

**МОДЕЛЬ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА РЕСУРСОВ СЕРВЕРА  
ДЛЯ УСЛУГИ IPTV**

*Никитюк Л. А., Царёв Р. Ю.*

*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова,  
65029, Украина, г. Одесса, ул. Кузнецкая, 1.*

[c4r@mail.ru](mailto:c4r@mail.ru)

**МОДЕЛЬ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРУ РЕСУРСІВ СЕРВЕРА  
ДЛЯ ПОСЛУГИ IPTV**

*Нікітюк Л.А., Царьов Р. Ю.*

*Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова  
65029, Україна, м. Одеса, вул. Ковальська, 1.*

[c4r@mail.ru](mailto:c4r@mail.ru)

**CHOICE MODEL THE OPTIMAL SET OF SERVER RESOURCES  
FOR IPTV SERVICES**

*Nikityuk L.A., Tsaryov R. Y.*

*O.S. Popov Odessa national academy of telecommunications,  
1 Kovalska St., Odessa, 65029, Ukraine.*

[c4r@mail.ru](mailto:c4r@mail.ru)

**Аннотация.** В статье предложена нелинейная дискретная модель выбора оптимального набора ресурсов сервера для организации сервисной платформы предоставления услуги IPTV в режиме одноадресного вещания.

**Ключевые слова:** IPTV, сервер, время отклика сети, контент, задержка, производительность.

**Анотація.** У статті запропонована нелінійна дискретна модель вибору оптимального набору ресурсів сервера для організації сервісної платформи надання послуги IPTV у режимі одноадресного мовлення.

**Ключові слова:** IPTV, сервер, час відгуку мережі, контент, затримка, продуктивність.

**Abstract.** The article represents a non-linear discrete choice model the optimal set of server resources to organize a service platform to provide IPTV services in unicast mode.

**Key words:** IPTV, server, response time, content, delay, efficiency.

В последние годы, наблюдается стабильная тенденция к росту объема глобального IP-трафика, одновременно с ростом происходит изменение его структуры. Вначале 2000-х 90 % всего IP-трафика приходилось на протоколы доступа к web-ресурсам. С 2011 года весь объем IP-трафика практически поровну делится между тремя типами приложений: web-приложениями, р2р-сетями и видеосервисами, наиболее динамично растет доля трафика видеосервисов, которая к 2016 году составит не менее 50 % от общего объема [1]. Одним из наиболее динамически развивающихся и востребованных типов видео сервисов является услуга IPTV. Учитывая описанные тенденции, можно утверждать, что создание эффективных сервисных платформ предоставления качественной услуги IPTV является актуальной задачей.

В работах [2...6] рассмотрены вопросы функционирования сервисной платформы предоставления услуги IPTV. Требования к параметрам качества передачи видеотрафика (время задержки пакетов, джиттер задержки, процент потерянных пакетов) определены в Рекомендациях МСЭ-Т Y.1540 и Y.1541 [7, 8].

Анализ выше приведенных работ дает представление об уровне разработок в направлении улучшения качества предоставления услуг в сетях IP и, в частности, услуги IPTV. Предлагаемые методы в основном ориентированы на обеспечение качества предоставления услуги IPTV за счет использования дополнительных механизмов, таких как

кеширование контента, организация гибридной рассылки контента, оценки динамичности изображения. Однако, такому фактору, как оптимальный выбор компонентов основного элемента сервисной платформы услуги IPTV, таких как процессор, оперативная память, жесткие диски, обеспечивающих качество предоставления услуги с учетом уже имеющейся сетевой уделено недостаточно внимания. Развитию именно этого подхода посвящена данная работа.

**Целью данной статьи** является построение модели оптимального выбора компонентов сервера услуги IPTV, обеспечивающей требуемую величину времени отклика сети на запрос пользователя при минимизации затрат на комплектующие сервера.

**Организационные условия задачи.** Услуга IPTV предоставляется в режиме *unicast* - известном как сервис видео по запросу VoD [9]. Задана топология сети провайдера, представляющая собой иерархическую звезду, число конечных пунктов соответствует количеству абонентов и равно  $q$ . Сервер с видеоконтентом располагается в центральном узле  $S$  (рис. 1).

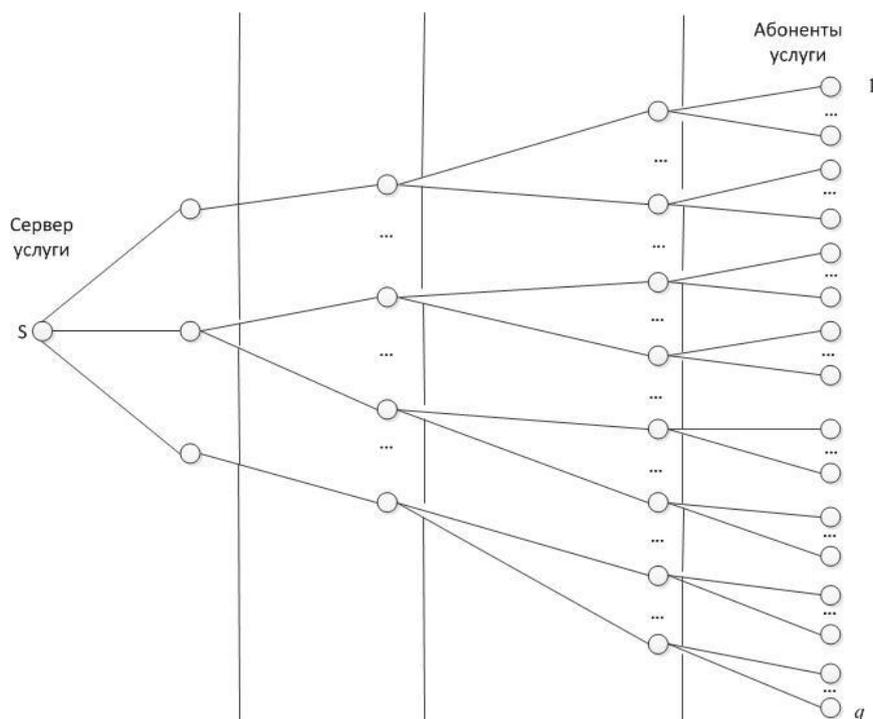


Рисунок 1 – Структура сети с сервером услуги IPTV

Заданы средняя интенсивность  $\bar{\gamma}$  поступающих на сервер запросов пользователей, средний объем  $\bar{L}_3$  запроса пользователя в байтах, и средний объем  $\bar{L}_K$  запрашиваемого пользователем контента в байтах.

В соответствии с рекомендациями Y.1540 и Y.1541 среднее время отклика сети на запросы пользователей  $\bar{T}$  должно удовлетворять условию:

$$\bar{T} \leq 1000 \text{ мс} . \quad (1)$$

Среднее время отклика  $\bar{T}$  на запросы пользователей для заданной сети может быть представлено следующим выражением:

$$\bar{T} = \bar{T}_3 + \bar{T}_{i \times} + \bar{T}_{i \Delta} + \bar{T}_E , \quad (2)$$

где  $\bar{T}_3$  – среднее время передачи запроса по сети;

$\bar{T}_{оч}$  – среднее время нахождения запроса в очереди на обслуживание сервером;

$\overline{T_{об}}$  – среднее время обслуживания сервером запроса;

$\overline{T_{к}}$  – среднее время доставки запрошенного контента.

Моделью исходной сети является взвешенный граф  $G(N, E)$ , где  $N$  – множество вершин, в соответствие которым поставлены пункты сети, а  $E$  – множество ребер, в соответствие которым поставлены линии связи. Весовыми характеристиками вершин являются времена задержки сообщений в узлах  $\{t_i\}, i \in N, i = \overline{1, n}$ . Весовыми характеристиками ребер являются скорость передачи  $\{v_{ij}\}$ , где  $(i, j) \in E, i, j \in N$ .

Сервер для предоставления услуги IPTV формируется из набора компонентов: процессора, оперативной памяти, жестких дисков, материнской платы, блока питания и корпуса. Введем следующие обозначения:

–  $X = \{CPU(i)\}, C^{CPU} = \{c^{CPU}(i)\}, i = \overline{1, x}$  – соответственно множество типов процессоров и множество, которое определяет стоимость этих процессоров;

–  $Y = \{RAM(i)\}, C^{RAM} = \{c^{RAM}(i)\}, i = \overline{1, y}$  – соответственно множество типов модулей оперативной памяти и множество, которое определяет стоимость этих модулей памяти;

–  $Z = \{HDD(i)\}, C^{HDD} = \{c^{HDD}(i)\}, i = \overline{1, z}$  – соответственно множество типов жестких дисков и множество, которое определяет стоимость этих жестких дисков;

–  $W = \{MB(i)\}, C^{MB} = \{c^{MB}(i)\}, i = \overline{1, w}$  – соответственно множество типов системных плат и множество, которое определяет стоимость этих системных плат;

–  $P = \{PWR(i)\}, C^{PWR} = \{c^{PWR}(i)\}, i = \overline{1, p}$  – соответственно множество типов корпусов с блоками питания и множество, которое определяет соответственно стоимость этих корпусов с блоками питания.

Выразим среднее время обработки запроса пользователя сервером, используя выражения (1) и (2) и компоненты описанной выше графовой модели.

$$\overline{T_{i \times}} + \overline{T_{i \Delta}} \leq 1000 - (\overline{T_{с}} + \overline{T_{\hat{e}}}), \quad (3)$$

В формуле (3) необходимо выразить  $\overline{T_{с}}$  и  $\overline{T_{к}}$  используя технические характеристики заданной сетевой инфраструктуры.

Пусть  $M$  множество путей передачи в сети  $M = M' \cup M'' = \{\mu_{is}\} \cup \{\mu_{si}\}$ , где  $\{\mu_{is}\}$  – множество путей передачи запроса от  $i$ -го пользователя к серверу  $s$ , а  $\{\mu_{si}\}$  – множество путей передачи контента от сервера  $s$  к  $i$ -му пользователю. Очевидно, что значения  $\overline{T_{с}}$  и  $\overline{T_{к}}$  зависят от скорости передачи запроса пользователя и запрашиваемого контента соответственно по пути  $\mu \in \hat{I}$  и от времени задержки  $t_i$  в коммуникационных узлах.

Среднее время передачи запроса пользователя определяется как:

$$\overline{T_{с}} = \frac{1}{q} \left[ \sum_i t_i + \left( \sum_i \sum_j \frac{1}{v_{ij}} \sum_k \overline{L_{Qk}} \right) \right] \quad (4)$$

$$i \in N(\mu_{is}), i, j \in N(\mu_{is}), k : i, j \in N(\mu_{ks}),$$

а среднее время доставки запрошенного контента соответственно:

$$\overline{T_{\hat{e}}} = \frac{1}{q} \left[ \sum_i t_i + \left( \sum_i \sum_j \frac{1}{v_{ij}} \sum_k \overline{L_{\hat{e}k}} \right) \right], \quad (5)$$

$$i \in N(\mu_{si}), i, j \in N(\mu_{si}), k : i, j \in N(\mu_{ki}).$$

Будем полагать, что поток поступления запросов пользователя на сервер описывается нормальным законом распределения [10], тогда среднее время нахождения запроса в очереди  $\overline{T_{оч}}$  и утилизация  $\rho$  сервера определяются как:

$$\overline{T_{i \times}} = \frac{\overline{\rho T_{i \Delta}}}{1 - \rho} \quad (6)$$

$$\rho = \overline{\gamma T_{i \Delta}}. \quad (7)$$

С учетом выражения (7) выражение (6) примет вид:

$$\overline{T_{i \times}} = \frac{\overline{\sigma_{i \Delta}^2} \cdot \overline{\gamma}}{1 - \overline{T_{i \Delta}} \cdot \overline{\gamma}}. \quad (8)$$

Требуемая производительность сервера  $RPS_{об}$  определяется как [11, 12]:

$$RPS_{об} = \overline{t_{RX}} \cdot q, \quad (9)$$

где  $\overline{t_{RX}}$  – число условных транзакций в секунду совершаемых одним пользователем, ( $\overline{t_{RX}} = 514$  на одну тысячу абонентов).

Известно, что производительность конкретного сервера  $RPS_{SER}$  зависит от технических характеристик его компонентов [12,13], т. е.:

$$RPS_{SER} = \frac{[RPS_{CPU} + (RPS_{MEM} / 10) + 10 \cdot RPS_{HDD}]}{10}, \quad (10)$$

где  $RPS_{CPU}$  – производительность процессора сервера,  $RPS_{MEM}$  – производительность оперативной памяти сервера,  $RPS_{HDD}$  – производительность системы хранения сервера.  $RPS_{CPU}$ ,  $RPS_{MEM}$  и  $RPS_{HDD}$  определяются в соответствии с выражениями:

$$RPS_{CPU} = \frac{p \cdot b \cdot F_q}{F_{task}} \cdot \frac{1}{t_a}; \quad (11)$$

$$RPS_{MEM} = \frac{MEM_{\Sigma}}{MEM_{task}} \cdot \frac{1}{t_a}; \quad (12)$$

$$RPS_{HDD} = t_{rHDD} \cdot V_{HDD}, \quad (13)$$

где  $p$  – число процессоров сервера;  $b$  – число ядер одного процессора;  $F_q$  – тактовая частота одного ядра процессора, ГГц;  $F_{task}$  – объем тактовой частоты процессора выделяемой для выполнения одной задачи, ГГц;  $MEM_{\Sigma}$  – суммарный объем оперативной памяти сервера, Гбайт;  $MEM_{task}$  – объем оперативной памяти выделяемой для выполнения одной задачи;  $t_a$  – время выполнения задачи,  $t_{rHDD}$  – скорость считывания информации, Мбит/с;  $V_{HDD}$  – объем системы хранения, Гбайт.

Стоимость конфигурируемого сервера  $C^{SER}$  можно выразить как:

$$\tilde{N}^{SER} = l_{CPU} \cdot \sum_i CPU_i \cdot C_i^{CPU} \cdot \beta_i + l_{RAM} \cdot \sum_i RAM_i \cdot C_i^{RAM} \cdot \beta_i + \quad (14)$$

$$i = \overline{1, x} \qquad i = \overline{1, y}$$



3. Сундучков К. С. К вопросу создания алгоритма автоматизированного мониторинга и управления в сетях IPTV [Текст] / К. С. Сундучков, М. А. Вильчинский // Вісник ДУІКТ. – 2012. – Т.10. – № 2. – С. 23-27
4. Гергес М.С. Улучшение качества передачи IPTV-услуги видео по запросу через широкополосную сеть доступа / М.С. Гергес // Проблемы информатики. – 2011. – № 3. – С. 79-88.
5. Гольдштейн Б.С. Об одном подходе к организации IPTV-услуги «Видео по запросу» с применением гибридного механизма / Б.С. Гольдштейн, М.С. Гергес // Техника связи. – 2011. – № 1. – С. 16-21.
6. Бородинский А. А. Методы достижения синергетического эффекта услуги IPTV / Бородинский А. А. // Вестник АГТУ. – Сер. «Управление, вычислительная техника и информатика». – 2011. – № 2. – С. 114-119.
7. МСЭ-T Recommendation Y.1540. IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters // December, 2002.
8. МСЭ-T Recommendation Y.1541. Network Performance Objectives for IP-Based Services // May, 2002.
9. Воробієнко П. П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: підручник для вузів / Воробієнко П. П., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І. – К.: Самміт-книга, 2010.
10. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. – СПб.: Питер, 1999. – 704 с.
11. Кисилев А. Е. Оценка ресурсов сервера промышленной базы данных билинговой системы / А. Е. Кисилев // Вестник связи. – 2011. – № 6. – С 47.
12. Cary Millsap, Jeff Holt Optimizing Oracle Performance O'Reilly Media, 2003. – 464 p.
13. Расчет производительности сервера [Электронный ресурс] / 1stDedic. – Режим доступа: <http://firstdedic.ru/productivity>

REFERENCES:

1. Obzor razvitija mirovogo rynka telekommunikacij / The Cisco corp. – Available: [http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/ip-ngn-ip-next-generation-network/white\\_paper\\_c11-481360.html](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/ip-ngn-ip-next-generation-network/white_paper_c11-481360.html).
2. Makolkina, M. A. Metody ocenki kachestva peredachi video v setjah svjazi: uchebnoe posobie / Makolkina M. A. – SPb. : SPBGUT, 2012.
3. Sunduchkov K. S. On the question of creation of algorithm of automatic monitoring and management in IPTV / K. S. Sunduchkov, M. A Vilchynskiy // Visnyk DUKT. – 2012. – Т.10, – № 2. – S. 23-27.
4. Gerges M.S. Uluchshenie kachestva peredachi IPTV-uslugi video po zaprosu cherez shiroko-polosnuju set' dostupa / M.S. Gerges // Problemy informatiki. – 2011. – №3. – S. 79-88.
5. Gol'dshtejn B.S. Ob odnom podhode k organizacii IPTV-uslugi «Video po zaprosu» s primeneniem gibridnogo mehanizma / B.S. Gol'dshtejn, M.S. Gerges// Tehnika Svjazi. – 2011. – № 1. – S. 16-21.
6. Borodinskij A. A. Metody dostizhenija sinergeticheskogo jeffekta uslugi IPTV / A. A. Borodinskij // Vestnik AGTU. – Ser. «Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i informatika» – 2011. – № 2. – S. 114-119.
7. ITU-T Recommendation Y.1540. IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters // December, 2002.
8. ITU-T Recommendation Y.1541. Network Performance Objectives for IP-Based Services // May, 2002.
9. Vorobijenko P. P. Telekomunikacijni ta informacijni merezhi: Pidruchnyk dlja Vuziv / Vorobijenko P. P., Nikitjuk L. A., Reznicheno P. I. – K.: Sammit-knyga, 2010.
10. Kul'gin M. Tehnologii korporativnyh setej. – SPb.: Piter, 1999. 704 p.
11. Kisilev A. E. Ocenka resursov servera promyshlennoj bazy dannyh bilingovoj sistemy / A. E. Kisilev // Vestnik svjazi – 2011 . – № 6. – S 47.
12. Cary Millsap, Jeff Holt Optimizing Oracle Performance O'Reilly Media, 2003. – 464 p.
13. Raschet proizvoditel'nosti server/ 1stDedic. – Available: <http://firstdedic.ru/productivity>.