

# Системы документальной электросвязи и телематические службы

## Лекция № 4 Факсимильная связь

доц. каф. СС и ПД, к.т.н. С. С. Владимиров

2016 г.

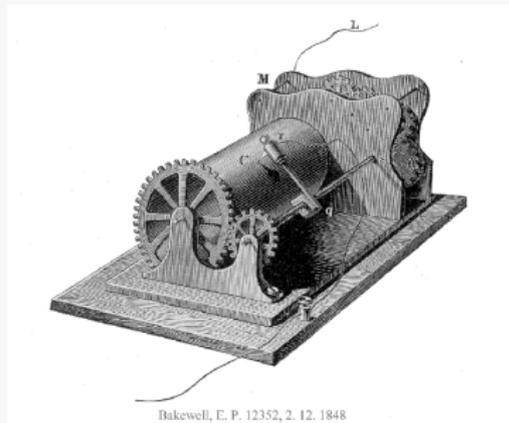
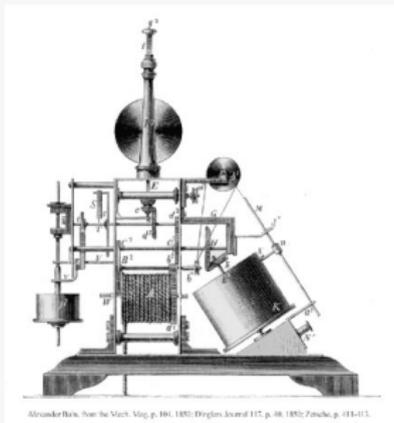
# Факсимильная связь. Понятие и история

## Факсимильная связь

*Телекоммуникационная технология передачи изображений электрическими сигналами.* Исторически включалась в состав телеграфной связи и является разновидностью электросвязи. Само понятие факсимильная связь пошло от латинского «*fac simile*» — дословно «сделать подобным» — «скопировать».

## Первые телеграфы, передающие изображение

В 1843 году шотландский физик Александр Бейн продемонстрировал и запатентовал собственную конструкцию электрического телеграфа, которая позволяла передавать изображения по проводам. Для получения изображения использовалась химически обработанная бумага, обернутая вокруг вращающегося цилиндра — по бумаге двигался особый стилус, создавая изображение точками и линиями. Аппарат Бейна считается первой примитивной факс-машиной. Однако дальнейшее улучшение конструкции не получалось, и Бейн ввязался в судебную тяжбу с английским физиком Фредериком Бейквеллом (Frederick Bakewell), который в 1848 усовершенствовал (и в 1851 продемонстрировал на Всемирной выставке в Лондоне) машину Бейна путём замены маятников на синхронизированные вращающиеся цилиндры, подобные тем, что использовались в современных машинах.

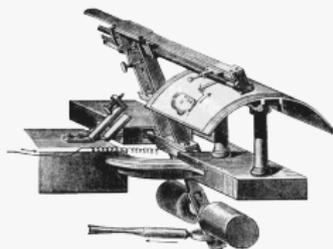
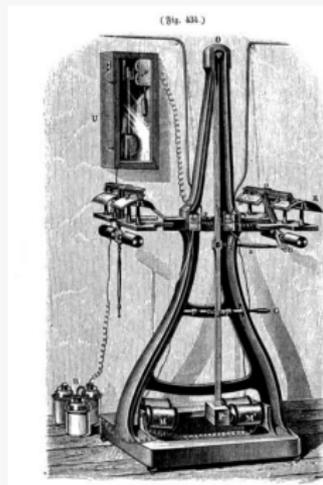


# История факсимильной связи (2)

## Пантелеграф Казелли

В 1855 году итальянский изобретатель Джованни Казелли создал устройство, которое назвал Пантелеграф и предложил его для коммерческого использования. Аппараты Казелли некоторое время использовались для передачи изображений посредством электрических сигналов на телеграфных линиях как во Франции, так и в России.

Принцип работы этого аппарата достаточно прост. На высокой станине укреплен пишущий механизм и большой маятник длиной в 2 метра и весом в 18 килограммов. Маятник соединен с рычагом. При качании маятник толкал рычаг, сообщая движение механизму, совершавшему колебательные движения на расположенной дугообразно медной пластине, на которую помещалось передаваемое изображение. Контактный стержень построчно осуществлял зондирование изображения. По длительности прохождения одной строки равнялось колебанию маятника и составляло чуть более одной секунды. Передаваемые депеши наносились на тонкую оловянную фольгу (станиоль) жирными и изолирующими чернилами. После чего лист укладывали на медную пластину на передающем аппарате. На принимающей станции помещался лист бумаги, обработанный раствором железосинеродистого калия (феррицианида калия). Медные пластины, на которые на приемной станции укладывался лист станиоля с депешей, а на передающей станции — химически обработанная бумага, заземлялись, а стержень и перо соединялись в электрическую цепь с телеграфной линией. На передающей станции ток от батареи проходил через перо, станиолевый лист и медную пластину и, не встречая изолятора, уходил в землю. Встречая изолирующую преграду — знаки или изображения, которые писались изолирующими чернилами, электричество проходило по телеграфному кабелю, и достигая пера на приемной станции, приводило его в движение. При условии синхронного качания обоих маятников, изображения воспроизводились с высокой точностью и практически не отличались качеством от современных факсов.



В 1860 г. Казелли сумел произвести впечатление своей версией факсимильной машины на императора Франции Наполеона III и получил госзаказ на постройку линии фототелеграфа Париж–Лион. Позднее были построены линии Москва–Петербург (1866–1868) и Париж–Марсель. В России аппараты Казелли работали на линии всего чуть больше года, поскольку из-за высокого тарифа они не пользовались спросом. Их сняли с линии, и передали в музей. Сейчас аппарат Казелли можно увидеть в музее Попова.

# История факсимильной связи (3)

В 60-е годы XIX века было создано ещё несколько конструкций факсимильных аппаратов: 1862 — телеграф Бонелли, 1864 — копиртелеграф Бернарда Майера, 1866 — электрограф Ленойра.

В 1881 году успешно передан силуэт с использованием фотоэлемента и сканирующей системы. Это устройство Шелфорда Бидвелла называлось Фототелеграфом.

## Телеавтограф Грея

В 1888 году, в США, Элайша Грей (Elisha Gray) основал «Gray National Telautograph Company», основной деятельностью которой, было распространение факсимильной связи на основе изобретённого Греем, в 1887 году, телеавтографа. Компания Грея просуществовала до 1990-х годов, пока не была поглощена более крупной Хегох.

Работа телеавтографа основана на передаче координат перемещения передающего пера электрическими импульсами, создаваемыми потенциометрами на передающей станции, на сервоприводы пера на приёмной станции. В патенте Грея (1888) заявлено, что телеавтограф позволяет «передать рукопись на удалённое расстояние по двух проводной линии». Устройство Грея широко использовалось в банковской сфере и в армии.



«Благодаря моему изобретению, — писал изобретатель позднее, — Вы можете сесть в Вашем офисе в Чикаго, взять карандаш в руки и написать мне сообщение. Ваши движения карандашом здесь, будут одновременно воспроизводиться в моей лаборатории, образуя те же буквы, слова и тем же самым образом. То, что вы напишете в Чикаго, мгновенно воспроизведётся у меня факсимильно. Вы можете писать на любом языке, используя код или шифр, независимо от этого, всё факсимильно воспроизведётся у меня. Если Вы пожелаете нарисовать что-то, картинка также воспроизведётся. Например, художник Вашей газеты может телеграфировать изображения железнодорожного крушения или другого происшествия точно так же, как репортёр телеграфирует текст статьи».

## Бильдтелеграф Корна

В 1902 году немецкий профессор Артур Корн продемонстрировал первую фотоэлектрическую сканирующую факс-систему для передачи неподвижных изображений, названную им «Бильдтелеграф». Передаваемое изображение закреплялось на прозрачном вращающемся барабане, луч света от лампы, перемещающейся вдоль оси барабана, проходил сквозь оригинал и через расположенные на оси барабана призму и объектив попадал на селеновый фотоприёмник. Устройство получило известность 17 марта 1908 года, когда из Парижа в Лондон за 12 минут был передан фотопортрет разыскиваемого преступника, сыгравший решающую роль в его задержании. Аппаратурой Корна были вскоре оборудованы некоторые отделения германской полиции для передачи фотографий и отпечатков пальцев.

# История факсимильной связи (4)

## Фототелеграф в Европе. Белинограф



В 1907 году французским физиком Эдуардом Белином был изобретён белинограф (bellinograph), пригодный для передачи фотографий. Устройство под прижившимся в Европе названием «Белино» было основано не на фотоэлектрическом методе, а на фотогравировке — получении желатинового рельефа дубящим отбеливанием толстой фотоэмульсии снимка. При вращении барабана с фотографией, отпечатанной на специальной фотобумаге с хромированной желатиной, специальный шуп фиксировал изменения рельефа, преобразуя их в электрический сигнал. Отсутствие инерционного фотоэлемента позволило передавать фотографии с высокой скоростью, но недостатком была необходимость специальной обработки фотобумаги. Тем не менее, в европейских СМИ белинограф быстро завоевал популярность и использовался несколько десятилетий.

## Фототелеграф в США

19 мая 1924 оператор связи AT&T передал из Кливленда в Нью-Йорк 15 фотографий при помощи аппарата, разработанного при участии Гарри Найквиста. Фототелеграф AT&T передавал снимок формата  $5 \times 7$  дюймов за 7 минут. Снимок, предназначенный для передачи, наматывался на барабан устройства и сканировался фотоэлементом по спирали. Колебания яркости света, отражённого от фотобумаги, преобразовывались в аналоговый видеосигнал звуковой частоты, который мог передаваться по телефонной линии или по радио. В приёмном аппарате на такой же барабан наматывалась светочувствительная фотобумага, которая экспонировалась лампой накаливания, питающейся пульсирующим током полученного сигнала. Вращение передающего и приёмного барабанов синхронизировалось, и после проявления экспонированной бумаги получалась копия исходного снимка — фототелеграмма. Из-за инерционности фотоэлементов фототелеграммы тех лет передавались долго и имели очень низкое качество, недостаточное даже для газет. Технологический прорыв осуществил в 1929 Владимир Зворыкин, повысивший скорость и качество передачи в несколько раз. Снимок размером с печатную страницу передавался всего за 1 минуту.

В 1924 году впервые с помощью факсимильной связи было передано и получено цветное фотоизображение.

В 1939 году в США более тысячи человек получали по факс-аппарату свежий выпуск ежедневной газеты. Это была первая факс-газета — прообраз современных электронных изданий-рассылок.

## Использование фототелеграфа в журналистике

Технология фототелеграфа нашла широкое применение в новостной фотожурналистике. В 1935 году агентство «Ассошиэйтед Пресс» первым создало сеть корпунктов, оснащённых фототелеграфными аппаратами, способными передавать снимки на большие расстояния непосредственно с места событий.

Во время Второй мировой войны между участниками Антигитлеровской коалиции поддерживалась постоянная фототелеграфная связь по радио, позволявшая оперативно обмениваться фотоинформацией. Благодаря этому, фотографии о важнейших событиях в разных частях света поступали в редакции ежедневных газет стран коалиции в течение нескольких часов. В СССР приём и передача фотоинформации Союзников осуществлялись на Октябрьском радиоцентре.

Советская «Фотохроника ТАСС» оснастила корпункты фототелеграфом в 1957 году, и переданные в центральный офис таким способом снимки подписывались «Телефото ТАСС». Технология господствовала в доставке изображений вплоть до середины 1980-х годов, когда появились первые фильм-сканеры и видеофотоаппараты, а за ними — цифровая фототехника.

С 1959 года бильдаппарат начал применяться в Японии для передачи готовых газетных полос в удалённые типографии. Полученное изображение выводится на фототехническую плёнку, с которой изготавливаются офсетные печатные формы. В СССР ленинградский тираж свежего номера газеты «Правда» был впервые отпечатан таким способом 17 июня 1964. Для передачи газетных полос использовались специальные кабельные или радиорелейные каналы с широкой полосой пропускания до 500 кГц.

В 1953 г. термин «фототелеграфная связь» по рекомендации Международного консультативного комитета по телефонии и телеграфии (МККТТ) был заменён более общим — «Факсимильная связь».

Первый набор стандартов факсимильной связи (Группа 1) был принят МСЭ в 1968 г. В 1972 были приняты стандарты Группы 2, а в 1980 — Группы 3.

# Принцип факсимильной связи

Факсимильная связь включает в себя основные операции:

- ▶ деление всей площади предназначенного для передачи оригинала на большое количество элементов малого размера, отличающихся друг от друга по какому-либо определённом физическому параметру, например, по оптической плотности;
- ▶ последовательное измерение для каждого такого элемента этого физического параметра, преобразование в величину электрического тока или в набор электрических импульсов, в соответствии с предусмотренным протоколом связи;
- ▶ передача сигнала по линии связи;
- ▶ преобразование полученного сигнала, как правило, синхронное и синфазное процессу передачи, запись в приёмном устройстве полученной информации.

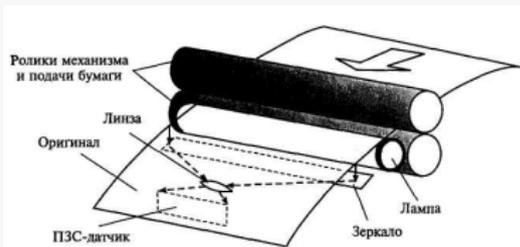
Первые две операции описывают процедуры дискретизации и кодирования исходного сообщения-изображения, которое является непрерывным - любой участок изображения сколь угодно малых размеров может иметь любое значение оптической плотности в некотором диапазоне плотностей. Поскольку человеческое зрение имеет ограниченные возможности, это позволяет дискретизировать непрерывное факсимильное сообщение и тем самым снизить его избыточность до разумной величины. Дискретизация производится по площади изображения и по оптической плотности отдельных участков с учетом разрешающей способности и контрастной чувствительности глаза.

Суть дискретизации по площади заключается в разложении всей площади изображения на отдельные элементарные площадки. Каждая площадка характеризуется одним единственным значением оптической плотности, получаемым путем усреднения плотностей в пределах этой площадки. В факсимильных аппаратах общего назначения размер элементарной площадки должен составлять около 0,1 мм.

Дискретизация по оптической плотности заключается в округлении полученного значения плотности элементарной площадки оригинала до ближайшей фиксированной величины. В результате на копии будут воспроизведены только определенные, фиксированные плотности, число которых сравнительно невелико. Для качественной передачи художественной фотографии необходимо передать и воспроизвести на копии 10–15 градаций оптической плотности, отличающихся друг от друга. При передаче двухградационных изображений дискретизацию производят двумя уровнями оптической плотности — черным и белым.

## Принцип факсимильной связи (2)

Тракт факсимильной связи включает передатчик, линию связи, и приёмник.



В передатчике происходит анализ оригинала перемещающимся или переключаемым световым пятном. Оно обегает всю площадь изображения построчно, причём отражённый световой поток оказывается модулирован по интенсивности. Далее он попадает на фотоэлектрический преобразователь, в результате чего колебания интенсивности потока преобразуются в электрические — видеосигнал.

Как правило, развёртка по строке осуществляется электронным переключением элементов строки сканера, а развёртка по вертикали — путём механической его протяжки перпендикулярно строке.

В качестве фотоэлектрических преобразователей в факсимильной аппаратуре использовались фотоэлектронные умножители (ФЭУ), фотоэлементы. Современные аппараты имеют полупроводниковые линейные или матричные датчики изображения.

Передающее устройство производит модуляцию несущей частоты видеосигналом в соответствии с одним из выбранных протоколов связи, тем самым достигая максимальной совместимости с конкретным типом канала связи.

Применяемые в факсимильной связи протоколы первоначально были полностью отделены от протоколов передачи данных, однако по мере развития техники унификация света некоторые из них воедино, и наиболее современное факсовое оборудование принимает и передаёт изображения по некоторым модемным протоколам, например, V.34, V.34bis.

### Каналы факсимильной связи

В настоящее время основными каналами связи для передачи факсов стали стандартные телефонные коммутируемые линии с характерной для них полосой пропускания 0,3 до 3,4 кГц. Однако ещё при организации фототелеграфной связи для передачи газетных полос полиграфического качества при децентрализованной печати ежедневных газет понадобилась большая полоса пропускания. Поэтому основными каналами передачи факсимильных сообщений по телеграфным линиям связи были выделенные для этого — первичный, с полосой 48 кГц, или вторичный — 240 кГц.

# Прием факсимильного сигнала

Принимающая факсимильная аппаратура осуществляет демодуляцию сигнала, получая из него исходный видеосигнал, и преобразует его в копию изображения, обратное развёртке, синхронно и синфазно с развёрткой на передающей стороне. Копия создаётся в печатающем блоке факсимильного аппарата из принятых значений видеосигнала, элементарные участки изображения располагаются на носителе в той же последовательности, в какой они располагались на оригинале.

## Методы записи изображения

- ▶ **фотографический** — запись ведётся источником света, яркость которого промодулирована видеосигналом, на светочувствительный материал (на фотобумагу или фотопленку);
- ▶ **электрохимический** — применяется специальная бумага, меняющая цвет при пропускании электрического тока через неё (например, электрохимическая бумага проходит между двумя точечными электродами, на которые подаётся усиленный видеосигнал);
- ▶ **штриховый (чернильный)** — в качестве носителя используется обычная бумага, запись совершается роликом, смазанным краской, или чернильным пером, положение которого определяется электромагнитом, на который подаётся видеосигнал. Также возможно механическое воздействие электромагнитом через копировальную бумагу;
- ▶ **термопечать** — в качестве носителя применяется темнеющая при нагревании бумага.

При всех отмеченных способах записывающий элемент перемещается по носителю вдоль строки (применяется также электронное переключение элементов, например, светодиодов или терморезисторов), а затем переходит на следующую строку, как и развёртывающий элемент на передающей стороне. Если передатчик и приёмник не соблюдают синхронность и синфазность перемещения, появляются геометрические искажения принятого изображения. Синхронизация и фазирование в факсимильной связи ранее осуществлялось вручную (особыми органами управления аппаратурой), в современных протоколах факсовой связи — автоматически.

*Способы записи делят на закрытые и открытые по возможности контролировать визуальное качество копии непосредственно в процессе создания изображения (а значит, и в процессе передачи информации по каналу связи).*

Фотографический способ — закрытый: фотоматериал помещается в светонепроницаемую кассету и не позволяет убедиться в качестве принятой информации до завершения последующей фотохимической обработки. Все прочие способы записи — открытые.

## Основные группы изображений

- ▶ **чёрно-белые** — содержат две градации оптической плотности (обычно чёрный и белый цвета оригинала). К ним относят рукописи, чертежи, карты, изображения газетных полос и машинописный текст. Для представления яркости конкретного элемента изображения достаточно одного бита. Записываются с достаточной точностью и качеством любым из использовавшихся в факсимильной связи методов записи;
- ▶ **полутоновые** — имеют несколько градаций плотности. Таковы, например, художественные фотографии, для воспроизведения которых необходимо иметь возможность передавать не менее 8–12 градаций оптической плотности. Приемлемое качество достигается только фотографическим способом передачи;
- ▶ **цветные** — отличаются от полутонового изображения тем, что для передачи вместо одного канала оптической плотности используются три — R, G и B, причем полоса пропускания каждого равна полосе частот «чёрно-белого» факсимильного сигнала. Отсюда следует вывод, что для передачи цветного изображения требуется канал связи в 3 раза более широкий, чем для передачи полутонового изображения, либо время передачи увеличится втрое. В связи с этим в настоящее время цветные факсимильные аппараты, использующие «чистые» факсимильные технологии не применяются. На смену им пришли комбинированные устройства, использующие более совершенные способы сжатия изображения.

## Сжатие факсимильных изображений

Развитие вычислительной техники и математического аппарата позволило «экономить» пропускную способность линий. Например, Canon Fax B215C осуществляет передачу ч/б изображений по стандартным факсовым протоколам MH, MR, MMR, JBIG, а цветных изображений со сжатием по стандарту JPEG. При этом время передачи цветной страницы составляет около 4 мин. для цветного изображения и 3 мин. для полутоновой изображения среднего качества.

# Основные параметры систем факсимильной связи

- ▶ **Размер передаваемого изображения.** Существует два основных стандарта:  $220 \times 290$  мм — размер, близкий формату А4 и используемый в делопроизводстве;  $422 \times 600$  мм — размер для передачи газетных полос.
- ▶ **Скорость**, измеряемая **числом строк, передаваемых в минуту**. Для телефонных и радиотелефонных линий связи установлены стандартные скорости 60, 120 и 250 строк в мин. Передача газетных полос ведётся со скоростями 178, 1500 или 2250 строк в мин.
- ▶ **Время передачи изображения** зависит от скорости передачи и составляет: для формата  $220 \times 290$  мм — от 6 до 25 мин; для газетной полосы — от 2,8 до 50 мин.
- ▶ **Чёткость, или разрешающая способность** — определяет качество воспроизведения мелких деталей изображения. Измеряется как максимальное количество линий, приходящихся на 1 мм (в Европе — на дюйм) длины строки, которые раздельно, не сливаясь, воспроизводятся приёмником. Значение чёткости в обычных факсимильных аппаратах — 5 линий на мм, а в аппаратуре для передачи газетных полос — от 13 до 16 линий на мм. В англоязычной литературе единица измерения — lpi (lines per inch).
- ▶ **Число градаций** — для полутоновых аппаратов: сколько градаций оптической плотности раздельно воспроизводятся на принятой копии.

# Классификация ФА

МККТТ (ITU-T) определил четыре группы стандартных факсимильных аппаратов, классифицируемых по типу сканируемого сигнала, используемому методу модуляции и коммуникационным характеристикам.

## Аппараты группы G1 (рек. МСЭ-Т Т.2)

Кодируют и передают аналоговые сигналы. Определена стандартная частота сканирования линий — 180 линий в минуту, исходя из характеристик канала связи, могут быть установлены другие значения скорости. Факсимильные аппараты группы 1 работают с разрешением 3,85 линии на 1 мм и затрачивают примерно 6 мин на передачу документа формата А4. Только на выделенных линиях аппараты группы 1 могут использовать амплитудную модуляцию. Частота несущей должна находиться в интервале 1300-1900 Гц. Во время передачи самый высокий уровень сигнала соответствует черному цвету, самый низкий — белому. Как на выделенных, так и на коммутируемых линиях, аппараты группы 1 могут использовать частотную модуляцию. Для коммутируемых линий частота несущей равна 1700 Гц. Для выделенных линий частота несущей принимается 1900 Гц, частоты 1500 Гц и 2300 Гц для белого и черного цветов.

## Аппараты группы G2 (рек. МСЭ-Т Т.30 и Т.3)

Кодируют и передают аналоговые сигналы, как и аппараты группы 1, но используют более эффективные методы модуляции. Это позволяет обеспечить стандартную скорость сканирования 360 линий в минуту. Аппараты группы 2 обеспечивают тоже самое разрешение, что и аппараты первой группы, но затрачивают от 2 до 3 минут на передачу того же самого изображения. Амплитудная модуляция приводит к образованию двух боковых полос, которые являются зеркальным отображением друг друга и несут одинаковую информацию. Факсимильные аппараты группы 2 предназначены для работы в сетях телефонного типа, использующих амплитудную модуляцию с частично подавленной боковой полосой. Модуляционная система такого типа подавляет одну из избыточных боковых полос, уменьшая полную ширину полосы частот сигнала, обеспечивая тем самым возможность расширения информационной полосы частот. Аппараты группы 2 используют несущую с частотой 2100 Гц. Уровень белого соответствует максимальной амплитуде сигнала, а уровень черного — минимальной амплитуде или вообще отсутствию сигнала.

## Классификация ФА (2)

### Аппараты группы G3 (рек. МСЭ-Т Т.30 и Т.4)

Знаменуют переход от аналоговых к цифровым методам передачи факсимильных сообщений и существенно отличаются от аппаратов групп 1 и 2. Цифровые факсимильные аппараты рассматривают изображение как набор дискретных элементов (пикселей). Каждый пиксель может быть или черным (ему соответствует двоичная 1) или белым (двоичный 0) — промежуточные полутона не допускаются. Последовательность двоичных цифр, вырабатываемая при оцифровке изображения, может быть сжата, передана по каналу связи и проконтролирована на наличие ошибок с использованием любых методов, применяемых в модемах.

Стандарты факсимильной аппаратуры группы 3 определяет Рекомендация Т.4: размер листа передаваемого документа, направление сканирования документа, разрешение, алгоритмы сжатия передаваемой графической информации и др.

Например, для формата А4 (210 × 297 мм):

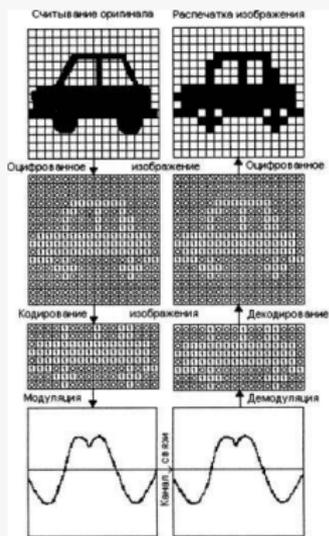
- ▶ зона гарантированного воспроизведения — 196,6 × 281,46 мм,
- ▶ направление развертки — слева направо, сверху вниз;
- ▶ стандартное разрешение по вертикали — 3,85 лин/мм.
- ▶ увеличенное разрешение по вертикали — 7,7 лин/мм.
- ▶ разрешение по горизонтали — 1728 пикселей для стандартной линии сканирования длиной 215 мм (8 пикс/мм).

В модификации стандарта Т.4, датированной 1992 г., добавляются новые режимы:

- ▶ 15,4 лин/мм по вертикали,
- ▶ 16 пикс/мм по горизонтали.

Минимальное время передачи всей кодированной строки развертки 20 мс, максимальное - не более 5 секунд; в качестве алгоритма сжатия определена одномерная схема кодирования длин серий (допускается использование двумерной схемы кодирования).

Аппаратура группы 3, работающая по коммутируемой телефонной сети общего пользования, должна использовать сигнал модуляции, скремблера, коррекции и синхронизации, определенные в рекомендации V.27ter. При работе по арендованным каналам или коммутируемым цепям высокого качества указанные сигналы могут определяться Рекомендацией V.29.



## Аппараты группы G4 (рек. МСЭ-Т Т.6)

Применение аппаратов группы G4 в основном концентрируется на интеграции службы факсимильной связи с другими службами связи и передачи сообщений. Служба факсимильной связи с использованием аппаратов группы 4 добавляет некоторые полезные усовершенствования в передачу факсимильных сообщений, не отказываясь при этом от концепции растровой графики. Определены, например, базовые величины разрешения: 200, 300 и 400 точек на дюйм. Добавлен режим передачи без сжатия данных, позволяющий осуществлять передачу изображения, не применяя обычные алгоритмы сжатия. Новый режим, называемый смешанным режимом, обеспечивает пересылку текста как данных и передачу графических изображений в растровой форме.

В качестве основного метода сжатия ч/б изображений используется алгоритм Modified Modified READ (MMR)

Стандарты для аппаратов группы 4 ввели три класса факсимильных терминалов в соответствии с их рабочими характеристиками.

- ▶ Терминалы класса 1 — просто посылают и принимают факсимильные сообщения.
- ▶ Терминалы класса 2 — могут получать как телексы (текстовые сообщения, пересылаемые между факсимильными аппаратами), так и смешанные сообщения.
- ▶ Терминалы класса 3 — могут создавать, передавать и принимать сообщения в любой форме.

## Факсимильные службы

ТМ службы, предназначенные для предоставления услуг передачи документов (сообщений) между факсимильными терминалами.

## Факсимильный терминал

Техническое средство, обеспечивающее преобразование графической информации на бумажном носителе в электрические сигналы, их передачу по сетям электросвязи и прием — обратное преобразование в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т Т.4 и Т.30. При использовании компьютеров в качестве факсимильных терминалов графическая информация может быть представлена в электронном виде.

## Факсимильные службы в соответствии с рек. МСЭ-Т F.160 делятся на три категории

- ▶ абонентские факсимильные службы:
  - ▶ Телефакс (служба реального времени);
  - ▶ Комфакс (служба с промежуточным накоплением);
- ▶ клиентская факсимильная служба — Бюрофакс;
- ▶ факсимильные службы, подача сообщений в которых осуществляется с использованием службы Бюрофакс, прием — с использованием службы Телефакс и наоборот:
  - ▶ Бюрофакс-Телефакс;
  - ▶ Телефакс-Бюрофакс.

Служба Телефакс обеспечивает соединение абонентских факсимильных терминалов как внутри страны, так и с абонентскими факсимильными терминалами, расположенными в других странах.

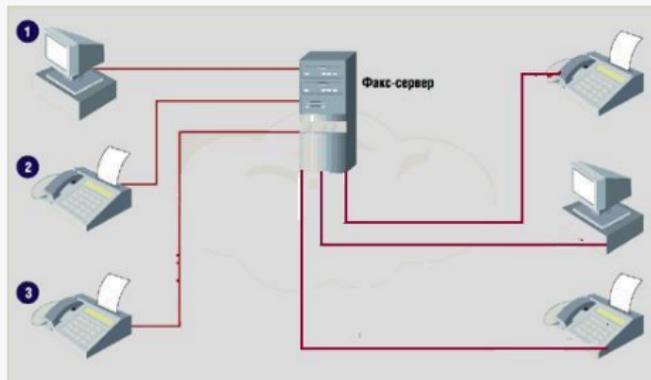
Адресация пользователей факсимильной службы Телефакс определяется нумерацией сети ТфОП.

## Услуги службы Телефакс:

- ▶ Основная услуга — предоставление пользователю возможности передачи сообщений другим абонентским факсимильным терминалам.
- ▶ Дополнительные услуги — доступ к справочникам пользователей службы; служба технической поддержки и др.

Комфакс является абонентской службой передачи факсимильных сообщений с накоплением. Используется в случае, если необходима пересылка факсимильных сообщений большому количеству адресатов, имеющих в своем распоряжении факсимильные аппараты, но нет полной уверенности в том, что приемная сторона будет готова к приему, и связь не будет прервана по какой-либо причине. Комфакс состоит из автоматизированного центра по приему факсимильных сообщений, сервера для временного хранения рассылаемых сообщений и аппаратуры для передачи сохраненных факсимильных сообщений указанным адресатам. Эта служба получила широкое распространение с появлением компьютерной почты и, в частности, с появлением сети Интернет. Для передачи факсимильного сообщения достаточно выслать по электронной почте заказ на передачу документа. При этом нет необходимости в связи по междугородным линиям и постоянном контроле за ходом самой пересылки. Задача пересылки сообщений абонентам ложится на сам центр службы Комфакс. Наличие в службе Комфакс промежуточных накопителей открывает дополнительно возможность передачи факсимильных сообщений без обязательного одновременного присутствия на связи оборудования отправителя и получателя сообщения. Это обстоятельство является важным фактором привлечения потребителей и имеет особое значение для организации общероссийской службы, охватывающей абонентов различных часовых поясов.

## Схема службы Комфакс



## Основные услуги

- ▶ контроль доступа пользователя к предоставляемым услугам;
- ▶ передача одноадресного сообщения;
- ▶ передача сообщений в соответствии с их классами доставки: срочное, по умолчанию обыкновенное и несрочное (возможные классы доставки определяются в договоре на обслуживание);
- ▶ обеспечение идентификации сообщений;
- ▶ извещение о неудавшейся доставке;
- ▶ повторные попытки доставки сообщений при занятости, отключении или неработоспособности абонентской факсимильной установки;
- ▶ регистрация вызовов.

## Дополнительные услуги

- ▶ передача многоадресных сообщений;
- ▶ передача сообщений по спискам адресов;
- ▶ отложенная доставка сообщений (доставка в указанное отправителем время);
- ▶ использование сопроводительного листа (по умолчанию сопроводительный лист не используется);
- ▶ извещение о доставке;
- ▶ голосовые подсказки, передаваемые на телефон/динамик факсимильных терминалов, работающих в режиме многочастотного набора номера;
- ▶ использование в качестве адреса кода идентификации пользователя;
- ▶ оповещение пользователя о наличии сообщения в электронном “почтовом ящике” узла факсимильной связи (УФС);
- ▶ повторная отсылка сообщения, хранящегося в УФС, с переадресацией без повторной передачи с факсимильного терминала;
- ▶ прием сообщений, подаваемых от незарегистрированных в службе Комфакс абонентских терминалов службы Телефакс, в адрес пользователей служб Комфакс и Телефакс;
- ▶ прием входящих сообщений, перенаправляемых службой Телефакс при занятости абонентского факсимильного терминала, и последующая доставка этих сообщений.

Служба Бюрофакс обеспечивает соединение факсимильных установок общего пользования, входящих в состав пунктов коллективного пользования (ПКП).

## Факсимильная установка общего пользования

Оборудование, эксплуатируемое оператором электросвязи в ПКП, открытом для общего пользования, включая факсимильный терминал, средства доступа к соответствующим сетям электросвязи (с возможным использованием выделенных каналов), а также соединительное и возможное дополнительное оборудование.

Адрес получателей сообщений службы Бюрофакс состоит из почтового адреса с указанием почтового индекса, местного телефонного номера абонентского факсимильного терминала получателя с указанием населенного пункта или полного номера, с указанием кода географической зоны.

Решением Минсвязи России от 2 июня 1999 г. на ЗАО «РОСТЕЛЕГРАФ» возложены функции Признанного Действующего Агента (ROA), т.е. Администратора службы «БЮРОФАКС» РФ.

## Основные услуги Бюрофакс

- ▶ прием факсимильных сообщений от отправителя;
- ▶ передача факсимильных сообщений;
- ▶ доставка факсимильных сообщений адресатам в установленные контрольные сроки.

В службе Бюрофакс передача сообщений должна быть организована таким образом, чтобы они были доставлены в установленные контрольные сроки. Срочные сообщения должны передаваться по мере их поступления. Передача обыкновенных сообщений должна производиться в часы снижения нагрузки на телефонной сети.

## Способы доставки сообщений

- ▶ доставка почтой (доставка “Почта-заказное”);
- ▶ доставка курьером (доставка нарочным, почтальонами и доставщиками телеграмм, механизированная или пешая) ;
- ▶ доставка экспресс-почтой;
- ▶ выдача в операционном окне до востребования;
- ▶ выдача в операционном окне до востребования с предварительным уведомлением по телефону;
- ▶ доставка сообщения по номеру пользователя службы ТЕЛЕФАКС;
- ▶ выдача в операционном окне с предварительным уведомлением по Телексу;
- ▶ выдача в операционном окне с уведомлением телеграммой.

## FoIP (Fax over IP)

Аббревиатура технологий, рассматривающих способы передачи факсимильных сообщений через сети по протоколу IP. В чистом виде, используя только FoIP терминалы, можно отправить факс не используя ТФОП вообще.

## Fax over VoIP

Часто под FoIP понимают так называемый Fax over VoIP, когда факс аппарат через плату сопряжения подключают к IP АТС (например, к Asterisk). Этот способ неверен. Технология VoIP и соответствующие кодеки не приспособлены для передачи сигнала факс-модемов. Считается, что единственные широко поддерживаемые кодеки, которые могут адекватно сохранить сигналы модема факса до 14,4 kbps (V.17) — это G.711 ( $\mu$ -закон и A-закон). Полная версия G.726 кодека (которую поддерживают далеко не все устройства, даже если это заявлено) также будет работать с сигналом факса до 9,6 kbps. Таким образом, возможна работа только факс-модемов, работающих с низкоскоростными протоколами. Другими проблемами могут стать алгоритмы подавления тишины, использующиеся в IP АТС. Некоторые алгоритмы могут полностью «уничтожить» звонок факса. Также сброс звонка может случиться из-за потерь пакетов в сети. Задержки в IP-сети не позволяют использовать эхокомпенсацию, что не позволяет использовать протокол V.34bis (33,6 kbps). Таким образом, считается, что более или менее нормальной работы можно добиться лишь со «старым» оборудованием. При этом рекомендуется использовать кодеки G.711 (A-law или  $\mu$ -law), работающие с потоком 64 kbps.

## Два способа передачи факса поверх IP

- ▶ Протокол с промежуточным хранением **T.37 (Store and forward FoIP)**.
- ▶ Протокол реального времени **T.38 (Real time FoIP)**.

## T.37 (Store and forward FoIP)

T.37 — это рекомендации Международного союза электросвязи по передаче факсимильных сообщений посредством электронной почты. Этот способ также называется «iFax», «Internet Fax» или «Store and forward» («Сохранить и переправить»).

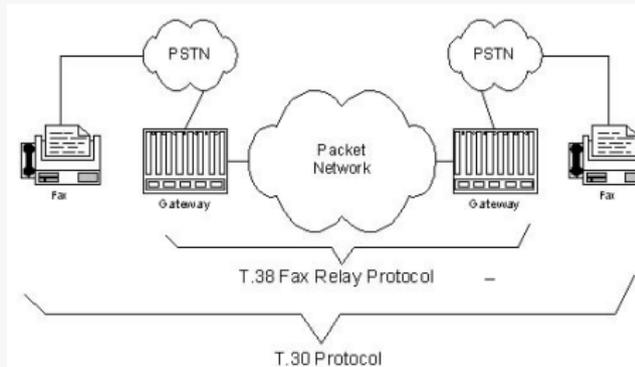
Рекомендация T.37 определяет процедуру приёма факса на шлюзе, создания e-mail сообщения, содержащего факс как приложение (обычно изображение в формате TIFF), пересылку e-mail сообщения на удалённый шлюз, набор номера и доставку факса к принимающей стороне. Опционально, факс может быть доставлен в виде приложения непосредственно на e-mail принимающей стороне. Также, факсы могут быть отправлены непосредственно в систему промежуточного накопления по электронной почте от самого отправителя, чтобы затем набрать номер и передать сообщение на традиционный факс.

### Для взаимодействия с обычными факсимильными аппаратами

- ▶ T.37 может использоваться в факс-шлюзах или факс-серверах для удобства соединения с простыми факс-аппаратами.
- ▶ T.37-совместимые факс-аппараты включают унаследованную от старых факсимильных аппаратов функциональность посылать сообщения на обычные телефонные номера ТФОП, сообщать о количестве переданных/принятых страниц, изменять скорость передачи/приёма, использовать режим коррекции ошибок (ЕСМ), и т. п.
- ▶ T.37 факс-шлюз должен полностью обладать обратными функциями — уметь конвертировать электронное письмо (с вложением или без) в факсимильное сообщение и наоборот.
- ▶ В разработке стандарта также присутствует полезная функциональность, позволяющая найти адрес электронной почты факсимильного сообщения получателя. Это делает возможным найти по телефонному номеру факса получателя альтернативный адрес электронной почты для доставки сообщения.

## T.38 (Real time FoIP)

T.38 это протокол передачи факсов через IP-сети (FAX over IP) реального времени. Он был создан чтобы работать точно так же как традиционная передача факсов. Вы звоните на другой факсовый аппарат, и, пока ждёте, факс передаётся. Приёмным факсом может быть традиционный факсовый аппарат, подключенный к городской телефонной сети, VoIP-шлюз или его подобие, это может быть факсовый аппарат с портом RJ-45, подключаемый непосредственно в IP-сеть, или это может быть компьютер с факс-модемом.



Исходная версия спецификации T.38 определяла два метода передачи факсов через IP-сети — одну основанную на UDP, и другую — на TCP. В то время RTP был лишь зарождающимся протоколом для вещания музыки через IP-сети. Вместо того чтобы использовать RTP, T.38 определила свой собственный способ упаковки данных в пакеты UDP, который получил название UPDTL.

Считается, что метод TCP должен быть использован между двумя IP-устройствами. Такой способ работы очень надёжен. Когда один из узлов подключен к аналоговой линии чаще рекомендуется использовать UDP-метод, у которого лучше характеристики приближающие его к протоколу реального времени. При этом, можно использовать вариант когда каждый следующий пакет содержит копию основной информации из предыдущего пакета. Это необязательная опция, но большинство вариантов T.38 поддерживают её. Такая схема принудительной коррекции ошибок делает T.38 более равнодушным к потерянным пакетам, что важно при использовании UDP. Необходимо потерять два пакета последовательно, чтобы реально что-то потерять. Заголовки в T.38 такие большие, что дополнительная информация, передаваемая в теле пакета, едва ли заметна. Конечно, если потерять два пакета подряд, у T.38 будут проблемы. Но, если такое случается часто, это также значит что сеть, через которую идёт передача, не пригодна для качественной связи по VoIP-каналам.

- ▶ Статьи "Факс"; "Фототелеграф"; "FoIP"; "T.38". С сайта <https://ru.wikipedia.org>
- ▶ Курс "Системы документальной электросвязи". С сайта <http://www.opds.sut.ru>
- ▶ "Факс по IP". С сайта <http://asterisk.ru>