

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ В РОЗПОДІЛЕНОМУ ДАТА ЦЕНТРИ

**Прокопець В.А., Глоба Л.С.**

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*E-mail: vprokopets95@gmail.com*

### **Experimental research of energy-efficient data processing in distributed data-center**

In this study, the effectiveness of the method of dynamic allocation of resources in the virtualized network of mobile operator of Ukraine with increasing energy efficiency of data processing has been analyzed.

Сучасні телекомунікаційні системи складаються з великої кількості вузькоспеціалізованого фірмового обладнання, яке, як правило, може виконувати невеликий обсяг конкретних операцій.

1. Кожен постачальник мережевого обладнання спеціалізується на деяких функціях, обмежених визначеною ділянкою мережевої топології (наприклад, виступає виробником обладнання для мережі доступу, або ядра мережі). Зазвичай, більшість вендорів не має задовільних технічних рішень для інших частин мережевої топології.

2. Практично будь-яке вузькоспеціалізоване обладнання, задля якомога кращого виконання своїх функцій має складну і специфічну структуру, яка не достатньо уніфікована з іншим обладнанням навіть того ж самого виробника.

Ці фактори спричиняють необхідність підтримки гетерогенних мультивендорних мереж операторами зв'язку, які експлуатують подібні мережі.

Підхід використання хмарних обчислень в бізнесі є наслідком переходу від продукто-орієнтованого виробництва до сервіс-орієнтованого надання послуг. Головна ідея – оренда послуг замість купівлі обладнання.

З цього випливає основний принцип хмарних обчислень - користувач платить лише за ті ресурси, які йому потрібні і отримує їх за запитом у короткий термін. У зв'язку з цим, постає проблема динамічного визначення необхідної кількості орендованих ресурсів у постачальників хмарних сервісів для зменшення вартості обчислень за рахунок відсутності надлишкових ресурсів, що не використовуються із забезпеченням необхідних показників QoS. У зв'язку з цим потрібно визначитись, наскільки часто переглядати обсяг виділених ресурсів та змінювати його для недопущення порушення вимог до якості обслуговування та надлишкового використання ресурсів.

Для вирішення даної проблеми у дослідженні запропоновано метод динамічного розподілу ресурсів для визначення оптимального обсягу ресурсів для віртуалізованих вузлів мережі мобільного зв'язку. Метод дозволяє з'ясувати обсяги потрібних ресурсів для забезпечення високого рівня обслуговування користувачів, уникнути надлишковості ресурсів та, як наслідок, їх простою. Крім того метод дозволяє з'ясувати моменти часу, що є оптимальними для перерахунку обсягів ресурсів.

У даному дослідженні ефективність методу перевіряється шляхом його застосування у віртуалізованому ядрі мобільної мережі України.

### Опис запропонованого підходу

Експериментальне дослідження проводиться засобами імітаційного моделювання середовища Matlab за таким планом:

#### Підготовчі кроки:

Крок 1. Визначення розподілу трафіку в мережі

Крок 2. Побудова топології мережі

Крок 3. Моделювання добової кривої навантаження

Крок 4. Визначення реального навантаження на мережах LTE кожного міста

Крок 5. Визначення навантаження на елементах мережі

Основні кроки:

Крок 6. Обчислення контрольних інтервалів для проведення зміни кількості орендованих ресурсів в дата-центрі

Крок 7. Визначення енергетичної кривої для ЦОД

Крок 8. Оцінка енергоспоживання для усієї мережі з використанням підходу PCPB

Крок 9. Загальна оцінка кількості споживаних ресурсів

В моделі для спрощення топології допущено, що мережа LTE розгорнута в 5 найбільших містах в різних частинах України.

#### **Результаті імітаційного моделювання.**

Згідно описаного підходу основною задачею підготовчого етапу є визначення величини та розподілу навантаження по мережевим елементам. Після цього обчислюються контрольні інтервали для зміни кількості орендованих ресурсів та відповідно кількість ресурсів. Останнім етапом оцінюється ефективність роботи методу.

Таблиця 1. Оцінка енергоспоживання із використанням запропонованого алгоритму.

Сумарне енергоспоживання в мережі, МВт	Максимально можливе енергоспоживання, МВт	% від максимального
1,3306	1,633	81,5%

Таблиця 2. Результат динамічного розподілу ресурсів у ядрі EPC мобільної мережі

City	Resource pool	Average amount of free resources per day	Average % of free resources per day
Kyiv	33	13,34	40,41%
Kharkiv	30	11,52	38,40%
Dnipro	24	10,05	41,89%
Lviv	14	6,35	46,43%
Odesa	20	9,29	45,39%
<b>In total</b>	<b>120</b>	<b>50,55</b>	<b>41,78%</b>

На рис.1 зображено результат роботи методу динамічного розподілу ресурсів у віртуалізованому ядрі мобільної мережі для міста Києва у графічному вигляді. Червона лінія ілюструє випадок статичного розподілу ресурсів. Зелена крива показує трафік протягом дня. Синя крива показує обсяг ресурсів, розподілених відповідно до запропонованого методу динамічно.

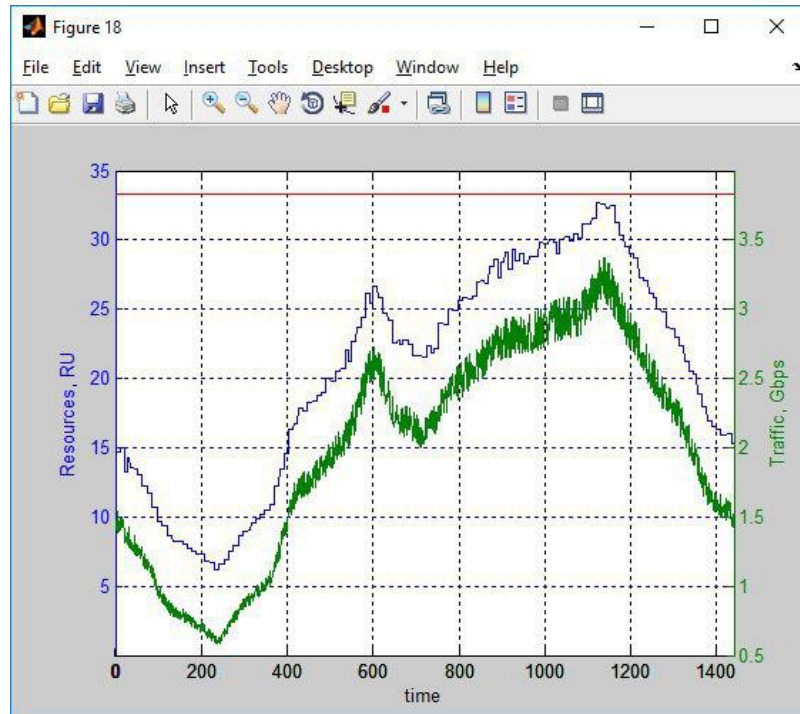


Рис.1. Результат роботи методу динамічного розподілу ресурсів у віртуалізованому ядрі мобільної мережі для міста Києва

Результати дослідження показали, що комбінація запропонованих підходів дозволяє досягти економії обчислювальних ресурсів на 41,78% завдяки застосуванню методу динамічного розподілу ресурсів та підвищити енергоефективність обчислень на 35,78% завдяки застосуванню підходу РСРВ.

### Література

1. Abid H. A novel scheme for node failure recovery in virtualized networks / H. Abid; N. Samaan // 2013 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM 2013). – Ghent, Belgium, 2013. – P. 1154-1160.
2. Skulysh M. Model for Efficient Allocation of Network Functions in Hybrid Environment / M. Skulysh, L. Globa, S. Sulima // Information and Telecommunication Sciences. 2016. № 1. P. 39–45.
3. Alexander Schill, Larysa Globa, Oleksandr Stepurin, Nataliia Gvozdetska, Volodymyr Prokopets “Power Consumption and Performance Balance (PCPB) scheduling algorithm for computer cluster”, // UkrMiCo’2017, 11-15 September 2017, Odesa, Ukraine, pp. 1-8.