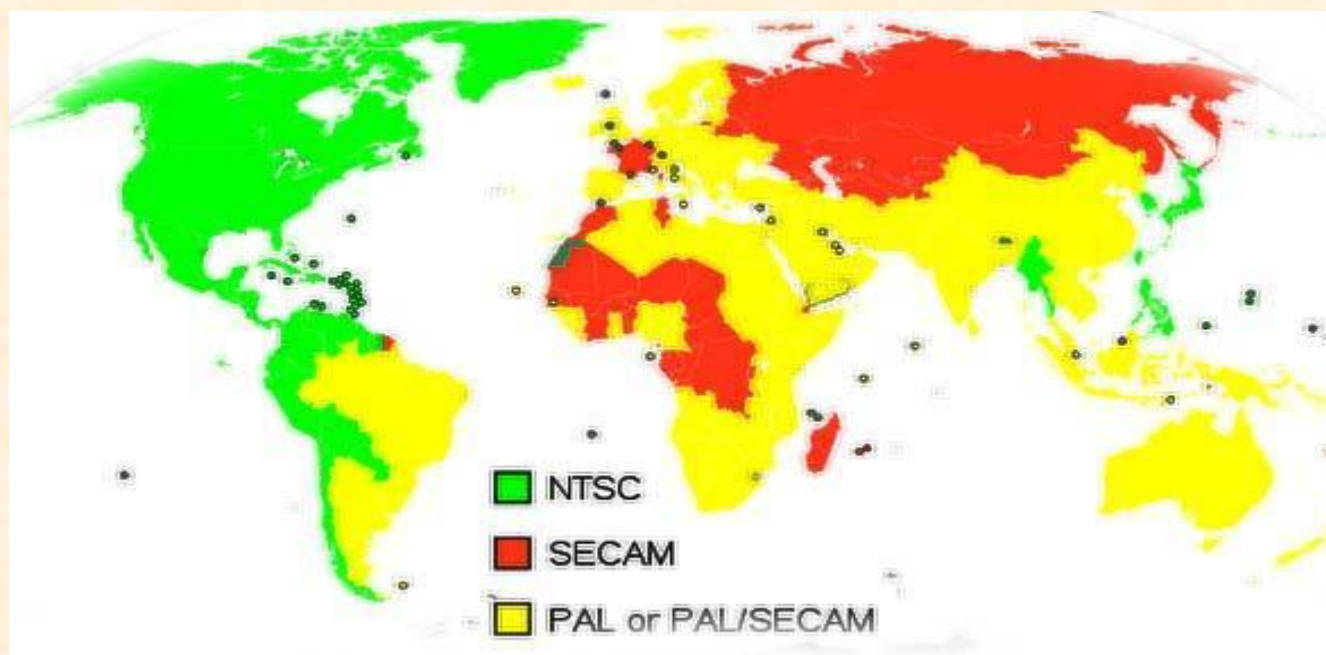


**Рубин-401**

Современные аналоговые системы цветного ТВ вещания стандартов **NTSC**, **PAL** и **SECAM** были разработаны в **50-60-е годы XX века**, и в **1966 г.** на Пленарной Ассамблее МККР в Осло было рекомендовано их применение.

В Европе были приняты французская телевизионная система кодирования телевизионного сигнала **SECAM** и немецкая **PAL**. В странах Америки – **NTSC**.

В СССР внедрение системы **SECAM** началось в 1967г.

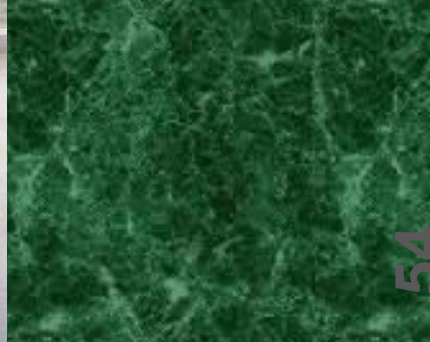
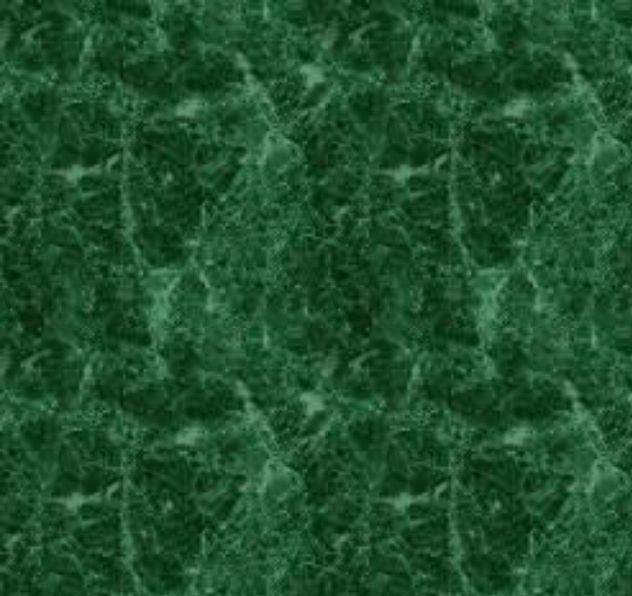


Новая эра в развитии ТВ вещания наступила в **1994 г.**, когда создаются европейские стандарты цифрового ТВ **DVB (Digital Video Broadcasting)** и северо-американский стандарт **ATSC (Advanced Television System Committee)**, определяющие способы передачи информационного цифрового потока по разным каналам связи (наземным радио и кабельным, спутниковым и т. д.).

Для формирования информационного цифрового потока и сокращения избыточности ТВ сигнала используются стандарты **MPEG-2 (MPEG - Moving Picture Expert Group)**, что позволяет в радиоканале с шириной полосы частот 8 МГц передавать, в зависимости от требуемого качества приема, четыре-шесть обычных ТВ программ либо одну программу ТВВЧ.

Появились, в частности, возможность распространения звуковых и телевизионных программ по сети Интернет.

Переход на цифровое телевидение так же неизбежен, как в свое время замена черно-белого телевидения цветным. В настоящее время в России осуществляется массовый переход от аналогового телевидения к цифровому.



## Контрольные вопросы:

1. В какой компании работал Мартин Купер, когда создал первый сотовый телефон?
2. Какая связь между пчелами и зонами покрытия базовых станций при мобильной связи?
3. Как называлась первая система связи с автомобилями в СССР?
4. Назовите имена российских ученых, создателей мазера, лауреатов Нобелевской премии по физике.
5. Как называются кабели, по которым осуществляется передача светового излучения?
6. Назовите фамилию российского ученого, удостоенного Нобелевской премии по физике за работы в области развития полупроводниковой лазерной техники.
7. Русский ученый, изобретатель первого электронного телевизионного устройства
8. Последователь П. Розинга, изобретатель иконоскопа и кинескопа, создатель серийных полностью электронных телевизионных систем.
9. Какие основные цвета используются при трехкомпонентной модели цветопроизведения в цветном телевидении?