

RIP PSTN: Жизнь после смерти



Это заключительная серия, которая содержит много графиков, математических формул и неоднозначно трактуемых выводов. Предупреждаю читателей о том, что статья может вызвать у вас эмоции, противоположные замыслу автора. Автор решительно отказывается от ответственности за возможные неблагоприятные последствия, которые могут возникнуть с вашим головным мозгом и чувством внутреннего душевного равновесия. Вы читаете эту статью на свой страх и риск.

Напомню содержание предыдущих серий:

[RIP PSTN: Хвост виляет собакой](#), в которой рассказывается о том, как Google ВНЕЗАПНО обнаружил, что интернет-трафик в разы и порядки превышает трафик телефонный. Собрала 223 комментариев

[RIP PSTN: Дата смерти](#), в которой с математической вероятностью называется дата снятия с эксплуатации последнего телефонного аппарата фиксированной связи. 192 комментария.

[RIP PSTN: Сундук мертвеца](#), в которой описываются основные недостатки сетей фиксированной голосовой связи. Серия ценна 133 комментариями, в которых пыталась родиться Истина. Но не родилась.

Дорогами Меткалфа

Начну уже по собственнo заведенной традиции с менторского тона и обучения азам математического маркетинга. В предыдущей серии я вскользь упомянул закон Меткалфа ([Robert Metcalfe](#)) и пообещал додумать матмодель. Я додумал в меру своих умственных (без лишней скромности, не выдающихся, но и не посредственных) способностей и понимания абстракций.

Итак, [закон Меткалфа](#) гласит, что «ценность (C) телекоммуникационной сети прямо пропорциональна квадрату числа подключенных пользователей (n)».

Начнем с определения понятия «ценность телекоммуникационной сети». На самом деле, все просто – ценность любой сети тем выше, чем с большим количеством абонентов может связаться каждый участник. Для примера, локальная сеть из 10 пользователей, по логике Father Ethernet, существенно менее ценна, чем сеть масштаба района с 50 тысячами пользователей, с которыми можно активно общаться и обмениваться информацией.

Следует понимать, что «ценность» это один из критериев осознанного выбора между двумя почти одинаковыми сущностями. Именно для этого маркетологи в свойствах товара, особенно технически сложного, стараются дать как можно больше цифр. В общем, «ценность» это совершенно не технико-экономический параметр, который можно выразить в «метрах» или «рублях» - это просто критерий выбора. Еще раз – осознанного выбора. Закон имеет исключительно эмпирический характер и очень походит на [Закон Мура](#), который применяют в микроэлектронике и процессоростроительстве.

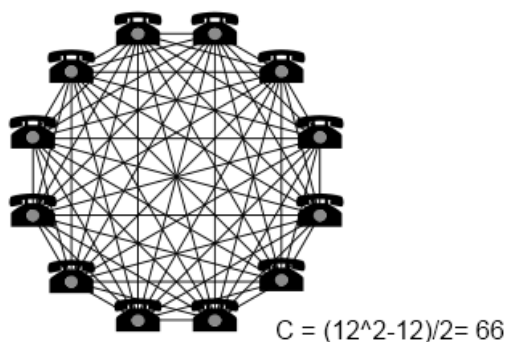
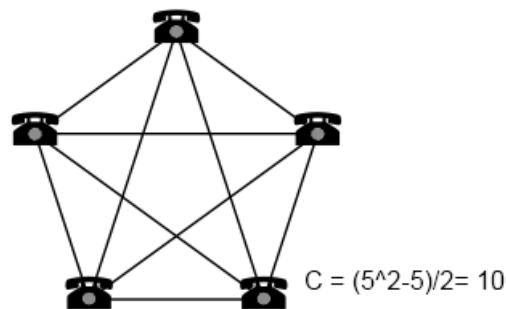
На самом деле, было бы гораздо проще просто подсчитать количество узлов в сети и на основании этого сделать заключение – прямая пропорция и не нужно никаких калькуляторов. Но, создавая локальные сети, Роберт Меткалф подметил, что при десяти пользователях максимально возможное

число связей в сети равно 45. Если же сеть вырастает в два раза, до 20-ти пользователей, то количество возможных связей вырастает в четыре раза до 190. Таким образом, при линейных инвестициях в интернет-бизнес отдача будет расти в геометрической прогрессии.

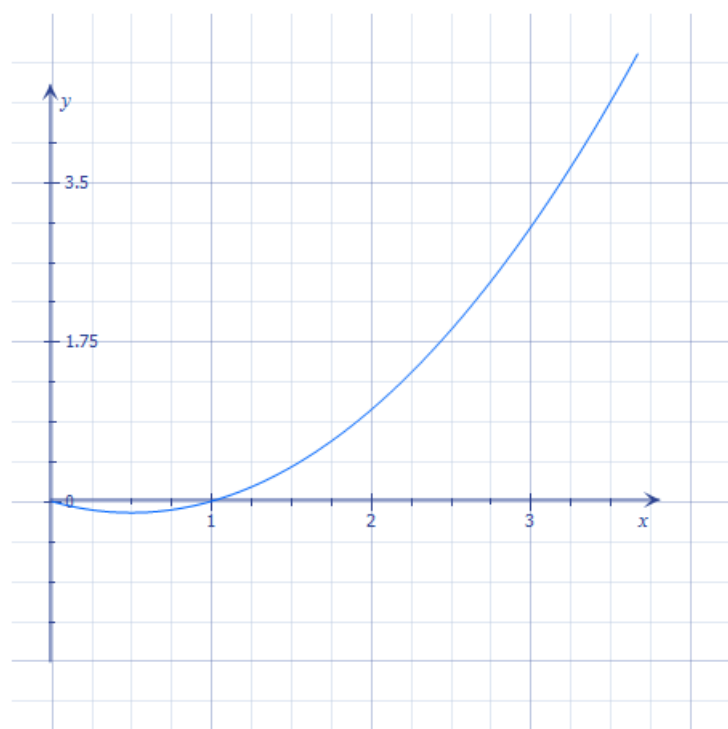
Поскольку сеть из одного узла это не сеть, то в итоге формула приобрела следующий вид:

$$C = \frac{n^2 - n}{2}$$

Для вашего понимания приведу такую картинку (Количество связей могу предложить посчитать самостоятельно):



Я нарисовал график закона чтобы убедиться, что таки действительно – рост нелинейный:

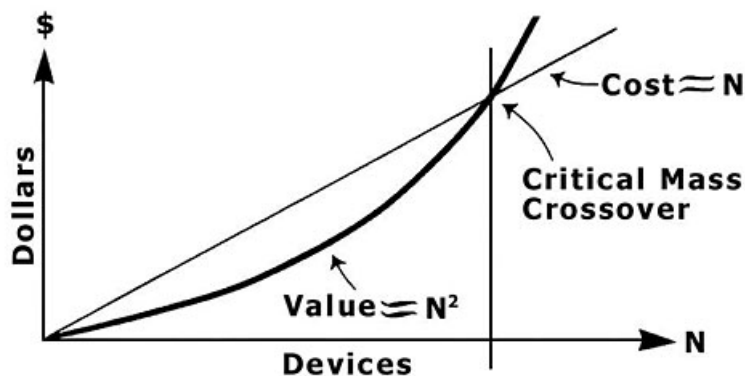


И здесь и далее на графиках нет никакой привязки к конкретным цифрам и/или обстоятельствам. Я

рисовал графики, исходя из здравого смысла, и цели показать «самые интересные места» и проявления тенденций.

А вот слайд (исторический, нарисованный, как утверждается, еще даже не в PowerPoint, а для слайдового проектора в начале 80-х прошлого века), который отражает технико-экономический смысл закона:

The Systemic Value of Compatibly Communicating Devices Grows as the Square of Their Number:

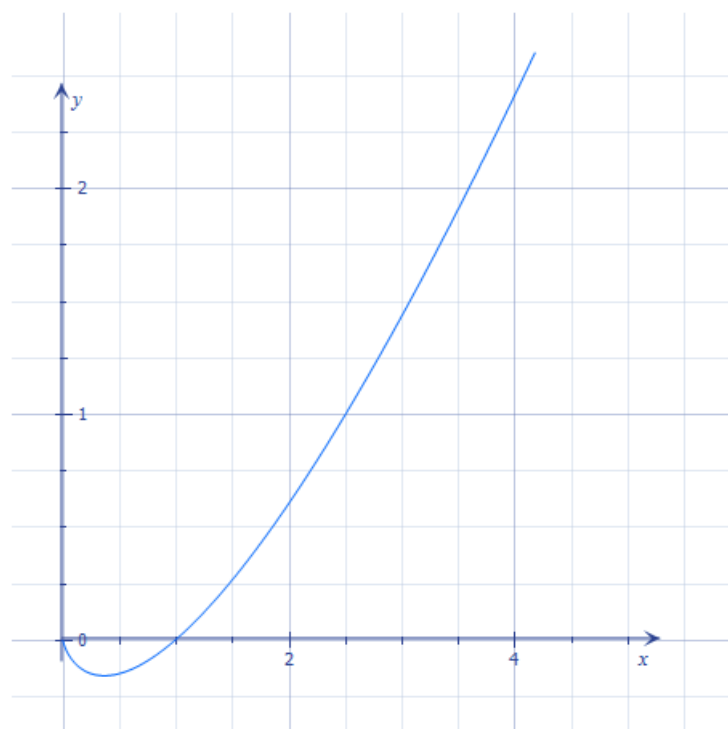


Затраты на производство совместимых между собой устройств растут линейно, но ценность их для пользователей (Value) – по квадратичной функции. До какого-то момента ценность устройств ниже, чем их стоимость. Но по мере накопления количество доходит до критической массы и в какой-то момент устройства становятся сильно ценнее, чем их бухгалтерская стоимость. Впрочем, если включить сюда еще и закон массового производства, снижающего себестоимость продукции при увеличении тиража, то я всех окончательно запутаю.

Напомню, что закон суть есть эмпирический и был выведен примерно в 1980 году. Однако уже в текущем тысячелетии, после краха дот-комов, для расчета экономической эффективности которых Закон Меткалфа вовсю использовался, группа американских и английских математиков с участием Эндрю Одлыжко критикуют закон Меткалфа за его идеалистичность. На практике оказалось, что закон не работает, ведь далеко не все узлы сети будут устанавливать связи друг с другом. На самом деле, по мнению [Андрея Михайловича \(Одлыжко\)](#), ценность сети размером n изменяется по формуле:

$$C = n \log(n)$$

А график принял соответствующий вид:



Как видите, сеть из менее чем один узел, тут также не имеет решительно никакой ценности. Но споры о том, что лучше – логарифмическая функция или квадратичная на мой взгляд, не принципиальна. В любом из вышеприведенных графиков есть существенный изъян – получается, что «ценность» сети может расти до бесконечности, и нет этому ни предела, ни границы.

Технологическая сингулярность

Для тех, кто никогда не читал кибер-панковских романов, поясню: технологическая сингулярность появляется именно из-за безумного увлечения развития технологиями и применения квадратично-логарифмических методов аппроксимации в экономике. Однако по прошествии некоторого времени, технологический прогресс становится настолько быстрым и сложным, что окажется недоступным пониманию, а цифры экономического развития превысят разумные пределы. В реальности, разумеется, использовать любые функции с бесконечным результатом нельзя и вредно. И реальность это доказала – есть несколько утверждений, что использование Закона Меткалфа в финансовом обосновании dot-com проектов в конечном итоге привела к краху последних, ибо «деревья не растут до небес» (народная Уолл-Стритовская поговорка).

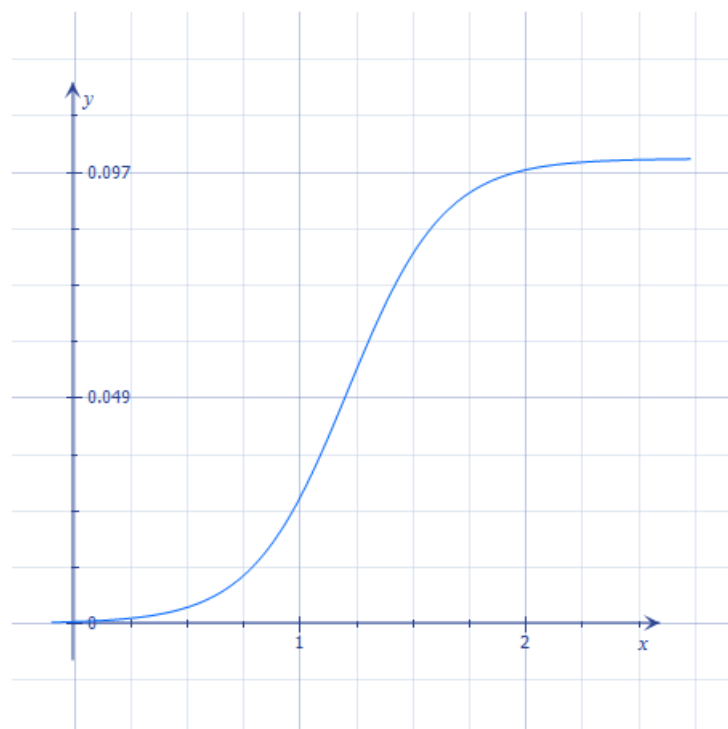
Просто с некоторого момента пользователю уже совершенно не важна «ценность сети» – один миллион его потенциальных собеседников, два миллиона или шестнадцать. Все его потребности, во-первых, уже с лихвой перекрыты абонентами его «первого круга», во-вторых, количество людей, живущих на планете, в принципе ограничено, в-третьих, существуют не только технические границы коммуникационных каналов, но еще барьеры языковые, барьеры культурные и барьеры социальные. Мало ли каких барьеров нагородило человечество за десятки тысяч лет развития цивилизации.

Чтобы избежать сингулярности в виде стремления к бесконечности, к которой рано или поздно приводит любая элементарная функция, предлагается использовать так называемую [«логистическую кривую»](#) рассчитываемую по формуле:

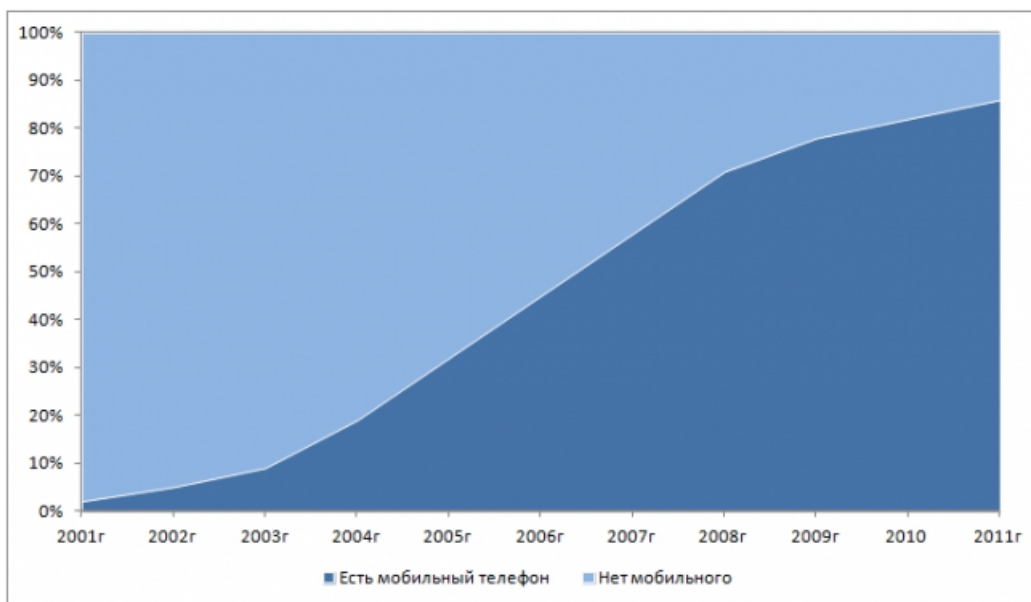
$$C = \frac{1}{1 + e^{-Rn+K}}$$

R и K – это коэффициенты, обуславливающие границы «потолка роста» и «сдвиг» функции по оси X относительно оси Y. Единица появилась как результат упрощения более сложной функции.

А график роста «ценности» будет иметь следующий вид:

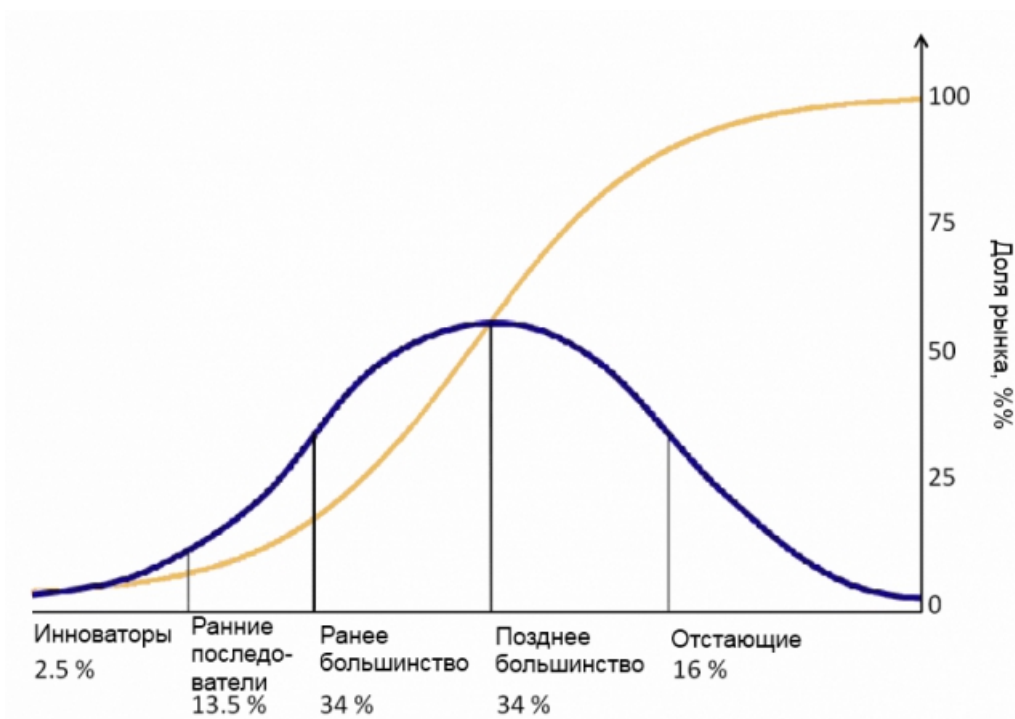


Вам ничего не напоминает этот график? Я напому мою же статью «Достигли предела», речь в которой шла о пределе роста абонентской базы мобильной связи и ШПД, вычисленной эмпирическим путем методами, во-первых, статистического наблюдения и, во-вторых, опросов и социологического исследования. И для проникновения мобильной связи среди всего населения России, включая грудных младенцев, мы видим следующую картину:



Суть логистической кривой как раз и связана с тем, что рост абонентской базы имеет физический потолок в виде населения Планеты. «Ценность» сети при этом может иметь и совсем другой предел, как например, ограничение в количестве устройств связи, которым может воспользоваться большинство населения. В вышеуказанной статье пределом роста базы ШПД был назван предел наличия у населения персональных компьютеров, ибо подключение к интернет без наличия компьютера с браузером суть есть занятие бесполезное, а использование ПК требует некоторых навыков обращения с техникой и образования чуть более качественного, чем «неполное среднее» и умения прочитать программу телепередач.

Дело в том, что математический аппарат логистической кривой сильно завязан еще и на теорию вероятности и социологические законы развития общества. В западной маркетинговой литературе это явление называется «теория трендсеттеров» или «[диффузия инноваций](#)». На эту тему можно разразиться совершенно отдельной статьей знаков тыщ на пятьдесят, но цель настоящей статьи несколько иная, поэтому ограничусь графиком и небольшим пояснением:



Желтая кривая – это наш S-образный график. Синяя – [функция нормального распределения](#). А разделение по оси абсцисс – плод многотрудных изысканий социологов. Было выведено, что всего 2,5% населения в любом обществе являются так называемыми «новаторами» (Innovators), которые принимают (а нередко и сами придумывают) любые инновации первыми и начинают о них рассказывать. Ранние последователи (Early Adopters), которых 13,5% населения, прислушиваются к мнению трендсеттеров и принимают инновации. Или не принимают. И только после того, как ранние последователи узрели все прелести новинки, в процесс включается большинство (Early Majority и Late Majority), которого в сумме насчитывается 68%. Таким образом, перелом темпов роста происходит в

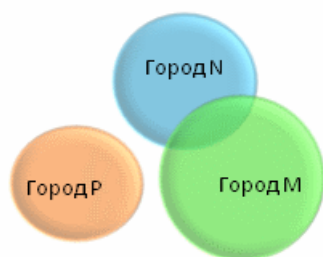
районе тех самых 80% Парето, а практический предел роста (в том числе и «сетевой ценности») может быть ограничен 84%, ибо оставшиеся 16% относятся к категории Laggards – злостных консерваторов и мракобесов. Для них прогресс может остановиться где-то в эпоху позднего неолита и даже добыча огня для них является хайтеком и колдунством.

Поиск большей половины

Но вернемся к «ценности сетей». Задам простой вопрос: «какая из двух телефонных сетей вам больше подойдет, та, в которой вы можете звонить по городу N с 1 млн. абонентов, или сеть города M, в которой 5 млн. пользователей?»

С точки зрения закона Меткалфа, улучшений Одлышко и даже логистической кривой, ответ очевиден – город M круче. Но если вы живете в городе N?

На самом деле, решением этой задачи является ответ – наиболее ценной сетью является соединение обеих этих сетей. И именно так и поступили первые междугородные/международные операторы связи, а результат межсетевой ценности для обычного пользователя можно изобразить с помощью диаграммы Венна:



Голубым цветом на диаграмме изображен круг абонентов пользователей из города N. Большая часть расположена, что характерно, в «домашнем регионе», а часть в городе M. Пользователь готов оплачивать возможность общаться «внутри региона», но за возможность общаться с городом M, он готов оплачивать дополнительные деньги. Это существующая данность. Если мы нарисуем еще город P, в котором нашему пользователю решительно некому звонить, то ценности, по большому счету, для нашего гипотетического пользователя это не добавит, но если принять во внимание то, что в городе N существуют другие пользователи, у которых как раз имеется интерес в городе P, то общая ценность нашей сети будет гораздо больше ценности конкурента, который не может обеспечить связь с гипотетическим же «городом P».

Таким образом, нашу формулу мы можем расширить до формулы межсетевого взаимодействия. Примерно так:

$$C_a = \sum_{i=1}^n C_i$$

Где C_a – это общая ценность совокупности сетей, а C_i – гипотетическая ценность сети в каждом отдельном городе, вычисленная по любой из трех выше перечисленных формул, от Меткалфа, до S-образной формулы. n – это количество сетей, к которым наша гиперсеть может адресоваться.

Самое интересное, что ценность гиперсети так же может вычисляться, как и ценность каждой отдельной сети по закону Меткалфа (и его производным): чем большее количество сетей включено в гиперсеть, тем большую гипотетическую ценность она имеет для конечного потребителя.

Согласитесь, что сравнивая две междугородные сети при прочих равных условиях, вы выберете ту, в которую включено как можно больше адресуемых сетей. Ну, для примера – сеть оператора «X» включает МГ-связь между всеми городами России, кроме, пусть будет, Новосибирска и Красноярска, а сеть оператора «Y» включает все города без исключений. Даже если вы редко, очень редко и почти никогда не звоните в Новосибирск, то, скорее всего, вы выберете оператора «Y». При этом формула будет выглядеть страшным образом (по Одлышко):

$$C_a = \sum_{i=1}^n \frac{1}{1 - e^{-Rn_i - K}} \log \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{1 - e^{-Rn_i - K}} \right)$$

Упростить это уравнение мне не удалось – давненько не брал в руки карандаша и общей тетради. Но на самом деле, суть не в этом, а в том, что такого рода вычисления слишком сложны, чтобы

принимать рациональные решения. Большинство операторов связи решили это уравнение еще во времена телеграфа – в 1864 году был организован «Международный телеграфный союз», ныне известный как «[International Telecommunication Union](#)» (ITU, а если быть точнее, то ITU-T, ранее назывался по-французски - CCITT - "Comité consultatif international téléphonique et télégraphique").

Эта организация была создана с целью создания стандартов связи. А стандарты были необходимы, чтобы как раз связывать все сети со всеми сетями на уровне доступных на данный исторический момент услуг и технологий. И именно этой организации мы обязаны тем, что можем позвонить на любой телефонный аппарат в любой точке мира, несмотря на то, что аппараты принадлежат разным сетям от разных операторов, построенных на разных же производителях оборудования. Все сети договорились, что будут взаимодействовать по стандартному протоколу.

И тут приходит лесник сотовая связь со своими особенностями и протоколами. Но пока мобильных терминалов в мире было мало, то кому же можно было позвонить, если нет выхода на существующую сеть? Выход был очевиден – нужно скрестить две сети таким образом, чтобы можно было осуществлять звонки с сотовых на фиксированные и обратно. Т.е. необходим шлюз. Или соединение между сетями.

Опять включаем воображение на предмет включения различного математического аппарата в процессе развития межвидовой конкурентной борьбы. Поначалу большую роль играла экономика сетей: поскольку удобство использования мобильной сетью было гораздо выше (см. «Сундук мертвеца»), фикса постепенно сдавала. Но вставляла всяческие ограничения на использование своих ресурсов конкурентам. В России, из-за особенности рынка и монополий «традиционных операторов», противостояние было отчетливо заметно – то введение номерной зоны класса «межгород», приведшее в конечном итоге к разделению всех номерных планов на ABC и DEF ([в США такого нет](#)), то «приведение к международным стандартам» и введение принципов Calling Party Pays – «платит тот, кто звонит», то еще какие-нибудь козни на уровне лоббирования и запретов регулятора.

Но победил прогресс.

Поскольку на сегодняшний день двузначные проценты роста уже не грозят сотовикам из-за достижения практического потолка в своей базе, необходим следующий виток гонки технологий.

Частные стандарты

Все изменилось с приходом в массы сети Интернет и особенно, когда стоимость широкополосного доступа практически сравнялась со средним чеком (ARPU) на обычную голосовую связь. Разница заключается в том, что Интернет это универсальная среда передачи данных, которой совершенно безразлично, что передавать – телематические данные датчиков большого адронного коллайдера, HTML-странички или потоковое мультимедиа. Разница, разумеется, есть, но она касается только математического аппарата систем кодер-декодер и некоторых специфических технологических параметров типа джиттера и задержки.

Суть заключается в том, что поверх существующей среды передачи данных появилась возможность создать свою отдельную сеть. При этом нет никакой необходимости строить «узлы и сооружения связи» - все уже построено другими операторами.

И, кстати, по началу, даже не было необходимости стыка между сетями – первый клиент Skype был выпущен в 2003 году, а первый звонок на ТфОП был совершен только через два года, когда [абонентская база достигала без малого 100 млн. пользователей](#).

Другой лидер VoIP, компания [VocalTec](#), представила свою первую в мире интернет-звонилку VocalTec Internet Phone аж в 1995 году, правда в итоге компания стала квалифицироваться как поставщик решений «операторского класса».

Основанная в 2005 году компания GrandCentral была поглощена интернет-гигантом Google в 2007. Сегодня сервис известен под названием Google Voice и позволяет бесплатно общаться между пользователям сервиса gmail.com. За последние три года G.Voice сделал качественный скачек в развитии коммуникационных технологий – от возможности подключения (и оплаты) услуг мобильной/фиксированной телефонии, до преобразования голосовых сообщений в текст с последующим включением в поиск. Жаль в России не работает. Утверждается, что на сегодня G.Voice имеет порядка 20 млн. активных и платящих (прошу слово «платящих» зафиксировать в протоколе) абонентов в США.

Можно долго рассказывать об успехах и неудачах VoIP операторов, но факт в том, что голосовая связь через Интернет уже вполне зрелая и самодостаточная технология, которая уже играет заметную роль на телекоммуникационном рынке. И законы развития у этой технологии несколько отличны и от традиционной телефонии, и от мобильной связи, которая была вынуждена играть по правилам PSTN.

Отличия заключаются в том, что:

1. Существует множество стандартов организации VoIP-связи, которые зачастую несовместимы между собой, да к тому же не стремятся к соединению с заведомо большими сетями фиксированной и мобильной голосовой связи.
2. Возможности сетей интернет-связи простираются гораздо дальше, чем у традиционной телефонии и мобильной связи – помимо голосовой связи пользователь имеет набор дополнительных функций от видео связи и обмена текстовыми сообщениями, до возможности обновления статуса (типа «он-лайн», «занят», «недоступен», «прошу перезвонить в другое время»), до обмена файлами и он-лайн презентаций. И даже в шахматы можно сыграть.
3. Цена входа на рынок нового игрока достаточно невелика – нужно «просто придумать» новый сервис, движок-декодер или новую бизнес-модель.

Рисуем будущее

И вот я перехожу к самой холиварной части статьи. Я сразу попрошу злостных комментаторов отключить эмоции класса «этого не будет никогда, потому что все тупые нам и так неплохо звонить по телефону с [катушкой Пупина](#)», а просто задуматься над тем светлым будущим, в котором будут жить наши дети. А может быть все произойдет гораздо быстрее.

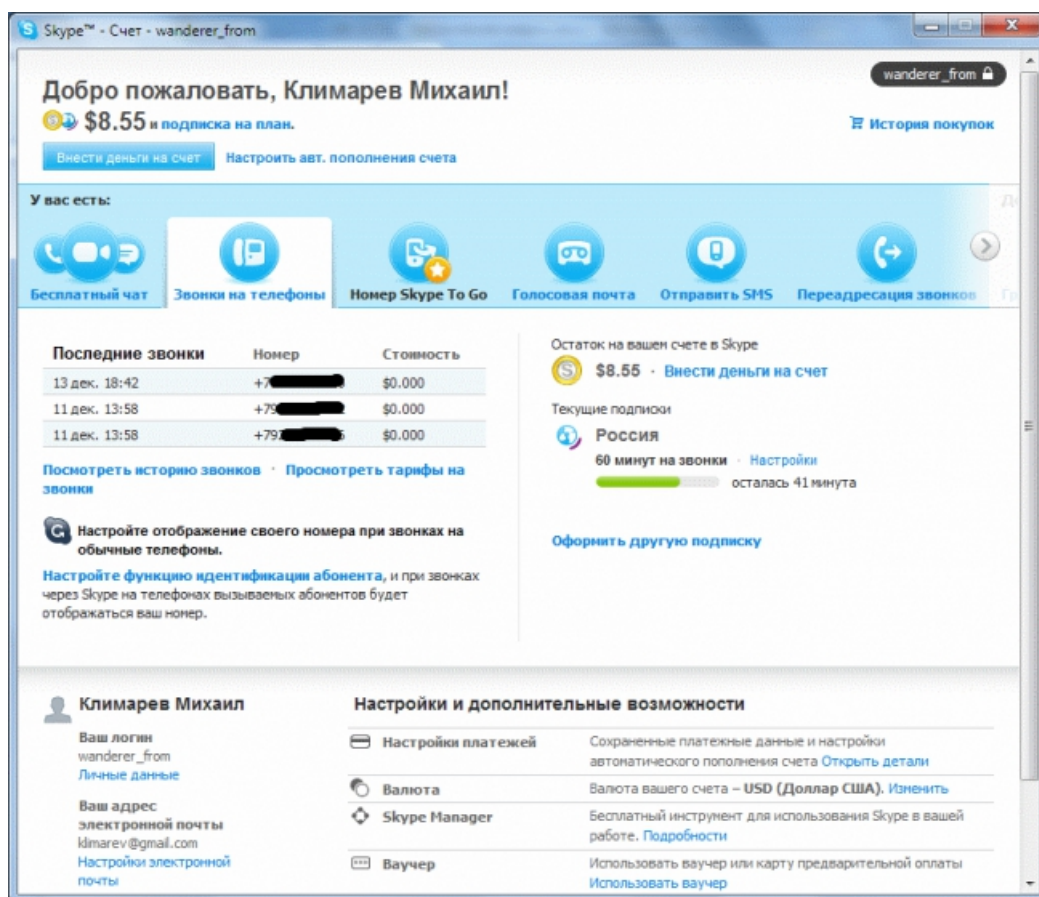
Итак, краткая картина, как будет организована связь в ближайшем будущем:

- Вы можете найти любой контактный телефон (я не придумал другого термина-определения длинному названию «унифицированному терминалу организации мультимедийной связи») в глобальной сети. О существовании «телефонных номеров» будут знать только профессионалы-коммуникационщики – примерно так же, как только профессионалы знают о существовании ip-адресов и проблеме перехода с IPv4 на IPv6. Выбор глобального справочника всегда останется за потребителем и это будет неважно что: поисковик типа Яндекса или социальные сети типа Вконтакте. Проблема адресации – это проблема поисковой технологии, а вовсе не какого-то там «стандарта связи».
- Вы можете инициировать вызов любому человеку в Мире. Стоимость будет одинакова для любой точки вызова, даже если это Антарктида. В Антарктиде будут просто больше платить за «канал», но это их проблемы.
- Вы можете указать свой статус присутствия, предпочтения и расписания приема вызовов. Например, поделить своих знакомых на группы типа «семья», «коллеги», «клиенты» и даже «кредиторы» и назначить каждой группе канал, время, способ коммуникации (аудио, текст, видео etc) и еще сотни параметров. Менять статус можно «на лету», по расписанию или еще каким-то образом, на который у меня пока не хватает фантазии.
- Для вызовов от незнакомцев вы можете создать правила коммуникации – «принимать все», «не принимать совсем», «принимать после авторизации и представления». Для последнего правила представление может быть даже в виде презентации конкретного человека или организации, которую вам проиграют на терминале или прямо прочтут голосом по трубке. Механизм авторизации собеседника уже прекрасно отлажен в социальных сетях.
- Стационарные телефоны и мобильные трубки, конечно же, не умрут в одночасье – просто они станут составной частью «глобального справочника». В справочнике вы сможете указать UIN (пусть это будет тот самый телефонный номер, за смерть которого я тут распинаюсь) и менять UIN буквально на лету. Теперь вам не нужно задумываться о том, что если вы поменяете оператора связи или потеряли SIM-карту, то нужно как-то сообщить о смене номера своим десяткам и сотням абонентов. Вы просто меняете номер в «справочнике» и вся информация мгновенно обновится в «телефонных книгах» всех ваших знакомых.

Будущее нарисовано

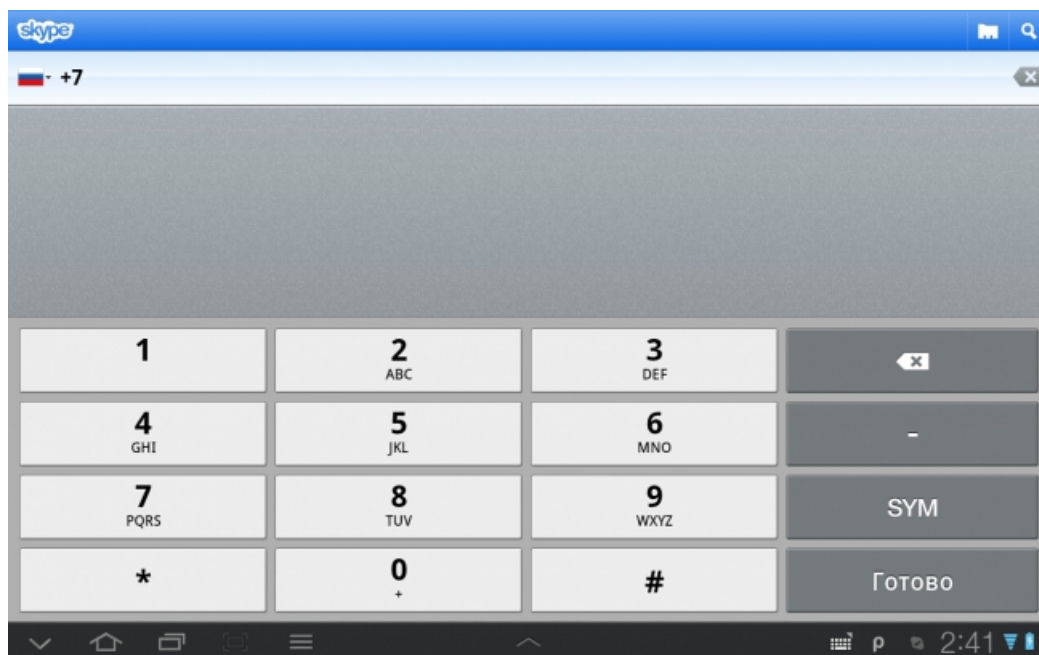
Ну и в качестве того, что мир телекоммуникаций движется в том направлении, о котором я пишу, несколько картинок скрин-шотов.

Например, Skype:

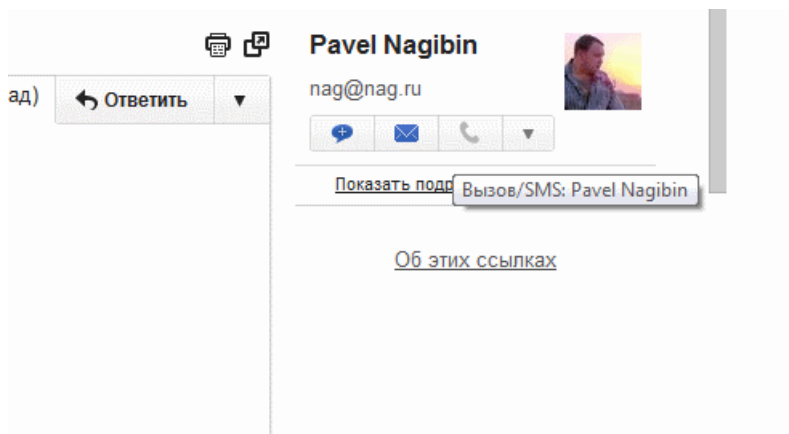


Я совершенно не скрываю своих контактов – пишите и звоните на здоровье. Если контакт будет мне не интересен, то я просто внесу вас в черный список. Но номера я все же скрыл, ибо это уже небезопасно.

Данным скрин-шотом я хотел показать сколько возможностей имеет Скайп, но описывать их не имеет смысла – я подозреваю, что у 95% читателей этот клиент установлен. У некоторых есть и мобильные версии:



А вот еще один образчик голосовой связи без наличия телефонного аппарата:



Это скрин-шот из интерфейса Gmail. Я очень жалею, что Google считает Россию «снежной нигерией» и решительно отказывается внедрять у нас все фишки, которые доступны любому негру из Бронкса. Наличие в почтовом интерфейсе (не клиенте, и именно интерфейсе) кнопки вызова/отправки SMS лично мне бы сэкономило огромную кучу времени. Ну, к примеру: пришло письмо, в котором что-то неясно. Я, не покидая интерфейса почты, прямо в собственно послании нажимаю кнопку «Вызов» и все. Разговариваю. Мне не нужен телефонный номер. Мне нужно: а) нажать на кнопку; б) дожидаться ответа. Сравните с пунктами, которые мне нужно выполнить в настоящее время: а) достать телефон из кармана/поднять трубку; б) найти Павла в телефонной книге; в) выбрать номер из нескольких – домашний, рабочий, мобильный, другой мобильный; г) дожидаться ответа. Если ответа не дождался – повторить с пункта б. и выбрать другой номер. Кстати, если я звоню по стационарному, то, скорее всего, телефонной книги у меня нет и мне нужно либо помнить десятизначный номер наизусть, либо еще найти где-то номер и попытаться его набрать без ошибок на клавиатуре аппарата. А дисковый номеронабиратель я ненавижу, особенно если у адресата в номере много нолей.

Я решительно отказываюсь запоминать десятизначные цифры и надеюсь на появление множества трендсеттеров и ранних последователей «смерти телефонных номеров» в самое кратчайшее время.