

## ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ IPTV

Москалева Т.С., Полежаев П.Н.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

За последние годы рынок цифрового кабельного телевидения и IPTV непрерывно и уверенно растёт вверх, о чём свидетельствуют данные консалтинговых агентств, исследующих данную сферу. Например, согласно данным компании J'son & Partners Consulting за 2014 год объем абонентской базы IPTV вырос с 19 до 20 %, а кабельного цифрового ТВ с 12 до 15 %, что говорит об уверенном развитии современных теле-технологий.

Таким образом, при современном уровне развития технологий, насыщенном рынке услуг, а также жёсткой конкуренции провайдерам IP-услуг необходимо детально изучать свою аудиторию (имеющуюся и потенциальную), формировать актуальные предложения и решения (тарифы, акции, рекламные кампании, новые услуги и т.д.). В настоящий момент отсутствует комплексное технологическое решение для этих задач.

На данный момент в рамках проектов УМНИК-2015 и РФФИ проводится исследование, по завершению которых планируется создать алгоритмы для интеллектуального анализа предпочтений абонентов операторов и реализовать их в виде системы «НетеКси». Разрабатываемый продукт должен проводить анализ, учитывая телевизионные предпочтения (объём и направленность телесмотра) пользователей при просмотре IPTV и др. сведения.

В настоящее время практически не существует технологий простого развертывания вещания многоадресного трафика в гетерогенных сетях, существующее оборудование провайдера не всегда поддерживает ту или иную технологию. Множество коммутаторов уровня доступа, установленные в домах и непосредственно подключенные к абонентам, имеют крайне низкую производительность при работе с многоадресным трафиком, некоторые недорогие устройства уже при 5 потоках перестают обеспечивать качество передачи.

Некоторые услуги, например, «Видео по запросу» требуют одновременного существования одноадресного и многоадресного вещания одного и того же потока, при этом настраивать его необходимо динамически, для чего приходится использовать дополнительное оборудование.

Все это делает услугу IPTV затратной для существующих провайдеров и не гарантирует качество и скорость переключения каналов (присоединения к группам вещания). Основные ограничения возникают из-за закрытости и неизменности архитектуры обработки сетевого трафика традиционным оборудованием.

Другой важной проблемой, связанной с приемом и передачей широкополосного мультимедийного трафика является снижение качества вещания, связанное с нарушением порядка кадров, пропуском кадров,

возникновением артефактов, появлением существенных задержек, увеличением джиттера.

Таким образом, решено было провести анализ существующих механизмов и технологий внедрения сетей SDN для устранения описанных проблем.

Несмотря на то, что технология IPTV сравнительно новая для нашей страны, она уже успела покорить большое количество пользователей своей удобностью, ценой и гибкостью. Именно поэтому рассмотрим основные тенденции в мире IPTV и их особенности.

Основное отличие IPTV от аналогового телевидения заключается в его универсальности и простоте с точки зрения передачи данных. Наличие точки подключения к IP-сети даёт доступ практически к любому источнику информации. Таким образом, абонент имеет возможность получать помимо видео-контента ещё и телепрограмму, игры, аудиозаписи и другие приложения. Такие мультисервисные сети называются Triple Play-сетями, которые фактически являются индивидуализированными для пользователя, а IPTV – вещанием для одного зрителя.

Как рассказывают в своей статье Деарт и Кожухов [1] в основе транспортного механизма в IPTV лежит поток MPEG-2, основанный на ISO/IEC стандарте. Данный механизм позволяет в дальнейшем декодировать сигнал на приемной стороне – STB, телевизоре или другом устройстве. В совокупности с механизмами компрессии, позволяющими наиболее оптимально использовать ограниченную полосу пропускания трафика, полученная технология является полноценным транспортным комплексом, работающим поверх ШПД.

Неотъемлемыми атрибутами интерактивного телевидения IPTV является набор интегрированных сервисов, использование которых становится возможным за счет гибкой архитектуры сети triple play. Наиболее распространенными из них являются: видео по запросу (video on demand), управляемая цифровая запись видео (network personal video recorder), поддержка нескольких камер (multiple camera), отложенный просмотр (time shifting), дистанционное управление видео (remote recording capabilities) и различные интерактивные сервисы.

Также авторы раскрыли в своей статье смысл нового веяния IPTV – OTT-технологии (Over The Top), основная задача которой предоставлять мультимедийные услуги, не привлекая при этом выделенных ресурсов сети и поддерживая высокое качество.

Одной из предпосылок появления данной технологии является развитие сетей CDN (Content Distribution Network) – специальных многокомпонентных структур ввода и распределения информации. Главный механизм, лежащий в основе подобных сетей, заключается в построении оптимальных путей передачи информации, распределенной согласно определенным критериям по разным географическим точкам (узлам сети – то есть серверам). Ведущие компании, предоставляющие CDN как сервис, закладывают в алгоритмическую основу своей услуги протокол BGP, что позволяет рассматривать передачу

трафика сразу на нескольких уровнях – начиная с сетевого и заканчивая прикладным. Данная технология выполняет следующие функции: ускорение доставки контента; снижение нагрузки на оборудование; помощь в защите от DDoS-атак; снижение затрат на эксплуатацию и развитие инфраструктуры; ускорение некэшируемых данных.

В статье Абаевой журнала T-COMM [2], одной из главных особенностей IPTV является необычное проектирование архитектуры его сетей. На данный момент существует 2 вида их маршрутизации: многоадресная (multicast) и одноадресная (unicast). Первый метод маршрутизации, как правило, используется для передачи TV-трафика и служебного трафика, в то время как unicast служит своеобразной инфраструктурной составляющей сервиса – предназначен для обмена информацией между серверами, абонентскими устройствами, IPTV-узлами и различными внутренними модулями.

Протоколом для передачи multicast-трафика является PIM (Protocol Independent Multicast), в частности для IPTV используется PIM-SSM. [3] Специфика построения подобной сети диктует следующий механизм резервирования источников вещания: каждый конечный маршрутизатор строит деревья ко всем источникам вещания и при выходе из строя какого-либо из них включается резерв (опираясь на построенные деревья).

Маркировка QoS трафика в IPTV может происходить как на серверном, так и на сетевом оборудовании, причем метод маркировки может быть выбран индивидуально для каждого узла [4].

Александр Серов в рамках обзора в журнале MediaVision [5] рассмотрел технологии, используемые ведущими компаниями-операторами IPTV, и проанализировал основные компоненты их сервисов. Под его перо попали такие известные операторы как: «НетАП», «Нетрис», «СофтЛаб-НСК», «Тринити», «Vintera», «Haivision» и некоторые другие. Таким образом, им было выявлено, что главной составляющей сервиса является программно-аппаратный комплекс Middleware (см. рисунок 1), который включает в себя видеостример, транскодер, систему безопасности (CAS/DRM) и множество интерфейсов разработчика для общения с клиентскими устройствами.

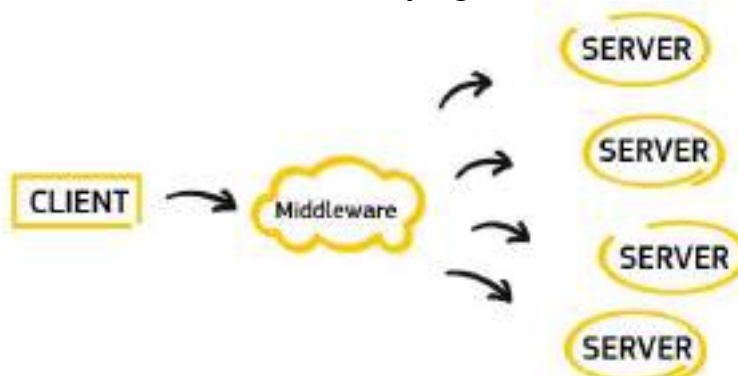


Рисунок 1 – Схема работы комплекса Middleware [5]

В статье Ольги Жернаковой можно увидеть более подробный обзор компонентов OTT-платформ [6]. Интересно, что на сегодняшний момент практически все российские операторы OTT TV предпочитают российские

разработки зарубежным аналогам. Ведущими компаниями-разработчиками платформ для запуска и управления телевидением в России на данный момент являются Microimpuls, SPB TV, SmartLabs. Предоставляемые ими услуги содержат в себе 4 крупных компоненты: клиент-серверная часть, модуль подготовки и доставки контента, модуль статистики и мониторинга, система безопасности и разграничения доступа. Некоторые платформы отличает наличие собственной CDN, а некоторые – наличие системы рекомендаций, но, в общем, механизм работы очень схож.

Кондрашин, Лямин и Слепцов оценили возможные перспективы и пути развития IPTV-сервисов [7]. По их прогнозам наиболее уверенно в ближайшее время будут продвигаться технологии, позволяющие достичь максимальной реалистичности и детализации изображения. Также планируется постоянное совершенствование конечных устройств пользователя, которое повлечет за собой повышение качества контента и увеличение скорости работы клиентских приложений. Также авторы рассмотрели достоинства и недостатки OTT TV, чем и обозначили главные направления его развития – внедрение CDN-сетей, обеспечение безопасной передачи видеоконтента и уменьшение цены на параллельное распространение контента на разные конечные устройства.

Одним из способов упростить основные компоненты и увеличить пропускную способность любой сети (в том числе и для IPTV), по мнению Лапониной и Сухомлина [8], является SDN – Software Defined Network или программно-конфигурируемые сети (см. рисунок 2).

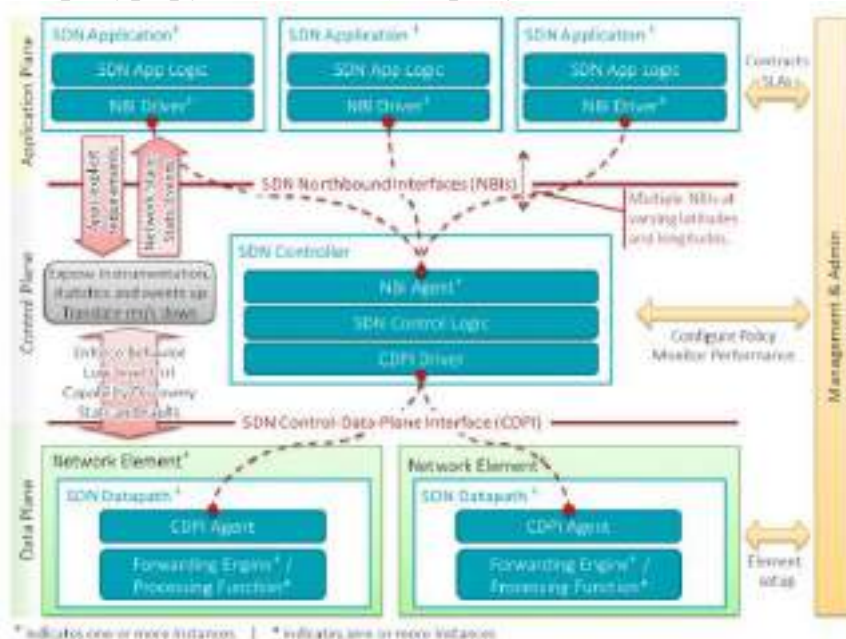


Рисунок 2 – Общая архитектура SDN [8]

Основная идея данной технологии заключается в: разделении управления сетевым оборудованием от управления передачей данных; переходе от управления отдельными экземплярами сетевого оборудования к управлению сетью в целом; созданию программно-управляемого интерфейса между сетевым приложением и транспортной средой сети.

На данный момент существует уже несколько идей и решений для внедрения технологии SDN как в сферу Интернет-телевидения, так и в сферу цифрового интерактивного ТВ. Это целесообразно, потому как ширина полосы прохождения трафика сильно влияет на качество доставляемого контента. Существует 3 направления для исследования SDN-сетей: топология и архитектура, маршрутизация и программирование контроллеров. На данный момент во всех трех сферах ведутся разработки, помогающие использовать SDN со всех её сторон.

Китайские исследователи в работе [9] привели целый ряд других доказательств необходимости использования SDN в современных услугах по запросу. Осветив в своей статье экономические и прогностические аспекты существующей потребности в использовании SDN, авторы также описали механизмы и структуры, для которых данная технология имеет большое значение.

Например, облачно-ориентированные Broadband-сети и несвязанные сетевые архитектуры, в которых SDN позволяет легко разграничить доступ и построить для операторов гибкую, быструю, производительную сеть. Одним словом, SDN представляет собой большой шаг вперед для сетей доступа, в особенности для резидентных сетей.

В статье албанского автора Эсмеральды Хассенбиллиу [10] рассмотрен один из подходов, позволяющий внедрить технологию SDN в IPTV-сервис (см. рисунок 3).

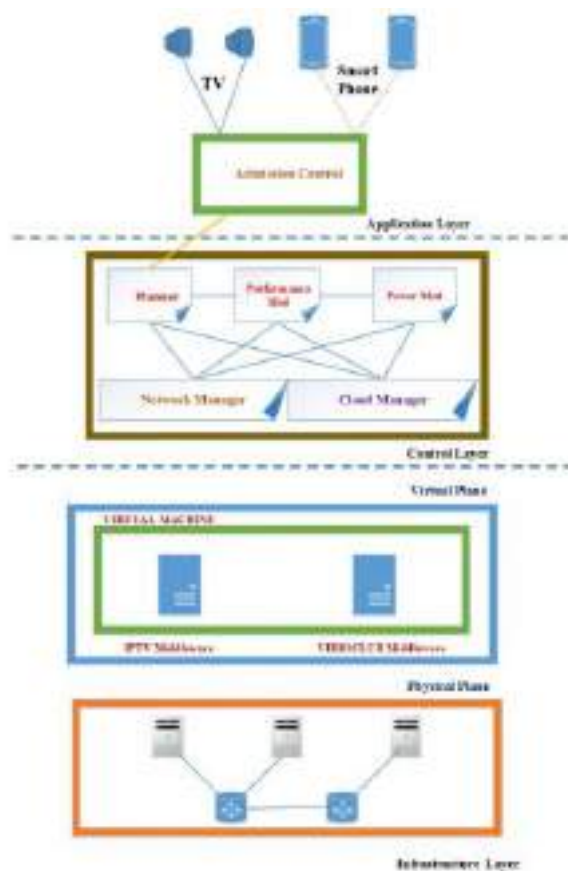


Рисунок 3 – SDN SMC архитектура [10]

Представленная архитектура разворачивается более безопасным, масштабируемым и экономически эффективным способом с использованием Napster -3Protocol, SOAP и применением протокола NGNIX для получения средств массовой информации и других данных (видео, аудио и т.д.).

Фактически, предлагается создать облачный ЦОД, основанный на SDN, идея которого заключается в том, чтобы построить настоящую сеть для предоставления услуг IPTV, VoD и других интерактивных опций, используя ПО Cloud Networking. Для реализации данного подхода создается физическое волоконное соединение между клиентом и облаком. Архитектура такого решения состоит из 4-х уровней: пользовательского, прикладного, контролирующего и уровня инфраструктуры. Автор утверждает, что данное решение принесет ряд выгод для IPTV-провайдера: повысит эффективность управления сетью, снизит затраты и сократит время на её конфигурацию.

Другая статья авторов P. Rattanawadee, N. Ruengsakulrach и C. Saivichit [11] предлагает применение SDN / OpenFlow в IPTV для многоадресного вещания. То есть рассматривает другой аспект программно-конфигурируемых сетей – их маршрутизацию. Наиболее распространенными алгоритмами нахождения оптимального пути до узла являются алгоритмы Дейкстры и Прима. Именно они и были рассмотрены в данной статье. Авторы опытным путём измерили время передачи и значение PSNR при доставке контента с сервера до конечного устройства, что обозначили отправной точкой дальнейшего исследования маршрутизации SDN в IPTV.

Сервис «QoE-Serv» [12] способен осуществлять контроль работы сети и её управление с новой стороны – стороны показателя QoE. По сути, авторы предлагают некий интерфейс, служащий буфером между OTT-провайдерами и поставщиками LTE-соединения и позволяющий контролировать со стороны оператора качество соединения. В данном продукте SDN участвует как вспомогательный элемент для мониторинга и измерения отдельных параметров, которые могут быть использованы для вычисления QoE. Подобное применение SDN в OTT является довольно оригинальным и необычным.

Ученые W. Zhang, W. Guo, C. Li и Y. Wen предложили в своей статье [13] новый широкополосный сервер удаленного доступа (BRAS) с архитектурой Software Defined Networking, чтобы помочь пользователю настроить полосу пропускания для конкретных услуг и улучшить качество (QoE) (см. рисунок 4).

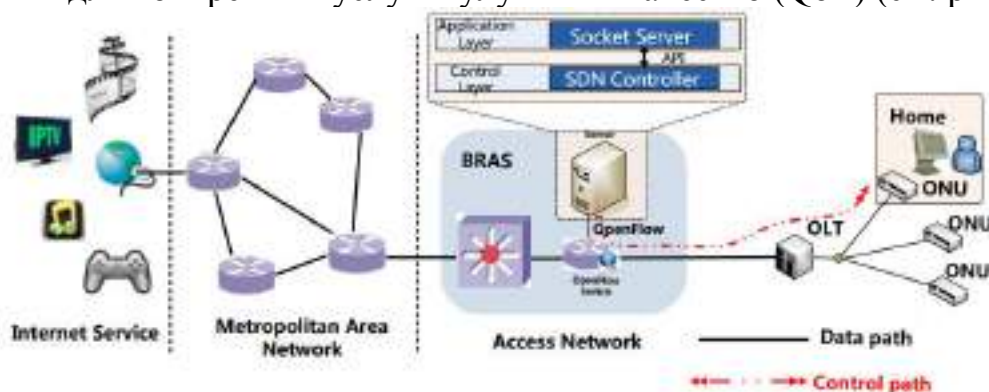


Рисунок 4 – Архитектура решения BRAS [13]

BRAS является точкой агрегации для абонентского трафика, причем обычный BRAS не в состоянии обеспечить нужную пропускную способность для каждого broadband-приложения. Предлагаемый модифицированный сервер способен регулировать полосу пропускания по запросу пользователя с целью повышения QoE. Архитектура BRAS содержит три части: интернет-сервисы, Metropolitan Area Network и Access Network (доступ к сети).

Первая часть предоставляет собой такие услуги, как IPTV, VoIP и высокоскоростной Интернет (HSI). Когда трафик, проходя через вторую зону, прибывает в часть управления доступом, BRAS превращает его в broadband-рассылку и доставляет до всех конечных устройств. Таким образом, третья часть соединяет пользователей и поставщиков услуг. Данная технология перенаправления и расширения полосы интегрируется в SDN-контроллер, пользователь получает к ней доступ посредством специального интерфейса.

Проблематика следующей статьи [14] заключается в дублировании видеопотоков VoD: при каждом запросе пользователя происходит создание нового независимого одностороннего потока, что приводит к циркуляции одного и того же видео в сети. Для решения данной проблемы предлагается кэширование уже воспроизведенного контента для дальнейшего использования другими пользователями, причем его последующая доставка должна осуществляться из ближайшей от пользователя точки. Именно для определения оптимального пути доставки и оптимального места кэширования данных в сети используется SDN. Благодаря этому «умному протоколу», как называют его авторы статьи, будет возможна оптимизация трафика и клиентоориентированность описываемого комплекса «OpenCache».

Универсальность технологии SDN не знает границ, что подтверждает статья «A Home Cloud-based Home Network Auto-Configuration using SDN» [15], описывающая новый метод для автоматического конфигурирования домашних сетей в домашних облачных средах. В ходе исследований авторы протестировали свой продукт на домашней сети, включающей в себя VoD-сервис и несколько Internet-услуг. Благодаря ПКС удалось распределить Интернет-ресурсы правильным образом, то есть, отдавая предпочтение более ресурсозатратному сервису (VoD) и урезая трафик для менее нуждающихся в нем услуг.

Исследование алгоритмов для SDN-сетей и внедрение их в работу уже существующих систем для IPTV является актуальным и выгодным для провайдеров. Решения, рассмотренные в приведенных статьях, послужат основой будущих исследований.

Работа выполнена при поддержке программы У.М.Н.И.К. Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (№92128-3875), РФФИ (проект №15-07-06071).

#### *Список литературы*

1. Деарт, В.Ю., *Исследование параметров качества обслуживания (QoS), определяющих качество восприятия пользователем (QoE) потокового видео*

- при передаче через Интернет / В.Ю. Деарт, И.С. Кожухов // Журнал «Т-СОММ: ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ТРАНСПОРТ», 2013 – №8. – С. 44-47.
2. Абаева, Б. К., Вопросы проектирования сетей IPTV / Б.К. Абаева // Журнал «Т-СОММ: ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ТРАНСПОРТ», 2010. – №7. – С. 104-106.
3. Quadir, A., Reliable IPTV Service Delivery Using PIM-SSM Routing / A. Quadir, M. T. Arefin, H. E. Sandström // JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH, 2009 - №1 (3). – pp. 495-507.
4. Бородинский, А.А., Средства и методы эффективной организации услуги IPTV / А. А. Бородинский // ПРИКАСПИЙСКИЙ ЖУРНАЛ: управление и высокие технологии, 2011. - №3(15). – С. 7-11.
5. Серов, А., Технологии IPTV – краткий обзор / А. Серов // Информационно-технический журнал MediaVision, сентябрь. – 2010. - №7. – С. 53-75.
6. Жернакова, О., Компоненты OTT-платформы / О. Жернакова // журнал «ТЕЛЕ-СПУТНИК», 2015 - № 8 (238).
7. Кондрашин, А.А., Перспективы развития технологий доставки видеоконтента на терминалы пользователей / А.А. Кондрашин, А.Н. Лямин, В.В. Слепцов // Журнал «Т-СОММ: ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ТРАНСПОРТ», 2013 – №3. – С. 10-15.
8. Лапонина, О. Р., Способы трансформации сетей к SDN- архитектуре / О. Р. Лапонина, В.А.Сухомлин // International Journal of Open Information Technologies, 2015 - № 4. – С. 8-16.
9. Tang, X., SDN-Based Broadband Network for Cloud Services / Xiongyan Tang, Pei Zhang, and Chang Cao // ZTE Communications, 2014 - №2. – pp. 18-22.
10. Hysenbelliu, E., A Cloud based architecture for IPTV as a Service / Esmeralda Hysenbelliu // Proceedings of the 2015 Balkan Conference on Informatics: Advances in ICT, 2015 – pp. 59-64
11. Rattanawadee, P., The Transmission Time Analysis of IPTV Multicast Service in SDN/OpenFlow Environments / Pornnipa Rattanawadee, Natchaphon Ruengsakulrach, Chaiyachet Saivichit // Журнал IEEE, 2015.
12. Liotou, E., An SDN QoE-Service for Dynamically Enhancing the Performance of OTT Applications / Eirini Liotou, Georgia Tseliou, Konstantinos Samdanis, Dimitris Tsolkas, Ferran Adelantado, Christos Verikoukis // Журнал IEEE, 2015.
13. Zhang , W., User-controlled QoE Adjustment based on Software Defined Networking / Wenyu Zhang, Wei Guo, Chengjun Li, Yuan Wen // Asia Communications and Photonics Conference, 2014.
14. Georgopoulos, P., Cache as a Service: Leveraging SDN to Efficiently and Transparently Support Video-on-Demand on the Last Mile / Panagiotis Georgopoulos, Matthew Broadbent, Bernhard Plattner, Nicholas Race // журнал IEEE, 2014.
15. Lee, M., A Home Cloud-based Home Network Auto-Configuration using SDN / Minseok Lee, Younggi Kim, Younghee Lee // Proceedings of 2015 IEEE 12th International Conference on Networking, 2015.