

ции программного кода на основе блок-схем и UML. Описаны принципы работы системы, обозначены пути и сферы развития. Предлагаемая система может быть использована как в целях обучения, так и в профессиональной программной инженерии.

**Список литературы:** 1. Дробушевич, Л. Ф. Способы визуализации алгоритмов и программ [Текст] / Л. Ф. Дробушевич, В. В. Колах // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии. Республика Беларусь, БГУ, Минск, 31 окт. – 3 нояб. 2011г.: в 2 ч. Ч. 1 – Минск: БГУ, 2011. – С. 345–351. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/9836> (22.06.2015) – Загл. с экрана. 2. Гайнуллин, Р. Ф. Разработка методов и средств анализа и контроля диаграммики бизнес-процессов в проектировании автоматизированных систем: дис. кандидата технических наук : 05.13.12 [Текст] / Гайнуллин Ринат Фаязович. – Ульяновск, 2014. – С. 56–57. 3. Канжелев, С. Автоматическая генерация кода программ с явным выделением состояний [Текст] / С. Канжелев, А. Шальто // Paths to Competitive Advantage: Software Engineering Conference. M., 2006. – С. 60–63. 4. Аль-Аудат, М. С. Моделирование бизнес-процессов, CASE – технологии [Текст] / М. С. Аль-Аудат // Праці Одеського політехнічного університету: 36. наук. праць. – Одеса, 2003. – Вип. 1 (19). – С. 306–309. 5. Бузовский, О. В. Система автоматической генерации кодов по графическим схемам алгоритмов [Текст] / О. В. Бузовский, А. В. Алещенко, А. А. Подрубайло // Вестник НТУУ "КПИ". Информатика, управление и вычислительная техника. – 2009. – № 51. – С. 204–211. 6. Холтыгина, Н. А. Обзор реализации механизма циклической разработки диаграмм классов и программного кода в современных UML-средствах [Текст] / Н. А. Холтыгина, Д. В. Кознов // Системное программирование. Вып. 5: Сб. статей / Под ред. А. Н. Терехова, Д.Ю.Булычева. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010 С. 76–94. 7. Александров, А. Е. Инструментальные средства разработки и сопровождения программного обеспечения на основе генерации кода [Текст] / А. Е. Александров, В. П. Шильманов // Бизнес-информатика. – 2012. – №4. – С. 10–17. 8. Новиков, Ф. А. Визуальное конструирование программ [Текст] /

Ф. А. Новиков // Информационно-управляющие системы. – 2005. – № 6. – С. 9-22. 9. С. Прохоренко PureBuilder. Проект: Среда визуальной разработки без исходного кода, основанная на диалекте языка Oberon [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/purebuilder/> (22.06.2015) – Загл. с экрана. 10. Дмитриев, С. Языково-ориентированное программирование: следующая парадигма [Текст] / С. Дмитриев // RSDN Magazine – Санкт-Петербург. – 2005. – №5.

**Bibliography (transliterated):** 1. Drobushевич, L. F., Konakh, V. V. (2011). Methods of algorithms and programs imaging. International Congress on Informatics: information systems and technologies. The Republic of Belarus. The Belarusian State University. Minsk, 1, 345–351. 2. Gainullin, R. F. (2014). Development of methods and tools for analyzing and monitoring of business processes diagrammatic in the automated systems design: Dis. candidate of technical sciences: 05.13.12. Ulyanovsk, 56–57. 3. Kanzhelev, S., Shalyto, A. (2006). Automatic program code generation using state. Paths to Competitive Advantage: Software Engineering Conference. Moscow, 60–63. 4. Al Audat, M. S. (2003). Business process modeling, CASE technology. Labor Odessa Polytechnic University: Coll. science papers. Odessa, 1, 306–309. 5. Buzovskyy, A. V., Aleshchenko, A. V., Podrubaylo, A. A. (2009). System of automatic code generation by algorithm graphic schemes. Vestnik NTUU "KPI". Informatika, upravlenie i vychislitel'naja tehnika, 51, 204–211. 6. Holtygina, N. A., Koznov, D. V. (2010). Review of implementation of the mechanism of cyclical development of class diagrams and code in the current UML-tools. Sistemnoe programmirovaniye. Saint Petersburg: 5: Sb. Publishing house SPbGU, 76–94. 7. Aleksandrov, A. E., Shilmanov, V. P. (2012). Development tools and support software-based code generation. Biznes-informatika, 4, 10–17. 8. Novikov, F. A. (2005). Visual design of programs. Informatsionno-upravljajuschie sistemy, 6, 9-22. 9. Prokhorenko, S. PureBuilder. Project: Environment of visual development without source code, based on the dialect of the language Oberon. 10. Dmitriev, S. (2005). Linguistic-Oriented Programming: The Next Paradigm. Saint Petersburg: RSDN Magazine, 5.

Поступила (received) 26.05.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Бузовский Олег Владимирович** – доктор технических наук, профессор, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», профессор кафедры вычислительной техники.

**Бузовський Олег Володимирович** – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», професор кафедри обчислювальної техніки.

**Buzovsky Oleg** – Doctor of Technical Sciences, Professor, National Technical University Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Professor of Computer Engineering.

**Алещенко Алексей Вадимович** – аспирант, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», кафедра вычислительной техники; e-mail: [alexey.aleshchenko@gmail.com](mailto:alexey.aleshchenko@gmail.com).

**Алещенко Олексій Вадимович** – аспірант, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра обчислювальної техніки; e-mail: [alexey.aleshchenko@gmail.com](mailto:alexey.aleshchenko@gmail.com).

**Aleshchenko Olexsii** – graduate, National Technical University Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Department of Computer Engineering; e-mail: [alexey.aleshchenko@gmail.com](mailto:alexey.aleshchenko@gmail.com).

УДК 004.773.5

**А. В. ГАБИНЕТ**

### СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕДАЧИ ПОТОКОВОГО ВИДЕО В ОДНОРАНГОВЫХ СЕТЯХ

Предложен способ моделирования передачи потокового видео в одноранговых сетях. Предложено использовать топологию сети на основании анализа количества пользователей, которые пользуются услугами доставки потокового видео в зависимости от стран. Описана схема расположения виртуальных машин на одном сервере с помощью виртуализации, а также взаимодействие между ними. Учитываются характеристики сети для эмуляции задержек, потерь пакетов и джиттера.

**Ключевые слова:** одноранговая сеть, потовое видео, моделирование сети, глобальная сеть, задержка, потери пакетов, джиттер

**Введение.** Процедура научного исследования требует оценки результатов и методов исследования. Тестирования также должны иметь возможность воспроизводиться и проверяться другими учеными. Для этого используются три основных способа: аналитическое решение, моделирование, и живой эксперимент [1].

Аналитические решения ссылаются на математическую модель системы, но они хорошо работают только на простых моделях. Симуляторы могут быть использованы для решения неисправности в матема

© А. В. Габинет., 2015

тических моделях, но у них есть также свои недостатки. Предпочтительный метод, если такой возможен, заключается в выполнении экспериментов с помощью реальной системы.

Тем не менее, в одноранговых сетях (peer-to-peer, P2P), тестирование на реальной системе может оказаться достаточно трудной задачей. Даже в довольно простой P2P сети, которая состоит из нескольких сотен узлов, возникают проблемы с масштабированием и нехваткой ресурсов. Для избегания такого рода проблем, протокол P2P может быть реализован на основе реального мирового тестового стенда, глобальной исследовательской сети PlanetLab [2]. Такая испытательная модель состоит из более чем 1000 компьютеров, расположенных в различных местах по всему миру. Такая установка позволяет получить реальные данные с точки зрения задержки сети, потерь пакетов и джиттера. Недостатком является то, что исследователь должен зависеть от устройств, на которых будет проводиться эксперимент. Они должны быть постоянно доступными и необходим опыт соответственной настройки узлов для проведения экспериментов. Это само по себе является сложной задачей, т. к. устройства принадлежат различным административным доменам, каждый со своей технической поддержкой и периодически аппаратным или программным обновлением. Поэтому, отслеживание проблем в P2P системах с большим количеством узлов является трудной задачей [3].

Таким образом, появляется четвертый способ для анализа и оценки исследования — эмуляция сети. Этот способ является промежуточным решением между моделированием и реальными экспериментами. Эмуляция имеет много преимуществ перед моделированием: код, который используется для проведения экспериментов может быть использован для внедрения в разрабатываемый продукт. Эмулятор может легко использоваться для оценки всей системы, а не только отдельных компонентов; в результате экспериментальная установка может быть

использована для оценки проблем производительности и безопасности, а также служит в качестве интеграционного стенда. С помощью такого подхода модифицирующие эксперименты легче воспроизводить, измерить, оценить нежелательное поведение, чем делать то же с помощью экспериментов на основе моделирования. На самом деле, в зависимости от абстрактно выбранных данных, моделирование может не учитывать реальных поведений сети. Это тем более применимо для оценки безопасности, так как симуляторы устраняют некоторые детали реализации, и тем самым источники уязвимостей [4].

**Выбор топологии для моделирования одноранговой сети.** Около 90 процентов от мирового числа пользователей пользуются услугами доставки потокового видео [5]. На рис. 1 отображена статистика доли интернет-пользователей, которые смотрят онлайн-видео в зависимости от страны.

Количество интернет-пользователей в каждой из стран [6], которые смотрят видео онлайн представлены в таблице 1. Страны Европы можно объединить в одну группу, так как они находятся близко друг другу и можно пренебречь расстоянием между ними. В результате в табл. 2 было получено распределение пользователей, которые смотрят видео онлайн.

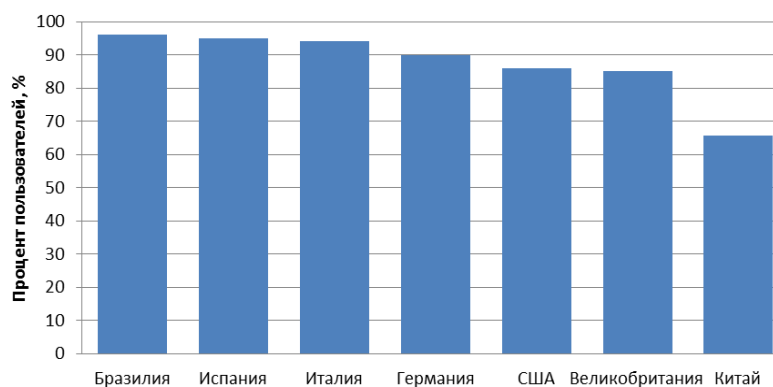


Рис. 1 – Процент интернет пользователей в стране, которые смотрят видео онлайн

Значения задержек, джиттера и потерь пакетов между странами [7] представлены в табл. 3–5 соответственно (данные за 01.07.2014г.)

Таблица 1 – Количество интернет-пользователей, которые смотрят видео онлайн

№	Страна	Кол-во интернет пользователей	Процент пользователей, которые смотрят онлайн видео	Кол-во пользователей, которые смотрят онлайн видео
1	Бразилия	107,822,831	96%	103,509,918
2	Испания	35,010,273	95%	33,259,759
3	Италия	36,593,969	94%	34,398,331
4	Германия	71,727,551	90%	64,554,796
5	США	279,834,232	86%	240,657,440
6	Великобритания	57,075,826	85%	48,514,452
7	Китай	617,580,000	65,8%	407,602,800

Таблица 2 – Распределение пользователей, которые смотрят видео онлайн

№	Страна	Просмотр видео онлайн
1	Китай	44%
2	США	26%
3	Страны Европы	19%
4	Бразилия	11%

Таблица 3 – Значение задержек между странами

№	Страна/страна	Китай	США	Страны Европы	Бразилия
1	Китай	-	-	-	-
2	США	185,8	-	-	-
3	Страны Европы	200,4	150,2	-	-
4	Бразилия	372,6	200,8	258,8	-

Таблица 4 – Значение джиттера между странами

№	Страна/страна	Китай	США	Страны Европы	Бразилия
1	Китай	-	-	-	-
2	США	3,59	-	-	-
3	Страны Европы	2,15	0,57	-	-
4	Бразилия	2,98	1,75	0,32	-

Таблица 5 – Значение потерь пакетов между странами

№	Страна/страна	Китай	США	Страны Европы	Бразилия
1	Китай	-	-	-	-
2	США	0,12	-	-	-
3	Страны Европы	0,02	0,08	-	-
4	Бразилия	0,19	0,06	0,04	-

**Описание модели для проведения экспериментов.** Наиболее распространёнными инструментами для эмуляции глобальной сети являются NetEm [8] и Dumynet [9]. Проанализировав работу [10] был сделан вывод о том, что NetEm обеспечивает лучшую точность для внесения в сеть задержек, джиттера, потерь пакетов и требует меньше мощности процессора.

Логическая топология модели состоит из четырех сетей, каждая представляет собой страну, и эмулятора глобальной сети, который размещается в центре топологии (рис. 2.) и вносит в сеть задержки, джиттер и потери пакетов. В каждой сети размещаются узлы в зависимости от распределения по странам (табл. 2).

Физическая структура модели состоит из двух серверов. Первый сервер будет использоваться как хост система с множеством виртуальных серверов, сетевые интерфейсы которых будут принадлежать отдельным виртуальным сетям. Объединение виртуальных сетей будет осуществляться на втором сервере, который будет использоваться как WAN эмулятор. IP адресация и размещение узлов представлено на рисунке 3. Для оценки точности предложенного эмулятора, был проведен эксперимент. Сервер трансляции находился в сети 192.168.4.0/24 (страны Европы), к которому подключались участники из разных сетей. Количество участников задано по распределению из таблицы 2. Для объективной оценки качества видео использовалось пиковое отношение сигнала к шуму (PSNR). Видеоряд со значением PSNR между 30 и 40 дБ, как правило, является приемлемым [11]. Для сравнения полученных результатов были взяты данные из экспериментов проведенных в PlanetLab [12]. График зависимости качества воспроизведения видео от страны показан на рис. 4.

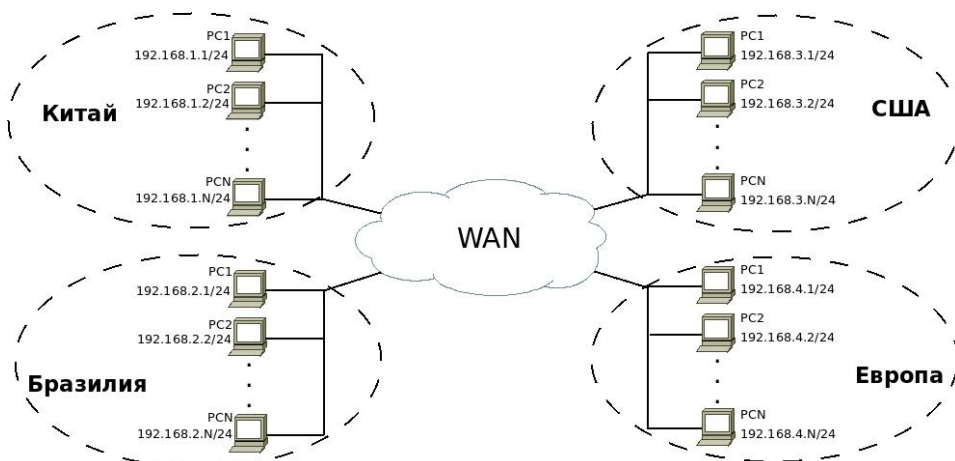


Рис. 2 – Логическая топология сети

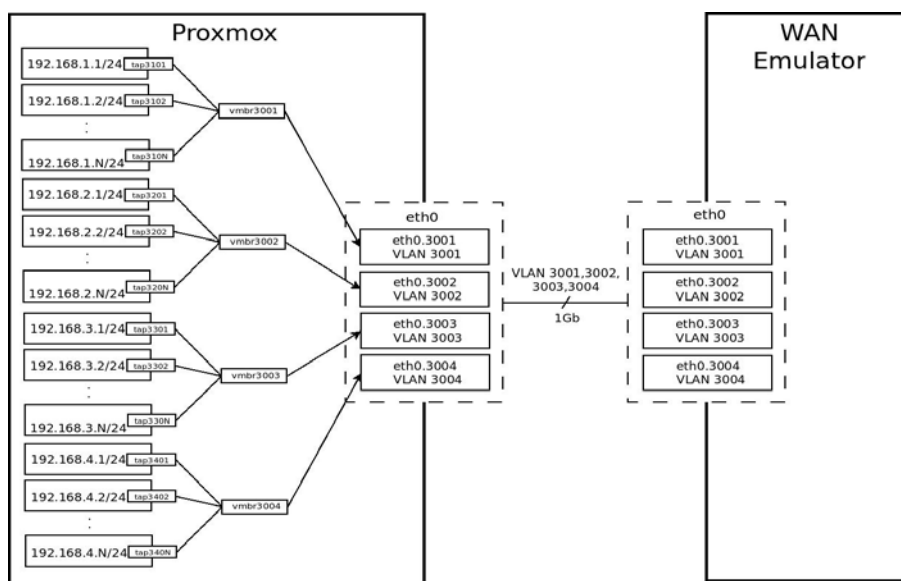


Рис. 3 – Физическая топология сети

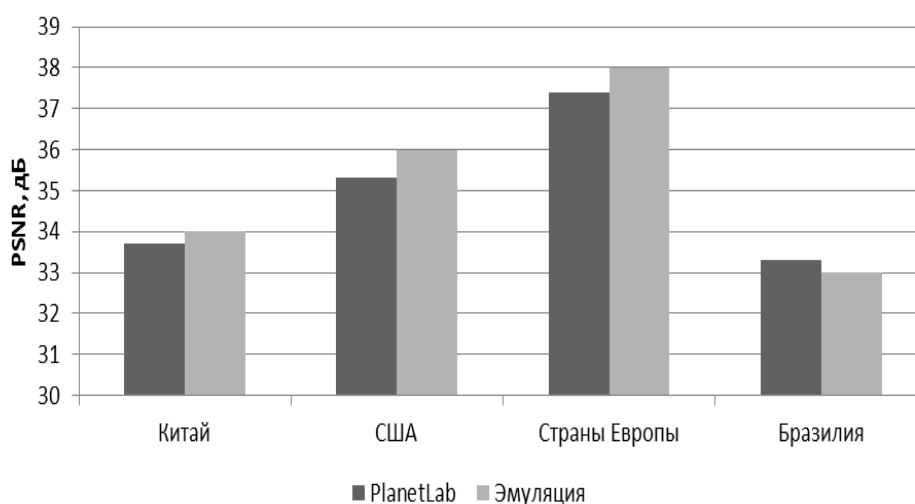


Рис. 4 – Сравнение результатов

**Выводы.** В работе предложен способ моделирования передачи потокового видео в одноранговых сетях. Создана топология для проведения экспериментов основываясь на статистике количества пользователей, которые пользуются услугами доставки потокового видео в зависимости от стран. Предложенная модель учитывает такие сетевые характеристики как задержки и потеря пакетов, джиттер, что позволило эмулировать глобальную компьютерную сеть. Небольшая погрешность результатов, дает возможность в дальнейшем проводить исследования с помощью предложенной модели.

**Список литературы:** 1. Law, A. Simulation modeling and analysis [Text] / A. Law, W. Kelton // McGraw-Hill Higher Education. – 1999. 2. PlanetLab [Электронный ресурс] // - Режим доступа: <https://www.planet-lab.org>. 3. Basu, A. The state of peer-to-peer network simulators [Text] / A. Basu, S. Fleming, J. Stanier // ACM Computing Surveys. – 2013. 4. Evans, N. Beyond Simulation: Large-Scale Distributed Emulation of P2P Protocols [Text] / N. Evans, C. Grothoff // Conference on Cyber Security Experimentation and Test, CSET. – 2011. 5. The statistics portal [Электронный ресурс] // - Режим доступа: <http://www.statista.com/statistics/272835/share-of-internet-users-who-watch-online-videos>. 6. Internet Users by Country [Электронный ресурс] // - Режим доступа: <http://www.internetlivestats.com/internet-users-by-country>. 7. Pinger summery table [Электронный ресурс] // - Режим доступа: [http://www.wanmon.slac.stanford.edu/cgi-wrap/table.pl?from=Country&to=Country&file=average\\_rtt&date=2014-07](http://www.wanmon.slac.stanford.edu/cgi-wrap/table.pl?from=Country&to=Country&file=average_rtt&date=2014-07). 8. NetEm Software [Электронный ресурс] // - Режим доступа: <http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/networking/netem>. 9. Rizzo, L. Dummynet: a simple approach to the evaluation of network protocols [Text] / L. Rizzo // ACM Computer Communication Re-

view. – 1997. 10. Becke, M. Link Emulation on the Data Link Layer in a Linux-based Future Internet Testbed Environment [Text] / M. Becke, T. Dreibholz, P. Rathgeb // Proceedings of the The Tenth International Conference on Networks. – 2011. 11. Wang, Y. Video Processing and Communications [Text] / Y. Wang, J. Ostermann, Y. Zhang // Prentice Hill. – 2002. 12. Baccichet, P. Content-aware p2p video streaming with low latency [Text] / P. Baccichet, J. Noh, E. Setton, B. Girod // IEEE ICME. – 2007.

**Bibliography (transliterated):** 1. Law, A., Kelton, W. (1999). Simulation modeling and analysis. McGraw-Hill Higher Education. 2. Planet-Lab [Электронный ресурс] // - Режим доступа: <https://www.planet-lab.org>. 3. Basu, A., Fleming, S., Stanier, J., Wakeman, I., Gurbani, V. (2013). The state of peer-to-peer network simulators, ACM Computing Surveys. 4. Evans, N., Grothoff, C. (2011). Beyond Simulation: Large-Scale Distributed Emulation of P2P Protocols, Conference on Cyber Security Experimentation and Test, CSET. 5. The statistics portal [Электронный ресурс] // - Режим доступа: <http://www.statista.com/statistics/272835/share-of-internet-users-who-watch-online-videos>. 6. Internet Users by Country [Электронный ресурс] // - Режим доступа: <http://www.internetlivestats.com/internet-users-by-country>. 7. Pinger summery table [Электронный ресурс] // - Режим доступа: [http://www.wanmon.slac.stanford.edu/cgi-wrap/table.pl?from=Country&to=Country&file=average\\_rtt&date=2014-07](http://www.wanmon.slac.stanford.edu/cgi-wrap/table.pl?from=Country&to=Country&file=average_rtt&date=2014-07). 8. NetEm Software [Электронный ресурс] // -Режим доступа: <http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/networking/netem>. 9. Rizzo, L. (1997). Dummynet: a simple approach to the evaluation of network protocols. ACM Computer Communication Review, 27(1). 10. Becke, M., Dreibholz, T., Rathgeb, P. (2011). Link Emulation on the Data Link Layer in a Linux-based Future Internet Testbed Environment. 11. Wang, Y. Ostermann, J., Zhang, Y.-Q. (2002). "Video Processing and Communications," Prentice Hill. 12. Baccichet, P., Noh, J., Setton, E., Girod, B. (2007). Content-aware p2p video streaming with low latency, IEEE ICME.

Поступила (received) 27.05.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Габінет Артем Вікторович** – аспірант, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», асистент кафедри обчислювальної техніки; тел.: 068-901-11-41; e-mail: [artemgabinet@gmail.com](mailto:artemgabinet@gmail.com).

**Габінет Артем Вікторович** – аспірант, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», ассистент кафедры вычислительной техники; тел.: 068-901-11-41; e-mail: [artemgabinet@gmail.com](mailto:artemgabinet@gmail.com).

**Gabinet Artem Viktorovych** – graduate, National Technical University Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", assistant of the computer engineering department; tel.: 068-901-11-41, e-mail: [artemgabinet@gmail.com](mailto:artemgabinet@gmail.com).