

---

## ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.397.132.19

### СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ УСЛУГИ IPTV

*Бородинский Алексей Андреевич, директор, Астраханский филиал открытого акционерного общества «Ростелеком», 414000, Россия, г. Астрахань, Театральный пер., 7/8, e-mail: asicom@ast.south.rt.ru.*

*Статья посвящена описанию методов и средств, предлагаемых к применению операторами связи, предоставляющими услуги IPTV (Television over IP protocol), которые позволяют повысить ее эффективность. Учитывая конвергентное направление развития отрасли телекоммуникаций, видится, что именно предоставление новых услуг окажет основное влияние на перевес сил. Рассматривается использование беспроводных широкополосных технологий доступа (технология WiMAX). Кроме того, в статье уделено особое внимание управлению услугой «Телевидение, сдвинутое по времени», которая является одной из наиболее перспективных для операторов связи из всего спектра сервисов «Телевидение поверх протокола IP» и позволяет просматривать вещаемый контент в реальном времени или с небольшой временной задержкой. Представлена архитектура решения для развертывания широкомасштабных систем «Телевидение, сдвинутое по времени», которая использует взаимодействующие между собой кэши-серверы, расположенные в сетях широкополосного доступа. Рассматривается возможность применения протокола RTSP (протокол вещания в реальном масштабе времени). В статье показано, что наиболее эффективным является применение кэширующих алгоритмов, которые учитывают популярность вещаемого контента, а также метрик расстояния. Изложенная в статье информация показывает, что для повышения эффективности предоставления спектра услуг «Телевидение поверх протокола IP» целесообразно использовать алгоритмы со скользящим окном.*

*Ключевые слова:* телевидение поверх протокола IP; «телевидение, сдвинутое по времени»; алгоритмы реального времени; прозрачный прокси; протокол вещания реального времени; WiMAX; взаимодействующие кэши; кэширующий алгоритм; беспроводная широкополосная сеть; скользящее окно.

### FACILITIES AND METHODS OF EFFECTIVE ORGANIZATION OF IPTV SERVICES

*Borodinsky Alexey A., Astrakhan branch of OJSC "Rostelecom", 7/8 Teatralny lane, Astrakhan, 414000, Russia, e-mail: asicom@ast.south.rt.ru.*

*The article describes the methods and techniques proposed for use of telecommunications operators providing IPTV services. These methods can improve the efficiency of providing IPTV services. It describes the use of wireless broadband access technologies and the introduction of caching servers. A recent important evolution in broadband access network design is the deployment of IP aware access network elements, which allows to introduce access network services beyond basic triple-play. Another focus of this paper is on the management of time-shifted television*

(*tsTV*), an IPTV service which allows watching the broadcast content at real-time or with a (small) time shift. An architecture for a large-scale *tsTV* service deployment is presented, using co-operating transparent diskless proxy caches in broadband access networks, with an implementation based on the IETF's Real-Time Streaming Protocol (RTSP). Caching algorithms have been designed to take into account content popularity and distance metrics. The algorithms make use of the sliding window concept and calculate the optimal trade-off between bandwidth usage efficiency and storage cost.

**Key words:** IPTV; time-shifted TV; real-time algorithms; transparent proxy; RTSP; WiMAX; co-operating proxy caches; caching algorithm; wireless broadband access; sliding window.

Internet Protocol Television (IPTV) становится популярным, так как позволяет доставить контент пользователям в то время, когда они этого захотят. Следующим шагом является предоставление данного контента в любом месте, где это нужно пользователям [2]. Традиционные проводные сети доступа могут предоставить контент только в фиксированных точках. Таким образом, требуется новая технология, которая может доставлять контент подвижным абонентам. Технология Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX), основанная на стандартах IEEE 802.16 – 2004 и 802.16e – 2005, предназначенная для организации фиксированного и мобильного беспроводного доступа к городским сетям передачи данных со скоростью до 70 Мбит/с, способна покрывать расстояния свыше 30 км и обеспечивает безопасную доставку контента.

Канальный уровень модели WiMAX поддерживает приоритетное предоставление канала в реальном времени (*rtPS*), что обеспечивает требуемую полосу пропускания и минимальные задержки для видеослужб с поддержкой качества обслуживания (QoS). Поскольку на физическом уровне WiMAX поддерживает различные размеры фреймов и масштабируемую полосу пропускания, данная технология является идеальным выбором для приложений IPTV. На базе WiMAX могут быть построены сети доступа, кроме того, может быть реализован принцип прозрачности для опорных сетей. Таким образом, базовые станции WiMAX, абонентские и мобильные станции идеально подходят для доставки IP-услуг (Triple Play): VoIP, IPTV, интернет-мультимедиа по беспроводным сетям уровня города. Это делает технологию WiMAX лучшим выбором по сравнению с обычным кабелем, технологией DSL и спутниковыми решениями.

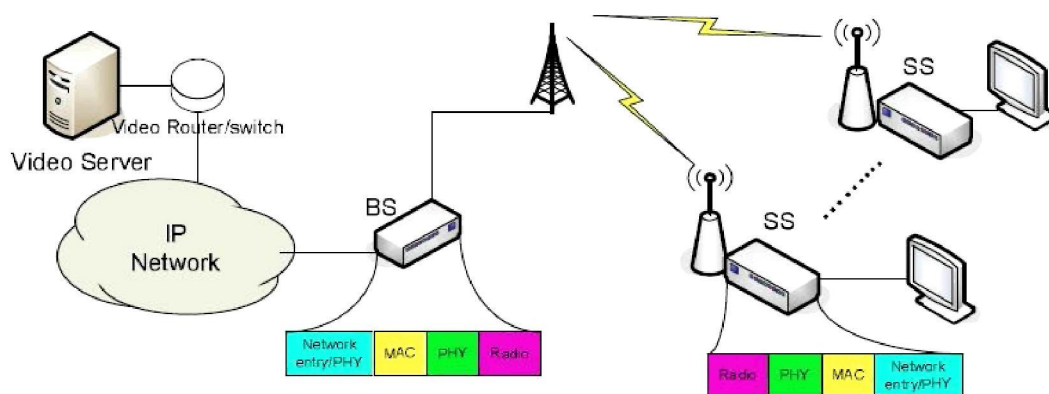
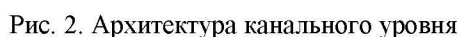


Рис. 1. Модель предоставления IPTV

Сети доступа на основе WiMAX позволяют предложить повсеместную доставку контента, кроме того, развертывание сетей WiMAX позволит предоставить полный спектр услуг IPTV с высокой степенью качества видео и аудио в сельских и труднодоступных для проводных технологий районах (рис. 1). Для предоставления услуг потокового видео используются порты UDP, а для услуги «Видео по запросу» – TCP-порты, также поддерживается одноадресная, многоадресная и широковещательная трансляции. В результате возможно появление нескольких пакетов из различных источников, которые должны быть доставлены заданным пользователям с различными параметрами качества обслуживания. Данная проблема решается на канальном уровне базовых станций WiMAX путем эффективного планирования услуг. По этой причине ожидается, что именно реализация такого планирования на канальном уровне будет ключевым фактором среди конкурирующих продуктов.

На подуровне конвергенции классификатор разбивает потоки трафика в соответствии с различными задачами. Для различных потребностей пользователей, как правило, используется несколько планировщиков. Очевидно, что это увеличивает нагрузку на канальный уровень.



9

(SFID) соответствующему пакету или потоку. Каждый SFID будет связан с набором параметров QoS, который хранится в компоненте политик QoS.

Предложенный алгоритм работы планировщика позволяет повысить эффективность предоставления услуги IPTV на базе технологии WiMAX за счет снижения нагрузки на канальный уровень стандарта 802.16.

Как показывают статистические данные, популярность телевизионных трансляций обычно достигает своего пика в течение нескольких минут после начала вещания и затем экспоненциально уменьшается. Это означает, что кэширование сегмента со скользящим окном в несколько минут каждой транслируемой программы может удовлетворить значительную часть запросов со стороны потребителей, что делает целесообразным использование распределенных накопителей с ограниченной емкостью. Наилучшие результаты могут быть получены, когда совмещаются преимущества кэширования со скользящим интервалом и совместного кэширования и использования прокси на базе протокола RTSP, поддерживающего данные алгоритмы [1].

Рассмотрим алгоритм кэширования услуг «телевидения, сдвинутого по времени». Так как мы считаем, что будут сохраняться только сегменты телепрограммы, объем кэш-памяти может быть ограничен до нескольких гигабайт или даже меньше в случае совместного кэширования. Таким образом, появляется возможность устанавливать меньшие по объему потоковые серверы, что позволяет снизить стоимость развертывания услуги.

Будем считать, что кэш виртуально разделен на две части: небольшую часть  $S$  и основную часть  $L$ . Часть  $S$  будет использоваться для кэширования первых нескольких (например, пяти) минут каждой вновь запрошенной пользователем (или вещаемой) программы, в основном для определения ее начальной популярности. Ее размер, как правило, меньше, чем 1 гигабайт (что составляет примерно один час потокового видеоконтента). Часть  $L$  будет использоваться для хранения соответствующих сегментов (с растущими или скользящими окнами). В свою очередь, эта часть также виртуально разделена на два отдельных хранилища. Часть  $L1$  будет использоваться для хранения только уникальных сегментов, она является общей для всех узлов, взаимодействующих на одном уровне доступа. Таким образом, все части  $L1$  на всех кэш-узлах представляют собой один большой кэш, главным образом для разгрузки центрального сервера. Вторая часть  $L2$  используется для хранения наиболее популярных сегментов. Основным назначением этой части является разгрузка сети доступа, при этом используется механизм совместного кэширования (запросы обслуживаются  $L1$  на соседнем кэше). Фактический размер каждого сегмента в части  $L2$  будет определен и при необходимости изменен после каждого интервала  $\Delta$  (например, 5 минут). Предлагаемый алгоритм кэширования (рис. 3) предполагает, что в течение каждого интервала  $\Delta$  пользовательские запросы на просмотр программы поступают на различные прокси. Каждый раз параметр  $A_{n,p}$  будет обновляться в прокси  $n$  для программы  $p$ . В общем, этот параметр пытается определить популярность программ, принимая во внимание показатели удаленности. Это означает, что популярная программа не может быть кэширована, поскольку более близкие прокси уже сохранили эту программу. Если  $A_{n,p}$  для программы  $p$  на кэш-узле  $n$  недостаточен, то окно будет расти, в противном случае окно начнет скольжение или будет удалено в случае отсутствия запросов, обслуживаемых данным сегментом.  $A_{n,p}$  рассчитывается следующим образом: каждый раз, когда запрос на программу  $p$  приходит на узел  $n$ ,  $A_{n,p}$  увеличивается на единицу (принимается во внимание только популярность программы) или на число сетевых сегментов между прокси  $n$  и обслуживаемым узлом (принимается во внимание популярность и удаленность).



Рис. 3. Принципы алгоритма кэширования на каждом прокси

После каждого интервала  $\Delta$  все сегменты со статусом «занятые» (т.е. обслуживающие запросы) сохраняются в  $L2$ . После заполнения  $L2$  сегментами с увеличенными окнами для самых популярных программ (т.е. с наибольшими значениями  $A_{n,p}$ ) все другие сегменты удаляются,  $S$  очищается, и все значения  $p$  сбрасываются в 0.

Таким образом, для решения задачи повышения эффективности организации услуги «телевидение, сдвинутое по времени» целесообразно использовать механизм кэширования популярного контента на прокси-серверах. Как показали результаты проведенных исследований, при использовании представленного алгоритма кэширования, использующего метрики популярности контента и расстояний, нагрузка на сеть может быть значительно снижена, особенно в случае совместного кэширования.

#### Список литературы

1. Liu J. Proxy caching for media streaming over the Internet / J. Liu, J. Xu // IEEE Communications Magazine. – 2004. – Vol. 42, № 8. – P. 88–94.
2. O'Driscoll G. Next generation IPTV services and technologies / G. O'Driscoll. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons Inc., 2008.

#### References

1. Liu J. Proxy caching for media streaming over the Internet / J. Liu, J. Xu // IEEE Communications Magazine. – 2004. – Vol. 42, № 8. – P. 88–94.
2. O'Driscoll G. Next generation IPTV services and technologies / G. O'Driscoll. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons Inc., 2008.