



Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра ЕОМ

## Модель розподілу завдань по віртуальним серверам

Атестаційна робота  
Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Студент:

Башилов В.С., гр. СПзм-18-2

Керівник:

Мартовицький В.О., ст. викл. каф. ЕОМ, к.т.н.

### Мета і завдання роботи

- **Мета:** розробка моделі розподілу завдань по віртуальним серверам хмарного обчислювального середовища центру обробки даних (ЦОД).
- **Завдання:**
  - обрати абстракції для опису ресурсних запитів і фізичних ресурсів центрів обробки даних;
  - розробити математичну модель центру обробки даних, що дозволить описувати широкий клас їх архітектур;
  - сформулювати математичну постановку задачі розподілу ресурсів, яка допускає міграцію віртуальних машин і реплікацію елементів зберігання даних;
  - розробити підхід розподілу навантаження в хмарному обчислювальному середовищі, який ґрунтується на аналізі рівномірності використання ресурсів.

## Дворівнева система керування хмарним ЦОД



3

## Призначення ресурсів ЦОД

- Основні проблемні питання, які мають бути розв'язані:
  1. Яким чином розподілити ресурси, з огляду на велику кількість фізичних і віртуальних серверів?
  2. Як знайти оптимальне рішення, з огляду на кілька суперечливих цілей?
  3. Коли потрібно здійснювати розміщення або переміщення віртуальних серверів?
- Рішення – триетапна процедура розміщення ресурсів віртуальних серверів.

4

## Первинне (початкове) розміщення

Вирішується завдання закріплення хмарних серверів по фізичним серверам в незавантаженому ЦОД.

Критерії:

- енергоспоживання  $f_{\text{power}}(u_{\text{CPU}}) = \begin{cases} p_0 + (p_1 - p_0)u_{\text{CPU}}, & u_{\text{CPU}} > 0; \\ 0, & u_{\text{CPU}} = 0, \end{cases}$
- невикористані ресурси  $f_{\text{resource}}(u_{\text{CPU}}, u_{\text{RAM}}) = 1 - u_{\text{CPU}} \cdot u_{\text{RAM}}$
- тепловиділення  $f_1(T) = 1 - \frac{1}{1 + e^{(T - T_0)}}$
- порушення SLA-угод  $f_{\text{SLA}}(u_{\text{CPU}}) = 1 - \frac{1}{1 + e^{u_{\text{CPU}} - 0.9}}$

5

## Динамічне розміщення

Необхідна корекція розміщення в процесі функціонування віртуального середовища у зв'язку зі змінами навантажень, кількості ресурсів VM і запитів на додавання чи видалення VM.

Функції (основні) глобального менеджера:

- відслідковувати умови, при яких необхідно вжити заходів щодо міграції VM і вмикання/вимикання фізичних серверів;
- вибирати віртуальні машини для міграції;
- вибирати вузли призначення.

6

## Статичне розміщення

Етап необхідний кожного разу, коли система виходить за межі зміни параметрів, розрахованих на першому етапі.

Запропоновано підхід з використанням комбінації методів послідовних поступок і обмежень.

Для цього системним адміністратором задається вектор переваг приватних критеріїв, на підставі якого визначається розмір компромісної поступки за менш важливими критеріями, що дозволяє знайти Парето-оптимальне компромісне рішення, яке дає мінімальні відносні відхилення критеріїв від своїх оптимальних значень

7

## Платформа OpenStack

Алгоритми:

- **First Fit** – «призначення запиту на перший відповідний фізичний ресурс»;
- **Random Fit** – «вибір випадковим чином фізичного ресурсу з безлічі відповідних ресурсів».
- Ці алгоритми прийнятні за якістю одержуваних відображень запитів на фізичні ресурси ЦОД при їх завантаженні до 50%; в іншому випадку якість відображень, одержуваних цими алгоритмами, значно погіршується.

8

## Формалізація задачі розподілу ресурсів (1/3)

**Фізичні ресурси:**  $H = (P \cup M \cup K, L)$

де  $P$  – множина обчислювальних вузлів,  $M$  – множина сховищ даних,  $K$  – множина комутаційних елементів мережі обміну ЦОД,  $L$  – множина фізичних каналів передачі даних.

На множині  $P$  визначені функції  $vh(p)$  і  $qh(p)$ , що задають продуктивність обчислювального вузла (операцій за секунду) і наявний обсяг всієї пам'яті обчислювального вузла (байт).

На множині  $M$  визначені функції  $uh(m)$  і  $type(m)$ , що задають обсяг всієї пам'яті сховища даних (байт) і його тип.

На множині  $K$  визначена функція  $th(k)$ , що задає пропускну здатність комутаційного елемента (байт/с), а на множині  $L$  – функція  $rh(l)$ , що задає номінальну пропускну здатність каналу передачі даних (байт/с).

Функції  $vh(p)$ ,  $qh(p)$ ,  $uh(m)$ ,  $type(m)$ ,  $th(k)$ ,  $rh(l)$  формують розмітку графа  $H$ .

9

## Формалізація задачі розподілу ресурсів (2/3)

**Ресурсний запит:**  $G = (W \cup S, E)$

де  $W$  – множина віртуальних машин, використовуваних застосунками,  $S$  – множина storage-елементів,  $E$  – множина віртуальних каналів передачі даних між віртуальними машинами і storage-елементами запиту.

На множині  $W$  визначені функції  $v(w)$  і  $q(w)$ , що задають необхідну застосункам продуктивність віртуальних машин (операцій за секунду) і обсяг пам'яті.

На множині  $S$  визначені функції  $u(s)$  і  $type(s)$ , що задають необхідний обсяг пам'яті (байт) і тип storage-елемента.

На множині  $E$  визначена функція  $r(e)$ , що задає необхідну пропускну здатність віртуального каналу (байт/с).

Функції  $v(w)$ ,  $q(w)$ ,  $u(s)$ ,  $type(s)$ ,  $r(e)$  формують розмітку графа  $G$ .

10

## Формалізація задачі розподілу ресурсів (3/3)

Ресурсні запити двох типів:

• **слабкопов'язаного** типу:  $[(\{W_i\}_{i=1}^N, \{S_j\}_{j=1}^K), E = \emptyset]$

• **сильнопов'язаного**:  $[(\{W_i\}_{i=1}^N, \{S_j\}_{j=1}^K), E = \{(W \subset \{W_i\}_{i=1}^N, S \subset \{S_j\}_{j=1}^K)\}]$

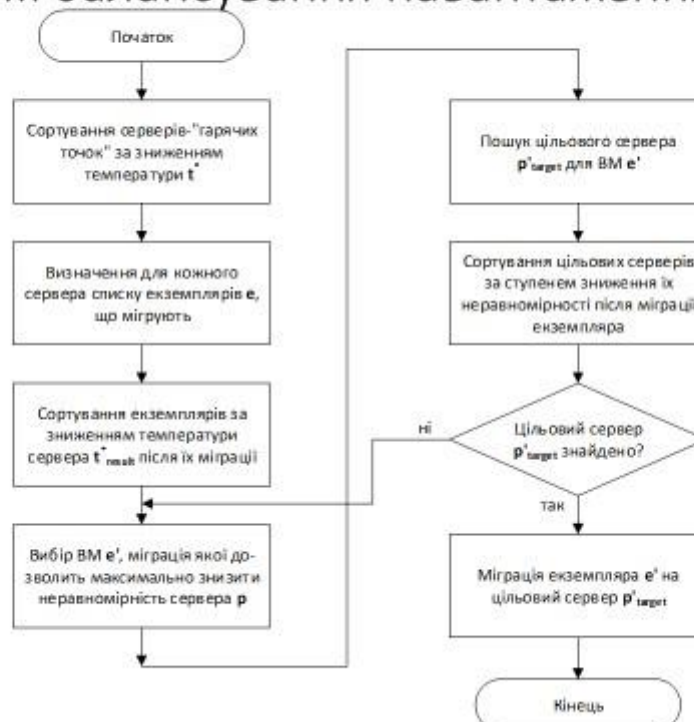
Призначення ресурсного запиту – відображення

$$A: G \rightarrow H = \{W \rightarrow P, S \rightarrow M, E \rightarrow \{K, L\}\}$$

що має задовольняти ряду визначених обмежень.

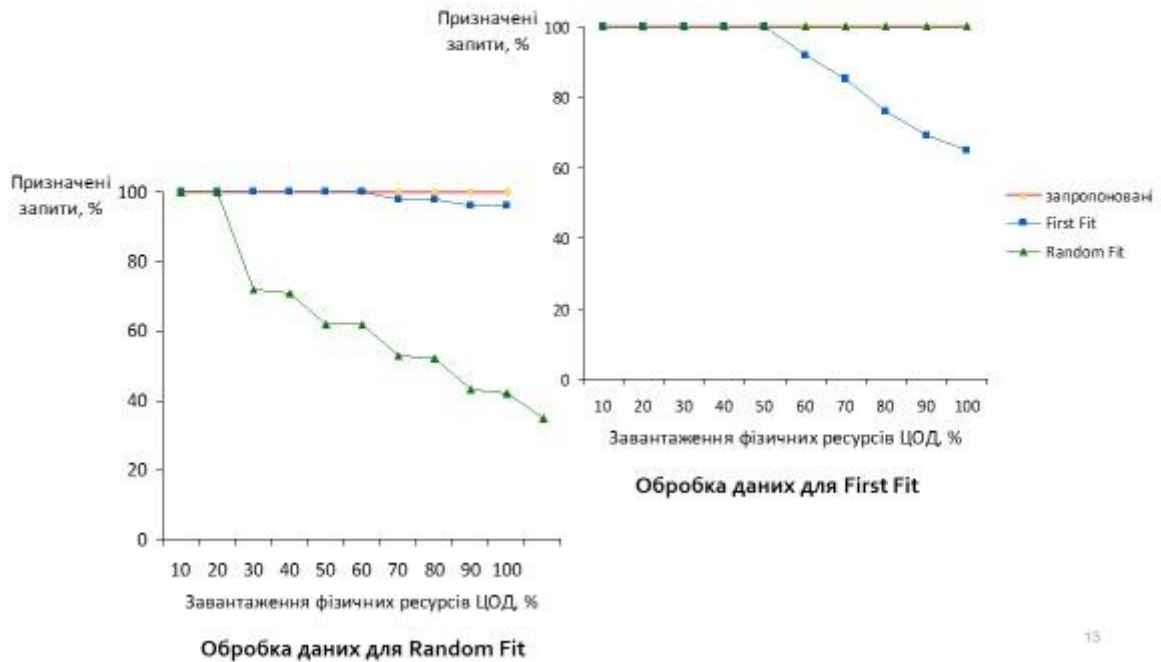
11

## Алгоритм балансування навантаження



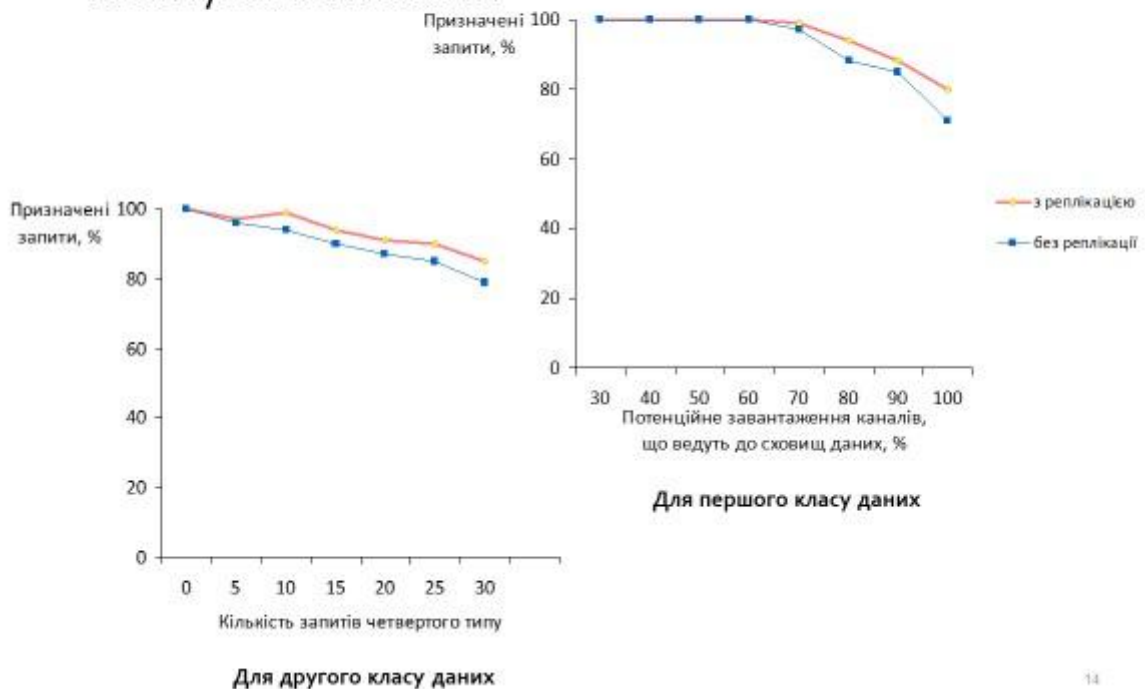
12

## Результати роботи всіх алгоритмів



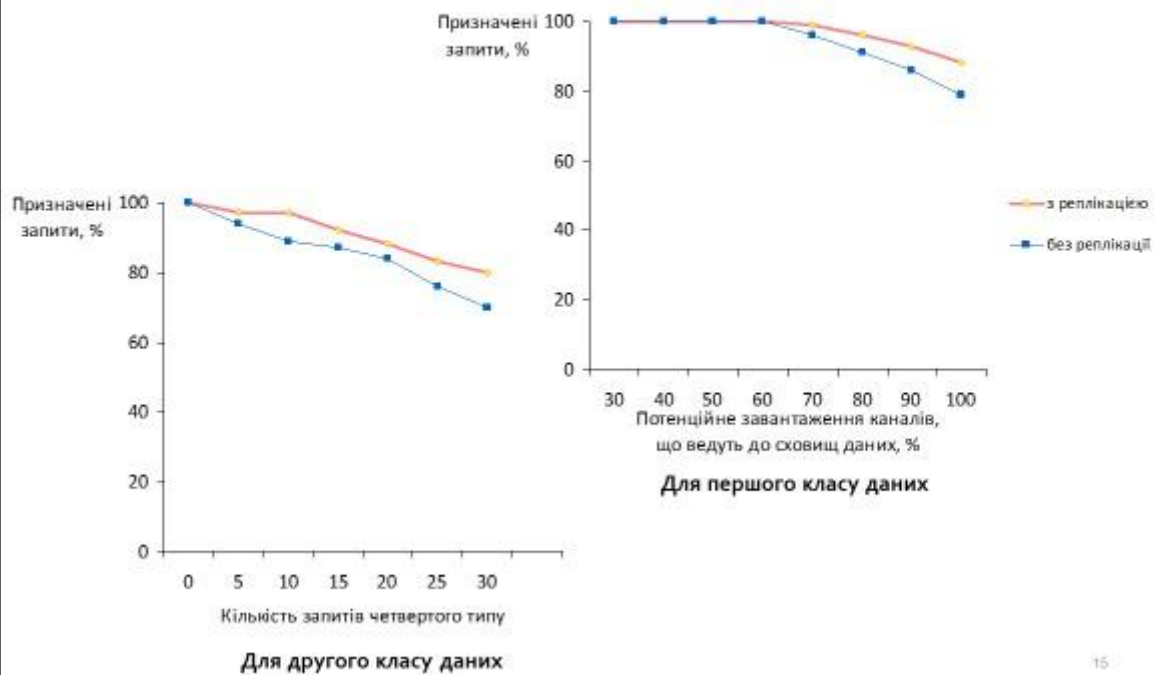
13

## Результати роботи алгоритмів з окремими планувальниками



14

## Результати роботи алгоритмів з єдиним планувальником



## Висновки

- Обрано абстракції для опису ресурсних запитів і фізичних ресурсів центрів обробки даних стосовно розподілу завдань між віртуальними серверами.
- Розроблено математичну модель центру обробки даних, в рамках якої сформульована математична постановка задачі розподілу ресурсів серверів, що допускає міграцію віртуальних машин і реплікацію елементів зберігання даних.
- Наведено результати порівняння алгоритмів розподілу ресурсів.
- Запропонована триетапна методика, яка на відміну від відомої двоетапної дозволяє більш повно врахувати реальні процеси розподілу ресурсів ЦОД.
- Експериментальні дослідження показали, що розроблені алгоритми дозволяють отримувати відображення ресурсних запитів на фізичні ресурси ЦОД, для яких можливо виконання заданих вимог SLA при завантаженні фізичних ресурсів до 95%.

## Висновки

- Запропоновані в роботі підхід і алгоритми відображення ресурсних запитів на фізичні ресурси ЦОД мають такі особливості:
  - допускають можливість міграції віртуальних ресурсів, що дозволяє усувати сегментацію фізичних ресурсів, яка може виникати в ході роботи ЦОД;
  - допускають можливість реплікації сховищ даних з метою підвищення надійності зберігання даних і ефективності використання матеріальних ресурсів;
  - допускають можливість розглядати всі типи ресурсів (обчислювальні ресурси, сховища даних, мережеві ресурси) як планований тип ресурсу. Це робить можливим завдання SLA для всіх типів ресурсів.