

ВИДЕОЦУНАМИ И МОБИЛЬНЫЕ СЕТИ. Системы оптимизации видеотрафика как ответ на новые вызовы

ЧАСТЬ 1. РОСТ ТРАФИКА В МОБИЛЬНЫХ СЕТЯХ

А.Сергеев, ГУАП

Объемы передаваемых данных в мобильных сетях ежегодно почти удваиваются. Наибольший вклад в этот рост вносит видеотрафик. Автор подробно разбирает причины и последствия этого процесса.

Здесь, знаешь ли, приходится бежать со всех ног,
чтобы только остаться на том же месте!
Если же хочешь попасть в другое место, тогда
нужно бежать по меньшей мере вдвое быстрее!

Льюис Кэрролл. Алиса в Зазеркалье

Сначала факты. На рис.1 показано реальное изменение объемов трафика в мобильных сетях за 2012 год согласно отчету Ericsson [1]. Видно, что мобильный трафик растет, причем экспоненциально. Например, за год (с IV кв. 2011 года по IV кв. 2012 года) он вырос более чем в два раза. Причем трафик данных превзошел голосовой еще в 2009 году, а сейчас опережает его в 3-4 раза!

Посмотрим на отчет другого лидера отрасли - Cisco, знаковый для отрасли так называемый Cisco VNI [2]. Он показывает аналогичные данные: рост на 70% (т.е. в 1,7 раза) за 2012 год, с 520 петабайт (1 петабайт = 10^{15} байт) в месяц до 885 петабайт в месяц. Это много, очень много. Неудивительно, что такой рост характеризуют как "впечатляющий" (Ericsson), "очень

значительный" (Cisco), "огромный" (Booz&Co). Причем я намеренно представил самые умеренные оценки. Китайский телекоммуникационный гигант Huawei в прошлом году пророчил рост трафика данных в 500 раз к 2017 году (против "скромных" 20 раз в прогнозах Cisco).

Cisco называет основные причины такого роста: распространение смартфонов и переход на сети 3,5G и 4G. Если верить Cisco, то средняя скорость соединения для смартфонов в 2012 году почти удвоилась (2 Мбит/с в 2012 году против 1,2 Мбит/с в 2011 году). Вообще смартфоны в данном случае показательны, так как на них приходится 92% всего мобильного трафика. Кстати, смартфон в среднем генерирует в 50 раз больше трафика, чем простой мобильный

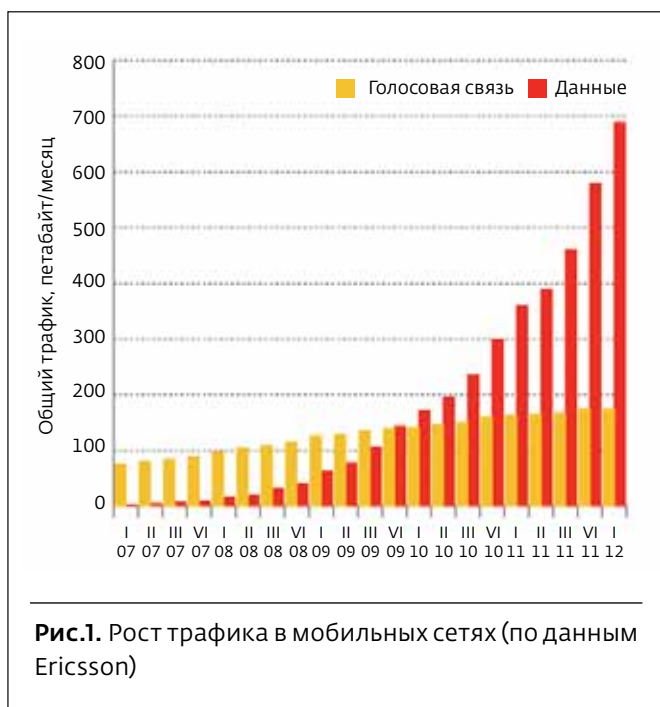


Рис.1. Рост трафика в мобильных сетях (по данным Ericsson)



Рис. 2. Структура трафика в мобильных сетях (2012 год и прогноз до 2017 года по данным Cisco)

телефон. Именно смартфон является самым распространенным потребителем данных в мобильных сетях: на нем смотрят фильмы, играют в игры, заходят в социальные сети и обмениваются фотографиями. Планшеты и ноутбуки потребляют больше трафика, чем смартфоны, соответственно в 1,5 и 7 раз. Но количество таких устройств в сотовых сетях пока невелико. Это понятно – обладатели планшетов и ноутбуков выходят в сеть преимущественно через WiFi или проводной Ethernet. Но с увеличением проникновения мобильных сетей их процент также будет возрастать.

Cisco и Ericsson – это крупнейшие в мире производители телекоммуникационного оборудования и одновременно интеграторы собственных решений. Их оборудование работает в огромном числе сетей по всему миру. И они имеют доступ

к первичным статистическим данным по трафику. Именно эти первичные оценки используют все остальные игроки на рынке телекоммуникационного оборудования, услуг связи и сопутствующих сервисов: исследовательские агентства, интеграторы, операторы связи, контент-провайдеры. Данные от телекоммуникационных гигантов сильно влияют на развитие рынка просто в силу их размера и веса. Неудивительно, что аналогичные или даже более смелые прогнозы можно найти в различных маркетинговых исследованиях и отраслевых отчетах. Но недоверчивый читатель спросит: а если они намеренно завышают текущие и прогнозируемые объемы трафика, чтобы повысить продажи своих решений и оборудования?

Спросим у операторов – им нет резона озвучивать несуществующие проблемы для своих сетей. Вице-президент МТС по технике Андрей

Ушацкий: "Перед нами стоит важная задача обеспечения качественного и высокоскоростного обмена информацией в условиях многократного роста трафика – по нашим прогнозам, через два года проникновение смартфонов в сети МТС может достичь 60%, запуски сетей четвертого поколения спровоцируют рост трафика мобильного Интернета, а за счет роста проникновения и потребления услуг фиксированного ШПД в регионах объем данных, передаваемых в фиксированных сетях, вырастет в 7-10 раз". Что тут добавить?

Таким образом, и производители телекоммуникационного оборудования, и интеграторы, и ведущие маркетинговые агентства, и операторы связи в один голос твердят о "цунами" трафика, которое накатывается на мобильные сети.

Накатывается и ложится тяжким бременем на хрупкие плечи операторов мобильной связи. Смогут ли они достойно ответить на новый вызов? Насколько готовы операторы? Чем им грозит такое "цунами трафика" сейчас и в ближайшем будущем? Какие типы данных оказывают наибольшее влияние на ситуацию? И самое главное – что со всем этим делать?

ЭПОХА ВИДЕОКОНТЕНТА

Теперь можно переходить к деталям, в которых, как известно, и прячется враг рода человеческого. Самый интересный вопрос – какой именно вид трафика растет такими дикими темпами, создавая проблемы операторам и пользователям?

На этот вопрос наглядно отвечает диаграмма на рис.2: преимущественным видом трафика данных сейчас и в будущем является видео. Как же так? Ведь онлайн-видео – не такой уж частый гость на нашем мобильном. И даже мобильное ТВ подключено у весьма скромного процента абонентов. Такая ситуация везде. Например, если верить исследованию Nielsen Group о поведении потребителей в мобильных сетях, то только 40% американцев, 30% англичан, 27% итальянцев и всего 23% русских смотрят онлайн-видео на мобильном устройстве каждый день [3]. Исключение – Китай (54%). Это же совсем немного? Если сравнивать с часами и сутками, которые пользователи мобильных проводят, например, в социальных сетях Интернета, – то да, не много. По продолжительности просмотр видеоконтента в США – третий по популярности вариант использования мобильных устройств после общения в социальных сетях (первое место), навигации (второе место). После него на четвертом месте мобильные игры.

Дело в том, что онлайн-видео – самый тяжелый вид контента. Всего 10 мин потокового онлайн-видео в не самом большом разрешении 480p генерируют более 1,7 Гбайт трафика в месяц! Это как 1700 среднестатистических веб-страниц по 1 Мбайту. Если предположить, что на каждую страницу пользователь потратит 10 мин, то получится, что 8-часовое блуждание пользователя по веб-сайтам создает меньшую нагрузку на сеть, чем 10 минутный ролик. И это только с точки зрения скорости и объемов передачи данных!

А ведь видео – это самый интерактивный вид данных. Малейшие задержки при передаче видео влияют на качество самым сильным образом. А влияя на качество – влияют и на аудиторию, ее количество, состав и готовность платить за видеоконтент. Например, опросы показывают, что задержка всего в 5 с при загрузке мобильного видео заставит как минимум каждого десятого пользователя отказаться от дальнейшего просмотра, а задержка на 10 с приведет к потере до четверти абонентов. Даже незначительное снижение пропускной способности канала при трансляции онлайн-видео приведет к тому, что сжатые кадры не успеют ко времени их отображения на экране пользователя. Проигрывание фильма встанет. Плеер будет ждать нужных данных и наполнения буфера кодека – знакомая ситуация, не так ли? Многие эксперты [4] считают этот пункт исключительно важным: пользователям свойственно проецировать все проблемы, возникшие при доставке контента, именно на

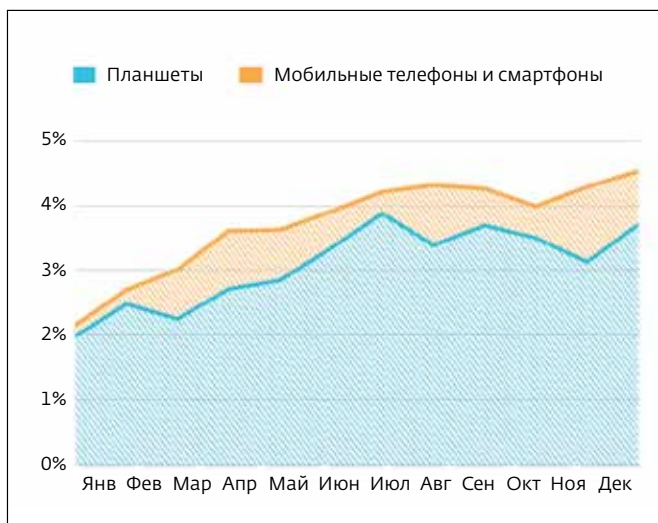


Рис.3. Доля просмотров онлайн-видео на мобильных устройствах от общего количества просмотров в 2012 году

оператора связи, которому они отдают абонентскую плату в расчете на адекватный уровень качества. Задержка при обработке запросов на веб-серверах (вызванная, например, перегрузкой БД), задержка интернет-провайдера веб-сервера, задержка в магистральном канале связи (например, из-за неправильной работы маршрутизатора) – все это для пользователя выглядит как "сеть опять медленно работает".

А с мобильным ТВ ситуация еще сложнее, так как трансляция ведется в реальном времени: задержка пакетов данных приводит к их полной потере и паузе в трансляции. Очень не хотелось бы, чтобы такие паузы возникали, например, при онлайн-трансляции финала чемпионата мира по футболу. Иначе, кто захочет платить за такой сервис? А ведь известно, что ТВ постепенно переходит в мобильные сети, изменяя саму суть телевидения. Например, в лидирующих по этому показателю США в конце 2012 года уже 8% всего ТВ-контента, который получили потребители, они посмотрели на планшетах или смартфонах (против 4% в 2011 году) (рис.3).

В итоге, если оператор, подчиняясь требованиям времени, пытается обеспечить нормальную передачу видео в своей мобильной сети и,

тем более, продавать соответствующие сервисы, он неизбежно сталкивается с необходимостью обеспечения строгих параметров качества обслуживания (QoS) по скорости передачи, задержке и т.д.

Таким образом, требования к качеству видео-и веб-контента выходят на первый план. Несмотря на то, что голосовая связь остается для операторов пока еще якорным сервисом, основные источники доходов смещаются в сторону сервисов данных. В 2012 году более половины доходов операторов составили доходы от сервисов данных, в то время как поступления от голосовых сервисов в процентном отношении год от года уменьшаются.

При этом постепенно видео начинает выходить на первые позиции и становится важным сервисом для абонентов. Ежегодно суммарная продолжительность просмотра видеоконтента на мобильных устройствах постоянно растет: с 3,5 ч/мес в 2010 году до 20 ч/мес в 2012 году [5]. Растет средняя длительность видеоконтента: с 6 мин в 2011 году до 13 мин уже в I кв. 2012 года. Пользователи переходят с просмотра коротких роликов на длительные формы видеоконтента: полнометражные фильмы, передачи, онлайн-трансляции и т.п. [6]. К концу 2012 года доля

полнометражного видеоконтента (длительностью больше 10 мин) составила почти 50% для смартфонов и более 60% для планшетов.

Ясно, что потребители уделяют просмотру видео на мобильных устройствах все больше и больше времени. И качество этого видео выходит на первый план.

Со своей стороны, операторы понимают, что требуется массовое переформатирование ассортимента услуг, где наибольшее влияние в будущем должно уделяться сервисам передачи данных: видео и веб. 86% опрошенных агентством HEAVY Reading провайдеров согласны с тем, что видео является серьезным вызовом для мобильных операторов [5]. Почти 17% операторов уверены, что плохое качество видеоконтента заставит пользователя сменить поставщика услуг, а еще 67,6% допускают такую возможность [5].

С точки зрения операторов связи, все получается очень невесело. Мало того, что объемы передаваемых данных в мобильной сети растут по экспоненте, так еще и сам этот трафик требует бережного к себе отношения с точки зрения QoS. В итоге перегруженные операторские сети должны быстро и без задержек передать веб, видео, почту и тонны видеоконтента. Выдержат ли они?

ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ МОБИЛЬНОГО ПРОВАЙДЕРА

Данные, попадающие на абонентское устройство пользователя, проходят долгий путь от серверов контент-провайдеров (таких как youtube, ВКонтакте и т.д.), через Интернет и далее – в сеть оператора связи. Здесь сначала они попадают на серверы и маршрутизаторы опорной сети (core network), а затем по магистральным каналам связи – в транспортную сеть провайдера, т.н. backhaul network. Транспортная сеть провайдера мобильной связи – это участок внутренней сети оператора между опорной сетью оператора и базовыми станциями. Его основная задача – доставка, агрегация, контроль и резервирование потоков данных между указанными элементами мобильной сети. Обычно backhaul имеет иерархическую структуру: небольшие транспортные подсети объединяются в более крупные подсети, которые, в свою очередь, подключаются к крупным магистральным каналам связи. И именно эта часть сети постепенно становится "узким местом".

Операторские транспортные сети были ориентированы на технологии поколений 2,5 и 3: передача голосового трафика и низкоприоритетных

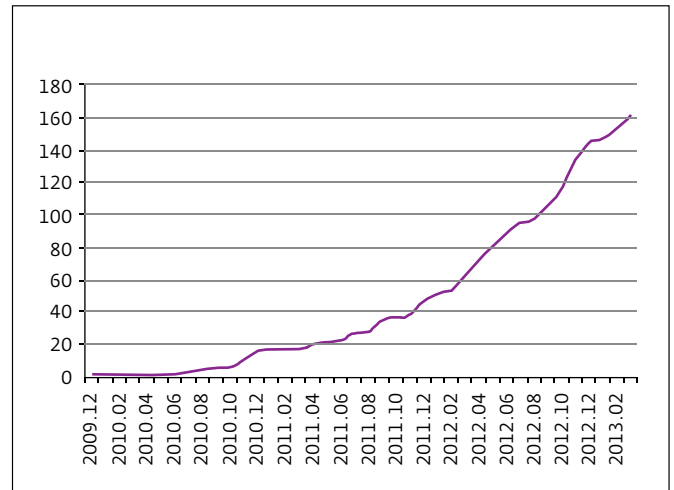


Рис.4. Рост числа сетей LTE в мире за 2009–2013 годы

потоков данных (веб, почта). Они не рассчитаны на скорости передачи и требования доступности/надежности сетей 4-го поколения. Модернизация сети является весьма дорогостоящей операцией. И, что еще хуже, – очень долгосрочной операцией, которая занимает много месяцев, а иногда и лет. Это планирование, прокладка кабелей или аренда уже существующих каналов, строительство новых линий радиорелейной связи, получение необходимых лицензий и т.д. Все это не может быть осуществлено мгновенно. Кроме того, любые действия с транспортной сетью подразумевают высокий уровень ответственности. Цена ошибки или неправильного решения очень велика – проблемы со связью у тысяч абонентов. Это, в свою очередь, предъявляет высокие требования к привлекаемым специалистам и сторонним компаниям (интеграторам, производителям оборудования), работающим над развертыванием новой или обновлением существующей сети.

Кроме того, выбор технологических решений для модернизации является исключительно ответственным вопросом. Выбранные технологии должны быть адекватны вызовам времени, но в то же время иметь приемлемое соотношение цена/эффективность. Вариантам таких решений и их сравнению можно посвятить даже не отдельную статью, а книгу. Тем не менее, попробуем кратко перечислить, какие же технологии используются для передачи данных в транспортных сетях провайдеров связи, из чего, собственно, можно выбирать.

Во-первых, это широчайший спектр беспроводных систем. Наиболее используемый вариант (обладающий достаточной пропускной способностью на

дальних расстояниях) – это радиорелейные сети передачи данных, работающие в диапазоне дециметровых, сантиметровых и миллиметровых волн. Они проверены временем, распространены, используют разные технологии передачи радиосигнала и поэтому могут быть легко адаптированы к имеющимся в месте развертывания сети условиям передачи. Однако, по своей беспроводной природе они обладают целым рядом весьма неприятных особенностей. Во-первых, в этих решениях стоимость передачи 1 Мбит данных является константой и фактически не меняется при увеличении скорости каналов связи. Это связано с тем, что масштабирование по скорости выше некоторого порога (например, для PDH – порядка 500 Мбит/с) достигается простым изменением количества приемопередатчиков, т.е. увеличением числа параллельных физических каналов связи. Другими словами, стоимость передачи единицы данных не уменьшается с увеличением объема данных: передаем со скоростью X Мбит/с – платим N долларов, передаем со скоростью 10X Мбит/с – платим 10N. По этой причине (хотя есть и другие) такие системы плохо масштабируемы, а модернизация часто невозможна. Во-вторых, средняя скорость передачи для типовых решений невелика

и исчисляется в сотнях мегабит в секунду на один беспроводной канал. Если необходимо больше, то, как было сказано, необходимо увеличивать число пар приемник-передатчик. В-третьих, пропускная способность беспроводных систем связи напрямую завязана на доступную ширину частотного спектра. А ведь в ряде случаев она вообще может быть недоступна, например если рядом с проектируемой радиорелейной линией связи находится военный объект. Плюс необходимость получать лицензии на частоты дополнительно увеличивает время внедрения таких решений. Ну и, в-четвертых, реальные скорости передачи данных непостоянны и очень чувствительны к условиям связи, таким как расстояние между приемником и передатчиком, наличие прямой видимости, погодные условия, рельеф местности и т.д. Изменение параметров канала очень усложняет доставку данных с заданными требованиями по качеству обслуживания. А это ставит под вопрос возможность массового использования беспроводных сетей связи для транспортных сетей 4-го поколения, где преобладающим видом контента, как мы помним, является видео.

Универсальное решение – оптоволоконная сеть. Отличный вариант, широко используемый крупными провайдерами. Годовые отчеты российских

операторов большой тройки всегда наполнены радостными сообщениями о километрах новых оптоволоконных линий. Их можно понять: оптика позволяет на годы вперед решить проблемы с пропускной способностью транспортной сети. Оптоволоконные решения – лидеры среди всех массово используемых технологий передачи данных по скорости передачи, задержке, надежности, отказоустойчивости. Они обладают минимальной стоимостью за 1 Мбит/с. И более того, стоимость передаваемых данных уменьшается с увеличением скорости. Они легко обеспечивают скорость передачи в 10 Гбит/с без каких-либо ограничений на расстояние. Они обладают хорошим потенциалом модернизации и масштабирования. Плюс стоимость оптических решений медленно, но верно снижается. Казалось бы – вот он, универсальный ответ. Увы, нет. Всего одно "но": оптика все еще очень, очень дорогое удовольствие. В Европе средняя стоимость прокладки 1 км оптоволоконного кабеля в рамках транспортной сети начинается с 50 000 долл. и легко может достигать в условиях плотной городской застройки до 250 000 – 500 000 долл. В России ориентировочная цифра – 500 тыс. руб. без учета окончательного оборудования. В развивающихся странах в силу разных причин стоимость оптики еще выше. Кроме того, не надо забывать, что прокладка кабеля, помимо денег, отнимает еще массу временных и организационных ресурсов.

Возможен, конечно, вариант с арендой каналов связи (там, где они есть, конечно). В этом случае вместо крупных однократных капитальных затрат (CAPEX) провайдер получает небольшое (но все же существенное) увеличение операционных расходов (OPEX) на многие годы вперед. На круг "взятая в прокат" сеть выйдет дороже. Например, для оптоволоконна приблизительно через 10 лет после начала аренды общая стоимость владения (ТСО) арендуемого решения начинает превышать аналогичный показатель для собственного канала. Это, конечно, минус. Но, с другой стороны, провайдер снимает с себя массу проблем, связанных с прокладкой и поддержанием работоспособности собственной сети. Он экономит время: сеть в наличии сразу и готовая. Он экономит людские ресурсы: нет необходимости держать в штате дополнительных специалистов. В целом аренда сети – очень распространенное решение, особенно для небольших провайдеров. Жаль только, что каналы, доступные для аренды, удобно расположенные и удовлетворяющие всем условиям по надежности, скорости и т.п., встречаются очень нечасто.

В остатке (если пропустить малораспространенную экзотику) – неоптоволоконные кабельные сети: телефонные линии (технологии DSL) и Ethernet-сети. xDSL – вчерашний день. Пропускной способности в несколько десятков мегабит в секунду, которые он может обеспечить, явно уже недостаточно. Его главный плюс – дешевизна и доступность. Все

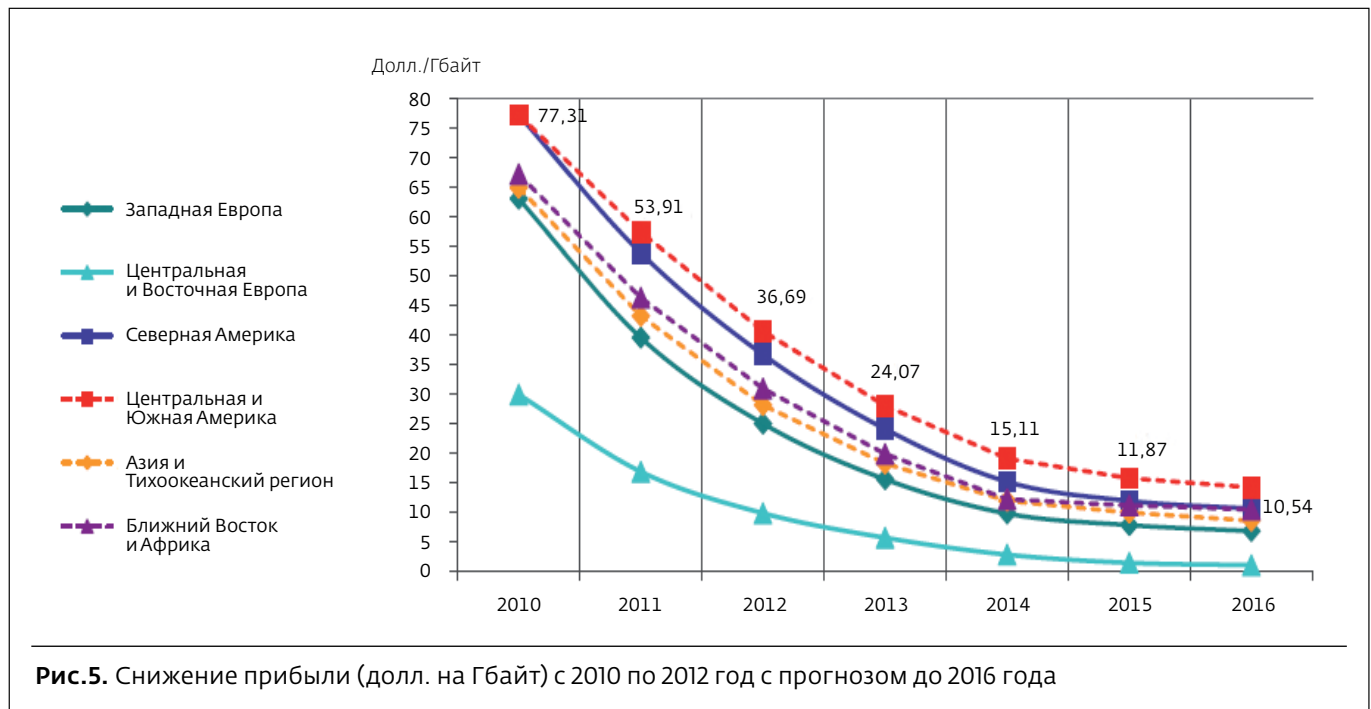


Рис.5. Снижение прибыли (долл. на Гбайт) с 2010 по 2012 год с прогнозом до 2016 года

остальное – минусы. Обладая общими недостатками кабельных решений (сложность и дороговизна прокладки и т.д.), они обеспечивают на несколько порядков меньшую скорость передачи данных. Ethernet через UTP выглядит интереснее, но его ограниченная скорость передачи (до 1 Гбит/с) и лимит на длину кабеля (несколько сотен метров максимум) очень ограничивают варианты его применения.

Можно подвести итог. Несмотря на разнообразие технологий доставки данных в транспортной сети, общего ответа нет. Оптоволоконные решения дороги. Беспроводные – тоже недешевы, но в силу своей природы обладают целым рядом неприятных особенностей, ограничивающих их сферу применения. Цифровые телефонные линии постепенно уходят в прошлое. Ethernet относительно дешев, но в целом ряде типовых сценариев неприменим.

А как мы помним, трафик неумолимо растет и адекватный ответ на эту проблему нужен уже сейчас. В противном случае, если вовремя не произвести необходимую модернизацию и расширение сети, оператор получит систематическую перегрузку, массовый сбой и невозможность обслуживания абонентов. Очевидно, что это крайне отрицательно скажется на имидже оператора, абонентской базе и его доходах. Что делать?

LTE-СЕТИ: УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ОТВЕТ ИЛИ ВРЕМЕННАЯ ПЕРЕДЫШКА?

Не знакомым с вопросом может показаться, что с переходом на сети 4-го поколения проблема трафика уйдет или как минимум потеряет свою остроту. Да, но временно и только в беспроводном сегменте сети: от базовой станции к абонентам. LTE уже сегодня позволяет передавать данные со скоростью до 80 Мбит/с на сектор базовой станции (в несколько раз больше, чем в HSPA). Именно беспроводной сегмент являлся самым

узким местом в мобильных сетях предыдущих поколений.

С переходом на LTE проблема в этой части сети несколько смягчилась. Но "бутылочное горлышко" не исчезло, оно переместилось в другую часть сети – в backhaul. Транспортные сети провайдеров связи не готовы к тем объемам данных, к которым уже готовы беспроводные сегменты этих же сетей. Дело не решить заменой базовых станций на вышках и модернизацией коммутационного оборудования в нескольких ключевых узлах сети. Ставится вопрос о необходимости всей транспортной инфраструктуры, всех сетей. Тут можно привести всем понятную аналогию: дорожная сеть Москвы исправно функционировала и в 80-е, и в 90-е годы. Но когда количество машин перевалило за некоторую критическую отметку, город встал. Причем все понимают, что расширение дорожной сети (строительство новых полос и расширение имеющихся) – дело нужное, важное, но, к сожалению, дорогое и очень небыстрое. Так и здесь: внутренние сети провайдера прекрасно справлялись 10 лет назад, когда весь пользовательский трафик сводился к электронной почте и легким, адаптированным к WAP веб-страничкам. Они работали, когда базовые станции 2G заменили на 3G и абоненты получили в свое распоряжение до 21 Мбит/с. Но с переходом на LTE существующие транспортные сети подошли к пределу своих возможностей. И мгновенно их заменить и улучшить не получится. Даже не самые бедные российские операторы (МТС, Вымпелком, Мегафон), ощущающие за плечами поддержку государства, не могут позволить себе такие значительные затраты. Они пытаются сэкономить, заключая договора о стратегическом партнерстве по строительству новых сетей. Что уж говорить о более мелких. Итогом является существенное увеличение капитальных затрат в структуре издержек (CAPEX), причем в течение

нескольких лет подряд, что отрицательно влияет на финансовые показатели компании в целом.

Уже сейчас существенная часть роста трафика приходится на сети 4-го поколения (LTE): 14% всех данных в мобильных сетях в мировом масштабе. И это притом, что 4G-сети составляют сейчас всего 0,9% (!) всех сотовых сетей (рис.4). А что будет, когда, как пророчит Cisco, в 2017 году на сети 4G придется уже 45% трафика всех мобильных сетей на планете? Переход на LTE лишь ускоряет темпы обновления транспортных и опорных сетей провайдеров.

ПРОБЛЕМА МОНЕТИЗАЦИИ ВИДЕОКОНТЕНТА

Отдельно стоит проблема монетизации всего того гигантского трафика, который проходит через сети провайдера. Показатель ARPU/мегабайт неуклонно снижается: операторы получают все меньше дохода от единицы трафика (рис.5) [7]. Многочисленные видео-, интернет- и игровые сервисы, массово использующие операторские мобильные сети для доставки своего контента потребителям, не жаждут делиться прибылью с провайдерами. В свою очередь, провайдеры, предоставляя каналы продаж контента третьим лицам, не получают взамен ничего. Плату за пользование каналом связи они могут взыскать только в виде абонентской платы с конечных пользователей, но не с контент-провайдеров.

По оценкам Infoma Telecom & Media, уже в 2012 году снижение доходов сотовых операторов от использования абонентами сервисов OTT достигнет в Западной и Восточной Европе 3,9 и 1,6% соответственно. Перед операторами встает угроза превращения своих сетей в "трубу" для трафика чужих высокодоходных приложений и сервисов. Такая бизнес-модель грозит компаниям связи разорением, поэтому отрасль сейчас находится в поиске оптимальных сценариев развития мобильной связи. Эти сценарии предполагают радикальное изменение структуры всей индустрии вследствие ее консолидации и трансформации цепочек распределения доходов [8].

К сожалению, общепринятого и ясного решения этой проблемы нет. Подтверждением этому является массовый переход операторов на поуровневые тарифные планы с ограничением количества доступного абоненту трафика и фиксированной скоростью. Согласно отчету Cisco [2], за последние три года количество подобных тарифов у всех операторов выросло с 3 до 55%, в то время как число безлимитных планов упало с 81 до 45%. Многие операторы полностью отказались от безлимитных планов. Это помогает операторам снизить нагрузку

на сеть и, с другой стороны, повысить стоимость 1 Мб трафика. Такие действия в стиле "держать и не пущать!" являются фактически признанием провайдерами факта, что они не в состоянии сегодня оперативно превратить в деньги потоки данных, проходящие через их сети.

Более интересным решением является попытка операторов создать собственные контент-сервисы, предоставляющие пользователям за небольшую плату все необходимое: фильмы, игры, музыку, аудиокниги и т.д. Фактически это логичное развитие собственных интернет-магазинов, в которых уже давно можно было приобрести онлайн необходимое приложение или услугу (такую, например, как изрядно поднадоевший "Гудок"). Идея понятна: не можем получить деньги с чужого контента – будем предлагать свой. Попытка победить конкурентов рыночными методами выглядит логичной, но возможности по выдавливанию стороннего контента из сети сильно ограничены. Составить конкуренцию ключевым провайдерам контента (читай "победить youtube") вряд ли получится.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Мы подробно разобрали причины проблемы взрывного роста мобильного видеотрафика, попытались подробно ответить на известные вопросы: "кто виноват?" и "чем это грозит?". Следующая часть статьи будет посвящена ответу на вопрос "что делать?" В ней мы расскажем о вариантах уменьшения нагрузки на мобильную сеть провайдера связи. Особо пристально будут рассмотрены системы оптимизации мобильного трафика в центре и на границе сети.

Продолжение следует

ЛИТЕРАТУРА

1. Ericsson Inc., Ericsson Mobility Report, 2012–2013.
2. Cisco Visual Networking Index, Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017.
3. Nielsen Holdings, The Mobile Consumer Report. A Global Snapshot, 2012–2013.
4. **Sarkissian H.** Principal Analyst, Wireless 20|20, Caching Improves User Experience in 4G LTE Networks, 2012.
5. HEAVY Reading Inc., Crossing the Gi: Will Edge Caching Be the Key to Managing Mobil Traffic, 2012.
6. OOOYLA Inc., Global Video Index Report, 2012.
7. **O'Leary J.** Mobile Video Optimization and Delivery, Cisco Canada, 2012.
8. **Есауленко А.** LTE – враг хорошего? – Сети/network world, 2012, № 06.