

С. Г. Семенов¹, Н. Г. Кучук¹, Н. В. Лукова-Чуйко²

¹ Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПРОПУСКНИХ ЗДАТНОСТЕЙ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ГІПЕРКОНВЕРГЕНТНОЇ МЕРЕЖІ

Анотація. При вирішенні завдань обміну інформацією в гіперконвергентній мережі виникає завдання визначення оптимальних пропускних здатностей каналів. **Предметом дослідження** є структура системи фізичних каналів зв'язку гіперконвергентної мережі. **Мета дослідження** – розроблення методу визначення оптимальних пропускних здатностей каналів зв'язку гіперконвергентної мережі, котрий орієнтований на врахування особливостей функціонування гіперконвергентної мережі та конкретні особливості її експлуатації. **Результати.** Отримано аналітичні вирази для визначення оптимальних пропускних здатностей каналів гіперконвергентної мережі за допомогою методу невизначених множників Лагранжа при обмеженнях на вартість оренди каналів і мінімізації її середньої затримки, або при обмеженні середньої затримки у мережі із визначенням мінімальної вартості каналів. **Висновок.** Запропонований метод дозволяє обрати оптимальну структуру мережі зв'язку гіперконвергентної мережі, орієнтовуючись або на підвищення продуктивності системи, або на зниження вартості послуги оренди каналів.

Ключові слова: канал зв'язку; гіперконвергентна мережа; пропускна здатність; інформаційний потік.

Вступ

Аналіз проблеми та наукових публікацій. На сьогодні при виборі мережевої платформи все частіше віддається перевага конвергентним і гіперконвергентним платформам [1, 2], які припускають об'єднання пам'яті, обчислювальних і мережевих ресурсів у пул, заздалегідь сконфігурованих для роботи в дата-центрі [3]. Гіперконвергентна платформа має централізоване управління різними ресурсами мережі, яке здійснюється за допомогою загальної консолі адміністрування [4, 5]. Централізоване управління потребує більш складних процедур управління ресурсами системи. Виникає питання визначення оптимальних пропускних здатностей каналів зв'язку гіперконвергентної мережі [6].

На сьогодні розроблені і широко використовуються досить багато методів визначення оптимального оптимальних пропускних здатностей каналів зв'язку: точні методи, запропоновані в роботах [7–10]; наближені, що дозволяють отримувати локальні оптимальні рішення [11, 12]; чисельні і евристичні методи, що враховують специфіку базової мережі [13, 14]. Перераховані методи для оптимізації обсягу ресурсів при управлінні не в повній мірі враховують дискретний характер мережевих ресурсів і можливості системи фізичних каналів зв'язку. Також низка припущень при оптимізації пропускних здатностей мереж передачі даних, спрощують інтерпретацію результатів, але доволі часто не відповідає реальним умовам функціонування мережі [15–18]. Особливо це помітно при аналізі гіперконвергентних систем [2]. Отже, необхідно розробити метод методу визначення оптимальних пропускних здатностей каналів зв'язку гіперконвергентної мережі.

Постановка завдання. Метою статті є розроблення методу визначення оптимальних пропускних здатностей каналів зв'язку гіперконвергентної мережі, котрий орієнтований на врахування особливостей функціонування гіперконвергентної мережі та конкретні особливості її експлуатації.

Результати досліджень

Оптимізація структури мереж зв'язку при обраної топології зводиться до вибору пропускних здатностей каналів зв'язку й розподілу потоків по них [11]. Вхідними даними для вирішення цього завдання є матриця вимог, а також залежність між пропускними здатностями каналів зв'язку та їх вартістю. Рішення задачі визначення оптимальних пропускних здатностей каналів зв'язку є можливим при таких умовах:

1) виконанні обмежень на вартість оренди каналів мережі ($C \leq C_{зад}$) і мінімізації середньої затримки ($T_{сер} \rightarrow \min$);

2) виконанні обмежень на середню затримку у мережі ($T_{сер} \leq T_{сер,зад}$) і мінімізації вартості оренди каналів мережі ($C \rightarrow \min$).

При такій постановці завдання змінними є пропускні здатності каналів зв'язку V_i , та потоки λ_i . Необхідно знайти такі значення пропускних здатностей каналів зв'язку та потоків, розподілених по них, при яких виконуються вищевказані умови 1 та 2.

Збільшення пропускної здатності каналів зв'язку зменшує середню затримку в мережі, але збільшує вартість оренди каналів, що є основною особливістю задачі оптимізації. Для кожного каналу зв'язку гіперконвергентної мережі є залежність між його вартістю C_i та пропускною здатністю V_i . Вартість каналу також залежить від його довжини. При аналітичних дослідженнях залежність вартості лінії зв'язку від її пропускної здатності зазвичай висловлюють якимось неперервними функціями [11] і в найпростішому випадку ця залежність може бути задана лінійною функцією вигляду:

$$C_i = k \cdot V_i. \quad (1)$$

Припустимо, що для кожного каналу зв'язку відомий потік λ_i . Потоки пакетів в різних напрямках каналів зв'язку можуть різнитися між собою. Однак на практиці пропускні здатності для цих каналів вибираються рівними. Визначимо середню затримку

на мережі T , представивши гіперконвергентну мережу як СМО типу М/М/1. Введемо спрощення до цієї моделі: всі черги пакетів будемо пов'язувати із входом до кожного каналу; з кожним i -м каналом будемо з про поставляти середню затримку на цьому каналі T_i (очікування обслуговування та час обслуговування); на вхід i -ої черги надходить пуассонівський потік пакетів з інтенсивністю λ_i ; час обслуговування розподілений за експоненціальним законом із середнім часом обслуговування $\mu^{-1} \cdot C$. Це дозволяє зв'язати затримку всією мережею (T_{set}) із затримками в окремих каналах T_i , використавши формулу Літтла. Нехай γ – загальний трафік в мережі, тобто кількість пакетів в секунду, що надходять в мережу ззовні, або залишають її. Тоді, якщо T – середня затримка пакета, то $\gamma \cdot T$ є середньою кількістю пакетів, що знаходяться в мережі. З іншого боку, кількість пакетів в кожній черзі з тих же міркувань є $\lambda_i \cdot T_i$, а кількість пакетів по всіх n каналах:

$$\gamma \Phi = \sum_{i=1}^n \lambda_i \Phi_i \quad (2)$$

Але час обслуговування є пропорційним довжині пакета, тобто можна ввести параметр L , що характеризує середню довжину пакета. Тоді середня затримка пакета в мережі визначається середніми затримками на каналах:

$$T_i = 1/(\mu_i - \lambda_i), \quad (3)$$

де $\mu_i = V_i / \ell$, а ℓ – довжина пакету.

Підставляючи (3) в (2), отримуємо середню затримку у всій мережі як функцію змінних пропускних здатностей каналів зв'язку:

$$\begin{aligned} T_i &= 1/(V_i/\ell - \lambda_i); \quad \rho_i = \ell \cdot \lambda_i; \\ T &= \sum_{i=1}^n (\lambda_i / \gamma) (1/(V_i/\ell - \lambda_i)) = \\ &= \frac{1}{-\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{\ell \cdot \lambda_i}{V_i - \ell \cdot \lambda_i} = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^n \rho_i / (V_i - \rho_i). \end{aligned} \quad (4)$$

Мінімізуємо вираз (4). Для заданого потоку в каналі необхідна певна мінімальна пропускна здатність $\lambda_i L$. Якщо канали зв'язку будуть мати пропускну здатність $\lambda_i L = \rho_i$ черги на передачу нескінченно зростуть, що є станом насичення мережі. Це бачимо на рис. 1, де $T = \infty$. Тому необхідно вибрати пропускну здатність каналу трохи більшою мінімальної пропускної здатності. Виникає питання, наскільки пропускна здатність каналу повинна перевершувати мінімальну величину. Пошук екстремуму функції (4) не може бути проведений знаходженням часткових похідних за V_i , тому що на ці змінні накладено обмеження і є функціональна залежність (1).

Загальна вартість оренди каналів гіперконвергентної мережі може бути визначена зі співвідношення (K – коефіцієнт врахування вартості каналів):

$$C = K \sum_{i=1}^n V_i \quad (5)$$

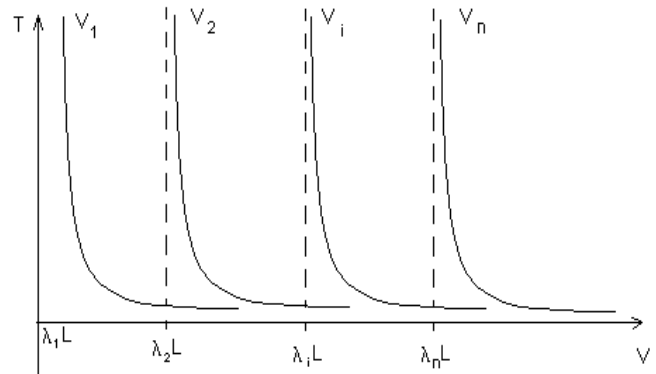


Рис. 1. Залежність середньої затримки від пропускних здатностей

Вирішимо задачу визначення мінімальної затримки на мережі при обмеженні на її вартість:

$$\begin{cases} T = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{(V_i - \rho_i)} \rightarrow \min; \\ C = K \sum_{i=1}^n V_i \leq C_{зад}. \end{cases} \quad (6)$$

Пошук мінімальної середньої затримки T і оптимальних значень пропускних здатностей V_i , при заданих обмеженнях на вартість оренди каналів, здійснимо за допомогою методу невизначених множників Лагранжа. Оскільки в (6) обмеження на змінні V_i одне, введемо єдиний невизначений множник Лагранжа L . Функціонал оптимізації представимо у такому вигляді

$$\Phi = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{V_i - \rho_i} + L \cdot K \cdot \sum_{i=1}^n V_i \quad (7)$$

Покладемо значення вартості C граничною, тобто

$$C = C_{зад}. \quad (8)$$

Прирівнюємо до нуля всі часткові похідні, тобто

$$\frac{\partial \Phi}{\partial V_i} = 0 \quad (9)$$

Тоді

$$\frac{1}{\gamma} \frac{\rho_j}{(V_j - \rho_j)^2} - L \cdot K = 0, \quad j = \overline{1, n}. \quad (10)$$

З (10) знаходимо значення пропускних здатностей каналів зв'язку:

$$V_i = \rho_i + \sqrt{\frac{\rho_i}{PK\gamma}} \quad (11)$$

Для знаходження множника Лагранжа L підставимо (11) у (6), тоді

$$K \cdot \sum_{i=1}^n \left(\rho_i + \sqrt{\frac{\rho_i}{PK\gamma}} \right) = C_{зад}, \quad (12)$$

отже,

$$L = \frac{K}{\gamma} \left(\sum_{i=1}^n \sqrt{\rho_i} / \left(C_{зad} - K \sum_{i=1}^n \rho_i \right) \right)^2. \quad (13)$$

Підставляючи (13) до (11), отримуємо оптимальні значення пропускних здатностей каналів зв'язку, що дають мінімум виразу (4):

$$V_j = \rho_j + \sqrt{\rho_j} \cdot \left(C_{зad} - K \sum_{i=1}^n \rho_i \right) / \left(K \sum_{i=1}^n \sqrt{\rho_i} \right); \quad (14)$$

$i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}.$

Позначивши,

$$d_1 = \left(C_{зad} - K \sum_{i=1}^n \rho_i \right) / \left(K \sum_{i=1}^n \sqrt{\rho_i} \right) \quad (15)$$

одержимо.

$$V_j = \rho_j + d_1 \sqrt{\rho_j}. \quad (16)$$

Знайдемо мінімальне значення середнього часу затримки у гіперконвергентній мережі при заданому обмеженні на її вартість:

$$T_{\min} = \frac{1}{d_1 \cdot \gamma} \sum_{i=1}^n \sqrt{\rho_i}. \quad (17)$$

Тепер визначимо мінімальну вартість мережі при фіксованій середній затримці, поклавши:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{(V_i - \rho_i)} \leq T_{зad}; \quad (18)$$

$$C = K \sum_{i=1}^n V_i \rightarrow \min. \quad (19)$$

Складемо функціонал оптимізації:

$$\Phi = K \sum_{i=1}^n V_i + \frac{L}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{V_i + \rho_i}. \quad (20)$$

Прирівнюючи часткові похідні нулю, тобто

$$\frac{\partial \Phi}{\partial V_i} = 0,$$

отримуємо n рівнянь вигляду

$$K - \frac{L}{\gamma} \frac{\rho_j}{(V_j - \rho_j)^2} = 0, \quad (21)$$

звідки

$$\frac{\rho_j^2}{(V_j - \rho_j)^2} = \rho_j \frac{K\gamma}{L} \quad (22)$$

або

$$\frac{\rho_j}{V_j - \rho_j} = \sqrt{\frac{\rho_j \cdot K \cdot \gamma}{L}}. \quad (23)$$

Підставляючи праву частину (23) у (18), отримуємо:

$$\sqrt{\frac{K}{L \cdot \gamma}} \sum_{i=1}^n \sqrt{\rho_i} = T_{зad}. \quad (24)$$

Знайдемо значення невизначеного множника Лагранжа:

$$L = \frac{K}{\gamma} \cdot \sum_{i=1}^n \sqrt{\rho_i} / T_{зad}^2. \quad (25)$$

Підставляючи (16) у (23) визначимо оптимальні значення пропускних здатностей ліній зв'язку V_i , що мінімізують вартість оренди каналів мережі:

$$V_j = \rho_j + \frac{1}{\gamma T_{зad}} \sqrt{\rho_j} \sum_{i=1}^n \rho_i. \quad (26)$$

Мінімальну вартість оренди каналів мережі отримуємо з такого виразу:

$$C_{\min} = K \sum_{i=1}^n \left(\rho_i + \frac{1}{\gamma T_{зad}} \sqrt{\rho_i} \sum_{i=1}^n \sqrt{\rho_i} \right). \quad (27)$$

Позначивши

$$d_2 = \frac{1}{\gamma T_{зad}} \sum_{i=1}^n \rho_i, \quad (28)$$

отримуємо

$$V_j = \rho_j + d_2 \sqrt{\rho_j}. \quad (29)$$

Таким чином, при заданому обмеженні на середню затримку у гіперконвергентній мережі визначені оптимальні пропускні спроможності каналів зв'язку та мінімальна вартість оренди каналів.

В обох випадках оптимальні значення пропускних спроможностей перевищують мінімально допустимі значення $\rho = \lambda_i \cdot \ell$, котрі насичують мережу, на деяку величину ΔV_i .

У першому випадку ця величина дорівнює

$$\Delta V_i^1 = d_1 \sqrt{\rho_i}, \quad (30)$$

а у другому випадку

$$\Delta V_i^2 = d_2 \sqrt{\rho_i}. \quad (31)$$

Згідно рівнянням (30) і (31), додаткова пропускна здатність каналів зв'язку пропорційна квадратному кореню з величини потоків в даному каналі.

Висновок

Отримано аналітичні вирази для визначення оптимальних пропускних здатностей каналів гіперконвергентної мережі за допомогою методу невизначених множників Лагранжа при обмеженнях на вартість оренди каналів і мінімізації її середньої затримки, або при обмеженні середньої затримки у мережі із визначенням мінімальної вартості каналів. Запропонований метод дозволяє обрати оптимальну структуру мережі зв'язку гіперконвергентної мережі.

Напрямок подальших досліджень – реалізація запропонованого методу зі зняттям обмежень на пропускну здатність окремих каналів у гіперконвергентному середовищі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Merlac V. Resources Distribution Method of University e-learning on the Hyperconvergent platform / V. Merlac, S. Smatkov, N. Kuchuk // DESSERT'2018. May 24-27, 2018. – P. 136-140. – URL: <http://dx.doi.org/10.1109/DESSERT.2018.8409114>
2. Шматков С. І. Модель інформаційної структури гіперконвергентної системи підтримки електронних обчислювальних ресурсів університетської e-learning / С. І. Шматков, Н. Г. Кучук, В. В. Донець // Системи управління, навігації та зв'язку : науковий журнал. – Полтава : ПНТУ, 2018. – Вип. 2 (48). – С. 97-100.
3. Donets V., Kuchuk N., Shmatkov S. Development of software of e-learning information system synthesis modeling process. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 2. С. 117–121. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.20>.
4. Зиков І. С., Кучук Н. Г., Шматков С. І. Синтез архітектури комп'ютерної системи управління транзакціями e-learning. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 3. С. 60–66. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.3.10>.
5. Kuchuk N. Method for calculating of R-learning traffic peakedness / N. Kuchuk; O. Mozhaiev, M. Mozhaiev; H. Kuchuk // 2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2017. – 2017. – P. 359 – 362. URL : <http://dx.doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2017.8246416>.
6. Кучук Г.А. Управління трафіком мультисервісної розподіленої телекомунікаційної мережі / Г.А. Кучук // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НіУ, 2007. – Вип. 2. – С. 18-27.
7. Кучук Г. А., Можаяв О. О., Воробйов О. В. Метод агрегування фрактального трафіка. *Радіоелектронні та комп'ютерні системи*. 2006. № 6 (18). С. 181–188.
8. Коваленко А. А. Подходы к синтезу технической структуры компьютерной системы, образующей систему управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2014. – № 1(38). – С. 116-119.
9. Кучук Г. А. Минимизация загрузки каналов святы вычислительной сети / Г.А. Кучук // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 1998. – Вип. 1(5). – С. 149-154..
10. Коваленко А. А. Оптимальное управление трафиком мультисервисной сети на основе методов последовательного улучшения решений / А.А. Коваленко, Г.А. Кучук // Системи озброєння і військова техніка. – 2016. – № 3(47). – С. 59-63.
11. Amin Salih M., Potrus M.Y. A Method for Compensation of TCP Throughput Degrading During Movement Of Mobile Node. *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*. 2015. Vol. 27, No 6. P. 59–68.
12. Коваленко А. А. Подходы к синтезу информационной структуры системы управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Системи обробки інформації. – 2014. – № 1(117). – С. 180-184.
13. Kuchuk G., Nechausov S., Kharchenko, V. Two-stage optimization of resource allocation for hybrid cloud data store. *International Conference on Information and Digital Technologies*. 2015. P. 266-271.
14. Ruban, I. Redistribution of base stations load in mobile communication networks / I. Ruban, H. Kuchuk, A. Kovalenko // Innovative technologies and scientific solutions for industries. – 2017. – No 1 (1) – P. 75-81.
15. Кучук Г. А. Метод параметрического управления передачей данных для модификации транспортных протоколов беспроводных сетей / Г.А. Кучук, А.С. Мохаммад, А.А. Коваленко // Системи обробки інформації. – 2011. – № 8(98). – С. 211-218.
16. Кучук Г.А. Метод мінімізації середньої затримки пакетів у віртуальних з'єднаннях мережі підтримки хмарного сервісу / Г.А. Кучук, А.А. Коваленко, Н.В. Лукова-Чуйко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава . ПНТУ, 2017. – Вип. 2(42). – С. 117-120.
17. Коваленко А. А., Кучук Г. А. Методи синтезу інформаційної та технічної структур системи управління об'єктом критичного застосування. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 1. С. 22–27. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.1.04>
18. Свиридов А. С., Коваленко А. А., Кучук Г. А. Метод перерозподілу пропускної здатності критичної ділянки мережі на основі удосконалення ON/OFF-моделі трафіку. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 2. С. 139–144. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.24>

REFERENCES

1. Merlac, V., Smatkov, S., Kuchuk, N. and Nechausov A. (2018), "Resources Distribution Method of University e-learning on the Hyperconvergent platform", *Conf. Proc. of 2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Service and Technologies. DESSERT'2018*, Ukraine, Kyiv, May 24-27, pp. 136-140, – DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/DESSERT.2018.8409114>
2. Shmatkov S.I., Kuchuk, N.G. and Donets V.V. (2018), "Model of information structure of the hyperconvergent system of support of electronic computing resources of university e-learning", *Control systems, navigation and communication*, PNTU, Poltava, No. 2 (48), pp. 97-100.
3. Donets, V., Kuchuk, N. and Shmatkov, S. (2018), "Development of software of e-learning information system synthesis modeling process", *Advanced Information Systems*, Vol. 2, No 2, pp. 117–121, DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.20>.
4. Zikov, I.S., Kuchuk, N.H. and Shmatkov S.I. (2018), "Synthesis of architecture of the computer transaction management system e-learning", *Advanced Information Systems*, Vol. 2, No. 3, pp. 60-66, DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.3.10>.
5. Kuchuk, N., Mozhaiev, O., Mozhaiev, M. and Kuchuk, H. (2017), "Method for calculating of R-learning traffic peakedness", *4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2017*, pp. 359–362. URL : <http://dx.doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2017.8246416>.
6. Kuchuk, G.A. (2007), " Traffic management of multiservice distributed telecommunication network", *Systems of control, navigation and communication*, No. 2, pp. 18–27.
7. Kuchuk G.A., Mozhaev, O.O. and Vorobyov O.V. (2006), "The method of aggregation of fractal traffic", *Radio electronic and computer system*, No. 6 (18), pp. 181-188.
8. Kovalenko, A. A. (2014), "Approaches to the synthesis of the technical structure of a computer system forming the control system of an object of critical application", *Collection of scientific works of KhNU of Air Forces*, No. 1 (38), pp. 116-119.
9. Kuchuk, G. A. (1998), "Minimize the load on the network holiness channels", *Inf. Proc. Systems*, No. 1 (5), pp. 149-154.
10. Kovalenko, A.A. and Kuchuk, G.A. (2016), "Optimal traffic control of a multiservice network based on the methods of sequential improvement of solutions", *Systems of armament and military equipment*, No. 3 (47), pp. 59-63.

11. Amin Salih M. and Potrus M.Y. (2015), "A Method for Compensation of Tcp Throughput Degrading During Movement Of Mobile Node", *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*, Vol. 27, No 6, pp. 59–68.
12. Kovalenko, A.A. (2014), "Approaches to the synthesis of the information structure of the system for managing an object of critical application", *Information Processing Systems*, No. 1 (117), pp. 180-184.
13. Kuchuk, G., Nechausov, S. and Kharchenko, V. (2015), "Two-stage optimization of resource allocation for hybrid cloud data store", *International Conference on Information and Digital Technologies*, Zilina, pp. 266-271.
14. Ruban, I., Kuchuk, H. and Kovalenko A. (2017), "Redistribution of base stations load in mobile communication networks", *Innovative technologies and scientific solutions for industries*, No 1 (1), P. 75–81.
15. Kuchuk G.A., Mohammad A.S. and Kovalenko, A.A. (2011), "The parametric data transmission control method for modifying the transport protocols of wireless networks", *Information Processing Systems*, No. 8 (98), pp. 211-218.
16. Kuchuk, G.A., Kovalenko, A.A. and Lukova-Chujiko, N.V. (2017), "A method for minimizing the average latency of packets in the virtual connections of the cloud service support network", *Control, navigation and communication systems*, PNTU, Poltava, No. 2 (42),- pp. 117–120.
17. Kovalenko, A. and Kuchuk H. (2018), "Methods for synthesis of informational and technical structures of critical application object's control system", *Advanced Information Systems*, 2018, Vol. 2, No. 1, pp. 22–27, DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.1.04>
18. Sviridov, A., Kovalenko, A. and Kuchuk, H. (2018), "The pass-through capacity redevelopment method of net critical section based on improvement ON/OFF models of traffic", *Advanced Information Systems*, Vol. 2, No. 2, pp. 139–144, DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.24>

Received (Надійшла) 10.10.2019

Accepted for publication (Прийнята до друку) 20.11.2019

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

Семенов Сергій Геннадійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри обчислювальної техніки та програмування, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна;
Serhii Semenov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Computer Science and Programming Department, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine;
 e-mail: s.semenov@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4472-9234>

Кучук Ніна Георгіївна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки та програмування, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна;
Nina Kuchuk – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Computer Science and Programming Department, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine;
 e-mail: nina_kuchuk@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0784-1465>

Лукова-Чуйко Наталія Вікторівна – доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри кібербезпеки та захисту інформації, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна;
Nataliia Lukova-Chuiko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Cyber Security and Information Protection Department, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine;
 e-mail: lukova@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3224-4061>

Метод определения оптимальной пропускной способности канала связи гиперконвергентной сети

С. Г. Семенов, Н. Г. Кучук, Н. В. Лукова-Чуйко

Аннотация. При решении задач обмена информацией в гиперконвергентной сети возникает задача определения оптимальных пропускных способностей каналов. **Предметом исследования** является структура системы физических каналов связи гиперконвергентной сети. **Цель исследования** - разработка метода определения оптимальных пропускных способностей каналов связи гиперконвергентной сети, который ориентирован на учет особенностей функционирования гиперконвергентной сети и конкретные особенности ее эксплуатации. **Результаты.** Получены аналитические выражения для определения оптимальных пропускных способностей каналов гиперконвергентной сети с помощью метода неопределенных множителей Лагранжа при ограничениях на стоимость аренды каналов и минимизации ее средней задержки, или при ограничении средней задержки в сети с определением минимальной стоимости каналов. **Вывод.** Предложенный метод позволяет выбрать оптимальную структуру сети связи гиперконвергентной сети, ориентируясь либо на повышение производительности системы, либо на снижение стоимости услуги аренды каналов.

Ключевые слова: канал связи; гиперконвергентная сеть; пропускная способность; информационный поток.

Method of determining optimal batch capacities of hyperconverged network

S. Semenov, N. Kuchuk, N. Lukova-Chuiko

Abstract. When solving the problems of information exchange in a hyperconverged network, the problem arises of determining the optimal channel throughputs. **The subject of this study** is the structure of the system of physical communication channels of a hyperconverged network. **The purpose of this study** is to develop a method for determining the optimal bandwidth of communication channels of a hyper-converged network. It is focused on taking into account the features of the functioning of the hyperconverged network and the specific features of its operation. **Results.** Analytical expressions are obtained for determining the optimal bandwidth of the channels of a hyperconverged network. This was obtained using the method of uncertain Lagrange multipliers with restrictions on the cost of renting channels and minimizing its average delay. Or, when limiting the average delay in the network with determining the minimum cost of channels. **Conclusions.** The proposed method allows you to choose the optimal structure of the communication network of the hyperconverged network. It focuses on improving system performance, or reducing the cost of channel rental services.

Keywords: communication channel; hyperconverged network; bandwidth; information flow.