

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра ЕОМ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: “Модель розподілу пулу завдань  
за обчислювальними ресурсами”

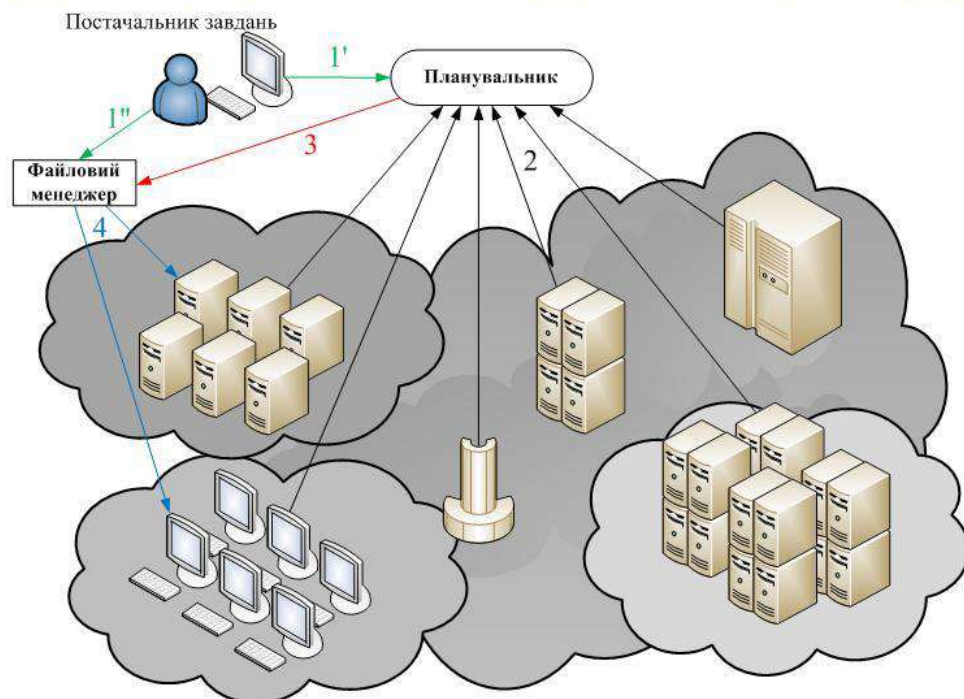
виконав:  
ст. гр. СПзм-21-1  
Корнієнко Д.Ю.

керівник:  
доц. каф. ЕОМ  
Філімончук Т.В.

Харків 2023

1

## МІСЦЕ ТА ЗАДАЧІ ПЛАНУВАЛЬНИКА ПРИ РОЗПОДІЛІ ЗАВДАНЬ



2

## МЕТА, ЗАДАЧІ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

**Мета роботи** полягає в розробці моделі розподілу пулу завдань на обчислювальні ресурси кластеру.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити такі **задачі**:

- проаналізувати існуючі методи розподілу вхідного пулу завдань в кластерних системах;
- розглянути існуючу математичну модель розподілу вхідного пулу завдань в кластерних системах;
- проаналізувати завдання з точки зору об'єму даних, який необхідно для його запуску;
- проаналізувати критерії розподілу, які впливають на результат розподілу;
- додати модуль пошуку оптимального плану розподілу на основі запропонованих критеріїв;
- провести ряд експериментів з розподілу завдань в імітаційному середовищі GRASS.

**Об'єкт дослідження** – процес розподілу вхідного пулу завдань в кластерних системах.

**Предмет дослідження** – методи розподілу та інформаційна технологія розподілу завдань в кластерних системах.

**Методи дослідження** засновані на використанні: теорії множин, загальної теорії систем, теорії імітаційного моделювання.

3

## ІСНУЮЧЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗПОДІЛУ

- кластерна система **Condor**;
- планувальник **Maui**;
- планувальник **Moab**;
- система управління ресурсами **DIET**;
- система управління ресурсами **TORQUE**
- система управління ресурсами **SLURM**.

4

## НЕДОЛІКИ ІСНУЮЧИХ ПЛАНУВАЛЬНИКІВ

- не всі планувальники надають відкритий код;
- більшість версій є платними;
- не всі версії коректно працюють із операційною системою постачальника завдань;
- деякі планувальники не відновлюють завдання після збою;
- у багатьох планувальниках немає міграція завдань.

5

## ТИПИ ЗАВДАНЬ ВХІДНОГО ПУЛУ

$K_{in} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t_{in} \geq t_{work} \\ 0, & \text{якщо } t_{in} < t_{work} \end{cases}$	$t_{in} = \frac{I_{in}}{V_{in}}$	$K_{out} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t_{out} \geq t_{work} \\ 0, & \text{якщо } t_{out} < t_{work} \end{cases}$	$t_{out} = \frac{I_{out}}{V_{out}}$
великий обсяг вхідних даних та великий обсяг вихідних даних;		$K_{in} = 1, \text{ якщо } t_{in} \geq t_{work}$ $K_{out} = 1, \text{ якщо } t_{in} \geq t_{work}$	
малий обсяг вхідних даних та великий обсяг вихідних даних;		$K_{in} = 0, \text{ якщо } t_{in} < t_{work}$ $K_{out} = 1, \text{ якщо } t_{in} \geq t_{work}$	
великий обсяг вхідних даних та малий обсяг вихідних даних;		$K_{in} = 1, \text{ якщо } t_{in} \geq t_{work}$ $K_{out} = 0, \text{ якщо } t_{in} < t_{work}$	
малий обсяг вхідних даних та великий обсяг вихідних даних;		$K_{in} = 0, \text{ якщо } t_{in} < t_{work}$ $K_{out} = 0, \text{ якщо } t_{in} < t_{work}$	

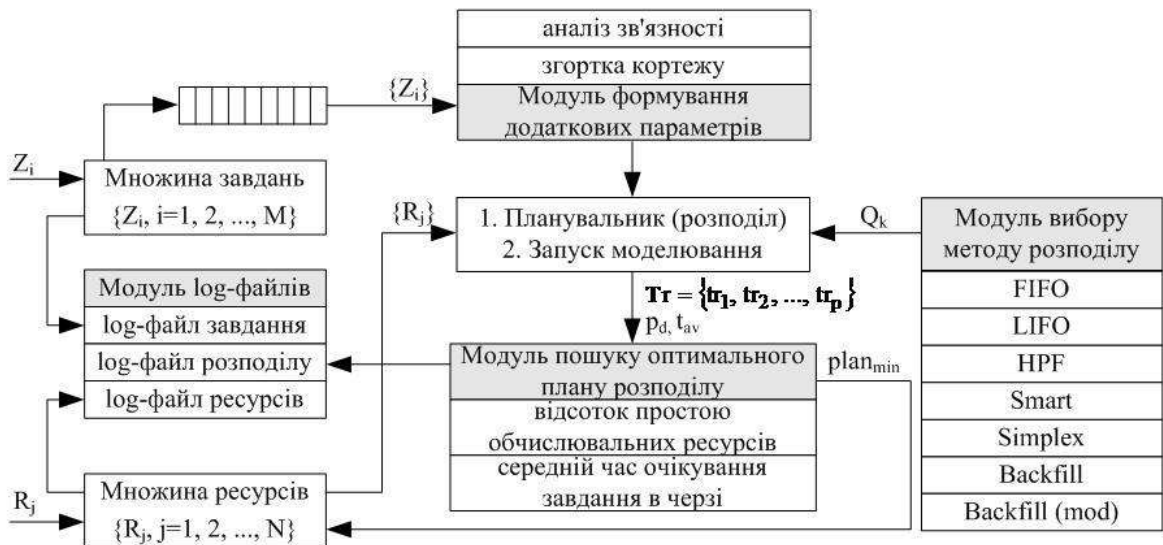
6

## МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ ПУЛУ ЗАВДАНЬ

$G = \{Z, R, Q\} \rightarrow$	$\{Z_i, i = 1, 2, \dots, M\}, \forall i = 1..M$ $\{R_j, j = 1, 2, \dots, N\}, \forall j = 1..N$ $\{Q_k, k = 1, 2, \dots, K\}, \forall k = 1..K$	$G = \{R, Z, Q, Cr, K_{in}, K_{out}\}$
множина вхідних завдань $Z_i = \{ar_i^z, os_i^z, pc_i^z, ps_i^z, ms_i^z, dc_i^z, pr_i^z, ca_i^z, rt_i^z\}$		$Cr = \{t_r, t_{av}, p_d\}$
множина обчислювальних ресурсів $R_j = \{ar_j^r, os_j^r, pc_j^r, ps_j^r, ms_j^r, dc_j^r, bw_j^r, d_j^r\}$		$t_r$ – загальний час виконання пулу завдань; $t_{av}$ – середній час очікування завдань в черзі;
множина методів розподілу завдань $Q_k = \{mn_k, lp_k\}$		$p_d$ – відсоток простою ОР кластеру.

7

## МІСЦЕ МОДУЛЮ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУ РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ У СЕРЕДОВИЩІ GRASS



8

## АЛГОРИТМ РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ СИСТЕМИ

- **Крок 1:** на вхід системи надходить пул завдань  $Z_i$  та формується пул ресурсів  $R_j$ .
- **Крок 2:** планувальник обирає завдання  $Z_i$  і використовуючи відповідний метод розподілу підбирає обчислювальні ресурси  $R_j$  з врахуванням вимог завдання та направляє завдання на виконання.

**Ситуація №1:** в системі присутній ресурс  $R_j$ , який задовольняє вимогам завдання  $Z_i$  і він вільний.

**Ситуація №2:** обчислювальний ресурс присутній в системі, але він зайнятий на даний час.

**Ситуація №3:** в системі немає обчислювальних ресурсів, які потребує завдання  $Z_i$ .

**Рішення №1:** постачальнику завдання буде направлено повідомлення про те, що завдання не можливо виконати тими засобами, які має система.

**Рішення №2:** система може здійснити розбивання завдання на деякі частини і кожна з них може бути направлена на виконання в систему.

- **Крок 3:** після закінчення виконання завдання  $Z_i$  результати будуть передано постачальникам.

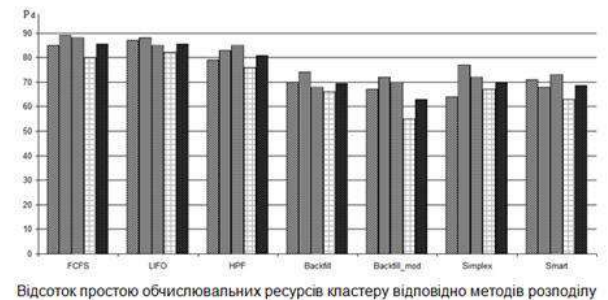
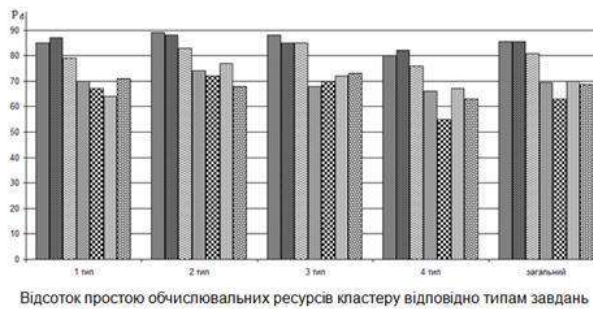
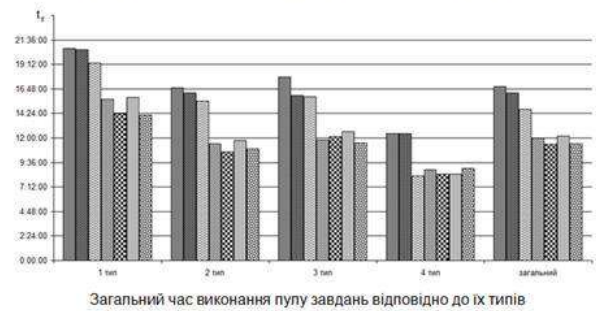
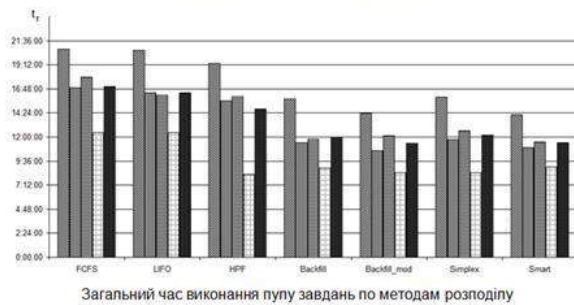
9

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Критерій розподілу	Вагові коефіцієнти	Значення параметрів для методів розподілу						
		FCFS	LIFO	HPF	Backfill	Backfill_mod	Simplex	Smart
$t_r$	0,4	20:45:38	20:38:43	19:21:59	15:27:14	14:22:55	15:57:32	14:12:48
$t_{av}$	0,3	6:54:23	6:43:59	4:57:38	3:09:41	3:02:14	3:42:23	3:51:57
$p_d$	0,3	85	87	79	64	67	64	71
Розрахунок інтегрованого критерію відповідно критеріїв розподілу								
$t_r p_d$		0,70022	0,74798	0,58067	0,54518	0,53755	0,55631	0,51764
$p_d t_{av}$		1,26643	1,24606	1,03499	0,80595	0,70475	0,81522	0,78185
$t_r t_{av}$		0,84988	0,85288	0,79189	0,79189	0,61412	0,64912	0,62187
$t_r p_d t_{av}$		1,53205	1,51794	1,02469	0,91412	1,28187	1,01522	0,98797

10

## ГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ



11

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи отримані наступні результати.

- Проведено аналіз існуючих методів розподілу вхідного пулу завдань в кластерних системах, який виявив, що існуючі планувальники мають ряд недоліків, головний з яких – це орієнтація на конкретний клас задач.
- Розглянуто існуючу математичну модель розподілу вхідного пулу завдань в кластерних системах. Складові моделі дозволяють знаходити оптимальний план розподілу, але тільки за одним критерієм.
- В ході проведення аналізу завдань, які надходять на вхід кластеру було виявлено що вони носять різноманітний характер. Тому при розподілі їх слід класифікувати відповідно за даними, якими вони оперують (вхідні та кінцеві дані).
- Аналіз критеріїв оптимізації довів, що їх використання буде більш доцільним, якщо при розробці плану розподілу обирати ці критерії не по одинці, а у різноманітних варіаціях.
- На основі даних, які були проаналізовані вище було модифіковано математичну модель розподілу вхідного пулу завдань у кластерній системі за рахунок введення до неї критеріїв розподілу, які допомагають обрати оптимальний план розподілу для відповідних пулів завдань та обчислювальних ресурсів кластеру.
- На основі запропонованої математичної моделі було реалізовано модуль пошуку оптимального плану розподілу для вхідного пулу завдань кластерної системи та впроваджено його до імітаційного середовища GRASS.
- В ході дослідження було проведено ряд експериментів з розподілу вхідного пулу завдань на обчислювальні ресурси кластеру для різних методів розподілу. Результати, отримані в ході експериментів, свідчать про скорочення часу виконання пулу завдань до 9%, часу знаходження завдань в черзі до 12% та зменшенні відсотку простою обчислювальних ресурсів до 15% для ряду методів розподілу, які впроваджено в імітаційному середовищі GRASS.

12