

Моделі та методи керування розподіленою комп'ютерною системою на основі мережецентричного підходу

Доповідач: О.Ю. Герасименко

Науковий керівник: В.Є. Мухін

Спеціальність: 05.13.06 –
Інформаційні технології



Аналіз підходів до керування ресурсами розподіленої комп'ютерної системи



Механізм керування обчислювальними ресурсами РКС	Автономність обчислювального вузла	Стійкість до відмов	Масштабованість	Доступність
<i>Централізований</i>	-	-	-	-
<i>Децентралізований</i>	+	+	+	+
<i>Ієрархічний</i>	-	±	+	±

Тема дослідження:

- **Моделі та методи керування розподіленою комп'ютерною системою на основі мережецентричного підходу**

Мета дослідження:

- **підвищення ефективності керування ресурсами РКС з огляду на наступні параметри функціонування РКС: час відповіді системи, час очікування задачі у черзі**

Об'єкт дослідження:

- **механізм розподілу та керування ресурсами РКС**

Предмет дослідження:

- **процес взаємодії диспетчера та брокерів ресурсів РКС при розподілі та керуванні ресурсами**

Основні завдання дослідження

1)

- провести порівняльний аналіз методів і засобів розподілу та керування ресурсами РКС

2)

- розробити модель по підбору параметрів функціонування РКС при виконанні задачі

3)

- модифікувати існуючі планувальник та систему локального моніторингу функціонування ресурсу РКС з метою забезпечення захищеної обробки даних

4)

- удосконалити механізм децентралізованого розподілу та керування ресурсами РКС для підвищення ефективності управління її ресурсами на основі мережецентричного підходу

5)

- розробити метод визначення необхідної кількості ресурсів резерву для задачі при асинхронному режимі виконання

6)

- розробити середовище моделювання функціонування РКС для дослідження запропонованих методів удосконалення розподілу та керування ресурсами РКС

Наукова новизна отриманих результатів

1)

- вперше розроблено модель підбору параметрів функціонування РКС при виконанні задачі, яка відрізняється від існуючих комплексним врахуванням параметрів функціонування РКС, що дозволяє здійснити підбір ресурсів для захищеної обробки даних

2)

- удосконалено метод керування ресурсами РКС, який на відміну від існуючих, базується на мережецентричному підході, що дозволило підвищити ефективність розподілу ресурсів з огляду на наступні параметри функціонування РКС: час відповіді системи, час очікування задачі у черзі

3)

- розроблено метод визначення необхідної кількості ресурсів резерву для задачі при асинхронному режимі виконання, який відрізняється від існуючих використанням апарату нейронних мереж, що дозволяє спрогнозувати кількість запитів на отримання додаткових ресурсів і тим самим підвищити ефективність функціонування РКС

Перший науковий результат: комплексна аналітична модель підбору параметрів функціонування РКС для виконання задачі

Розподілена комп'ютерна система DS

$$DS = (N, C), \quad (1)$$

де

N – множина вузлів системи DS та C – множина каналів системи DS.

$N = \{node_1, node_2, \dots, node_n\}$, де n - кількість вузлів системи DS;

$C = \{ch_1, ch_2, \dots, ch_c\}$, де c – кількість каналів системи DS.



Перший науковий результат: комплексна аналітична модель підбору параметрів функціонування РКС для виконання задачі

Параметри складових елементів системи

$node_i(w_i)$ – i -тий вузол системи

$ch_j(\gamma_j, l_j)$ – j -тий канал зв'язку системи

Параметри системи

$Param(DS) = (P_n(n), V_n(n), S(n), R(n))$

$P_n(n)$ – нормована продуктивність системи **DS**,

$V_n(n)$ – нормована швидкість передачі даних по каналах зв'язку системи **DS**,

$S(n)$ – захищеність системи **DS**,

$R(n)$ – надійність системи **DS**.

Перший науковий результат: комплексна аналітична модель підбору параметрів функціонування РКС для виконання задачі

Визначення нормованої продуктивності

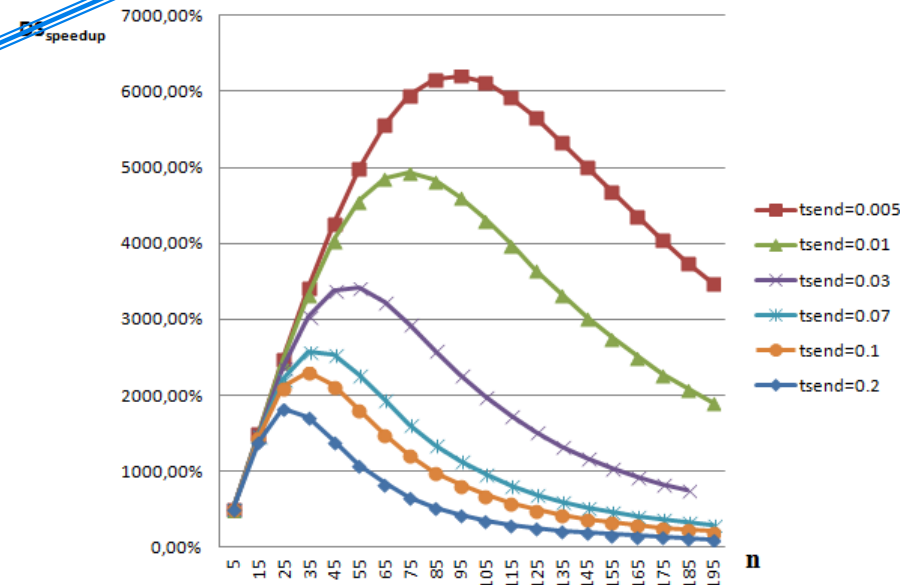
$c = \frac{n(n-1)}{4}$ кількість каналів системи в залежності від кількості ОВ системи

$DS_{speedup} = \frac{t_{single}}{t_{DS}} \longrightarrow DS_{speedup} = \frac{b/\omega_{avg}}{\frac{b}{n * \omega_{avg}} + \frac{n(n-1)}{8} t_{send}}$

$t_{single} = \frac{b}{\omega_{avg}}$, де $\omega_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i}{n}$

$t_{DS} = \frac{b}{n * \omega_{avg}} + 0.5 * c * t_{send}$

$$P_n(n) = \frac{DS_{speedup}}{\max(DS_{speedup})}$$



Перший науковий результат: комплексна аналітична модель підбору параметрів функціонування РКС для виконання задачі

Визначення надійності

$$R(n) = \prod_{i=1}^{n+c} e^{-\lambda_i t}, \text{ де } \lambda_i - \text{інтенсивність виходу з ладу } i\text{-го елемента системи}$$

Визначення захищеності

$$S(n) = T_0 \left(\frac{A_{limit}}{A(t) + 1} \right), \text{ де } A_{limit} - \text{граничне значення допустимої кількості порушень безпеки}$$

T_0 - початковий рівень довіри до дій користувача

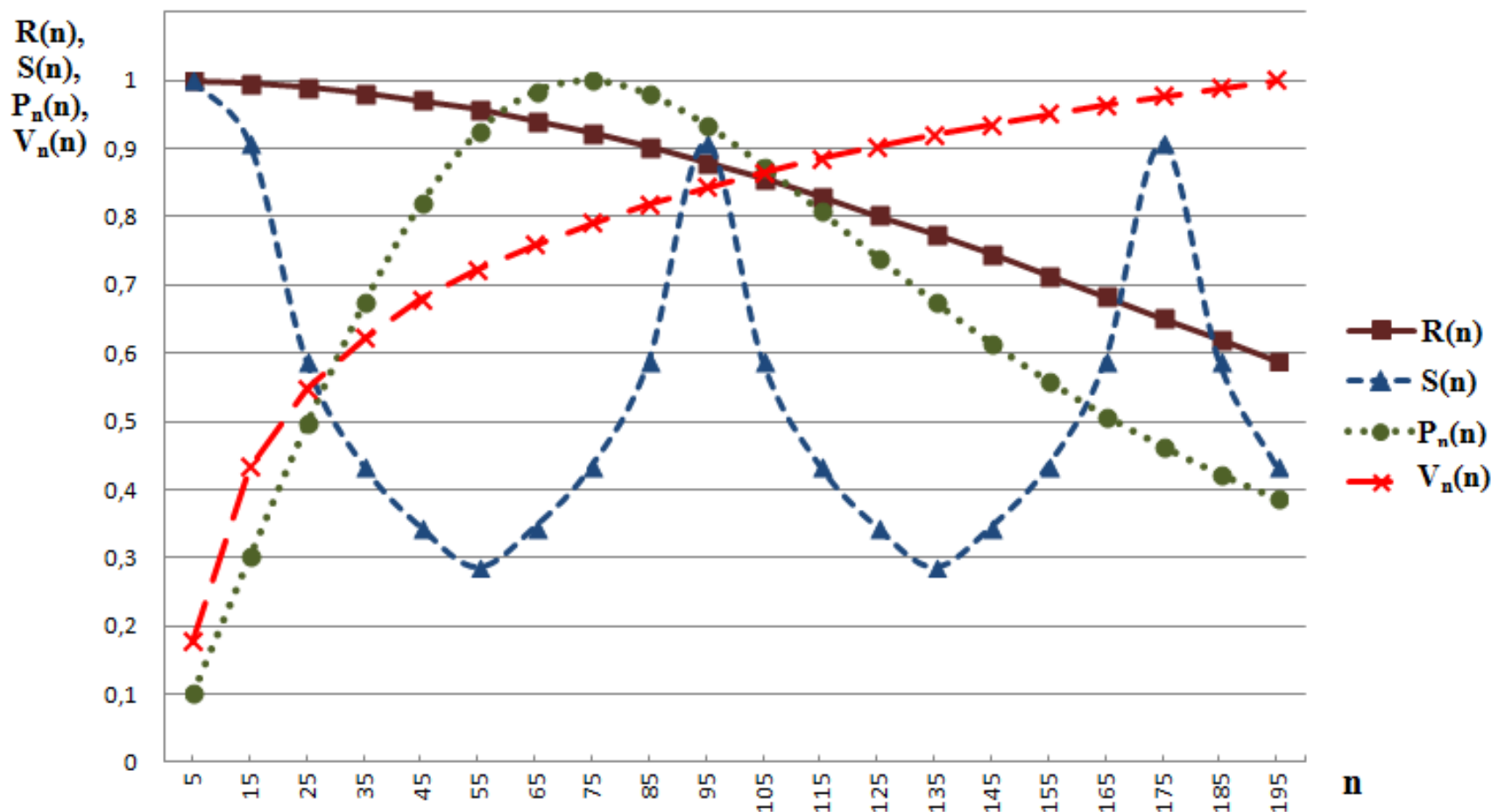
$A(t)$ - функція атак (функціональна залежність від часу)

Визначення нормованої швидкості передачі даних

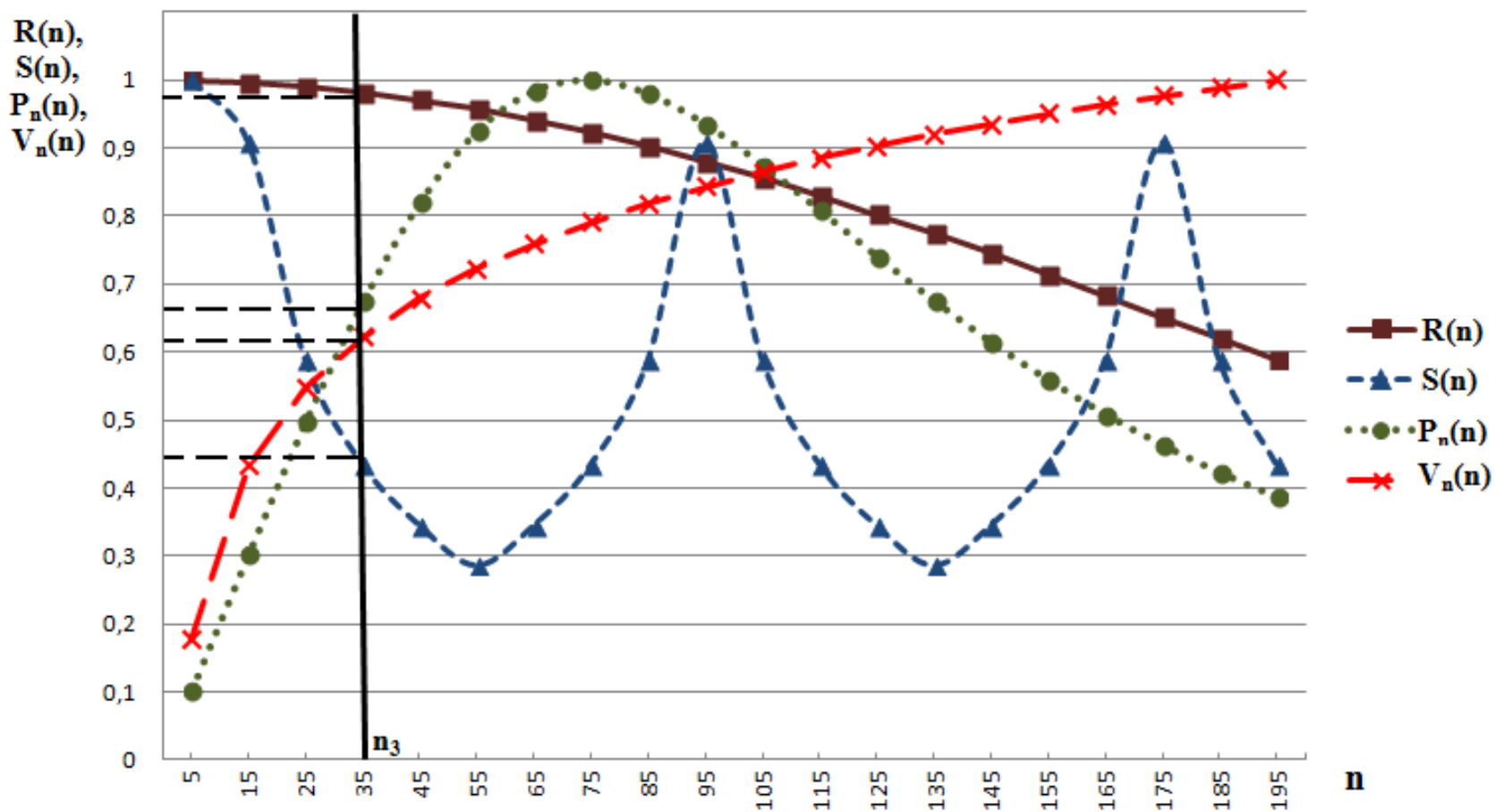
$$V_n(n) = \frac{v_0 * \log_2 \frac{n(n-1)}{4}}{\max \left(v_0 * \log_2 \frac{n(n-1)}{4} \right)}, \text{ де } v_0 - \text{середнє значення швидкості по всіх каналах зв'язку}$$

Перший науковий результат: комплексна аналітична модель підбору параметрів функціонування РКС для виконання задачі

Графічна інтерпретація моделі

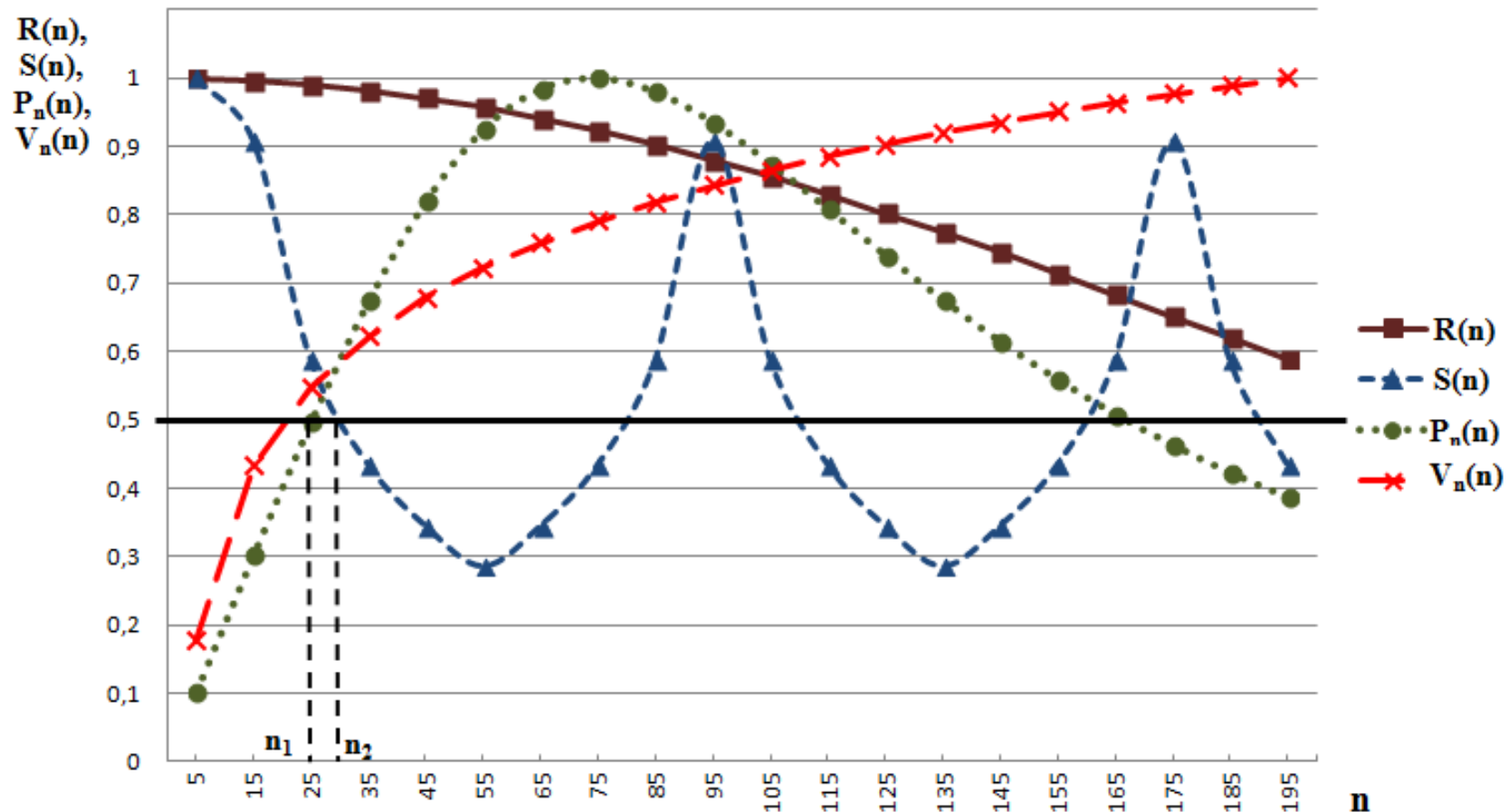


Перший науковий результат: комплексна аналітична модель підбору параметрів функціонування РКС для виконання задачі
Визначення параметрів системи при заданій кількості вузлів



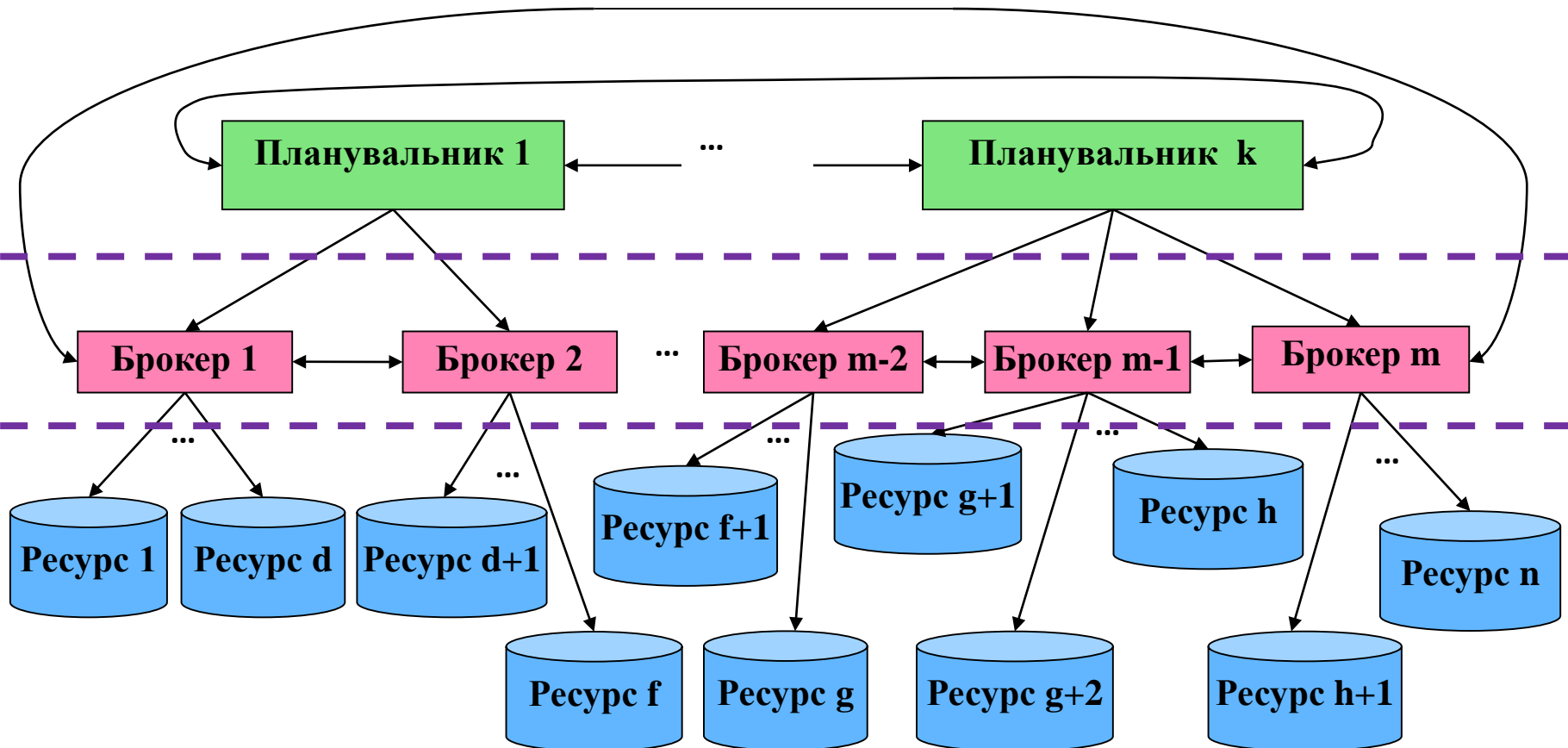
Перший науковий результат: комплексна аналітична модель підбору параметрів функціонування РКС для

виконання задачі
Визначення кількості вузлів системи по заданих
параметрах функціонування



Другий науковий результат: МЕТОД керування ресурсами
РКС на базі мережецентричного підходу

Структурна схема системи керування ресурсами РКС
на базі мережецентричного підходу



Другий науковий результат: МЕТОД керування ресурсами РКС на базі мережецентричного підходу

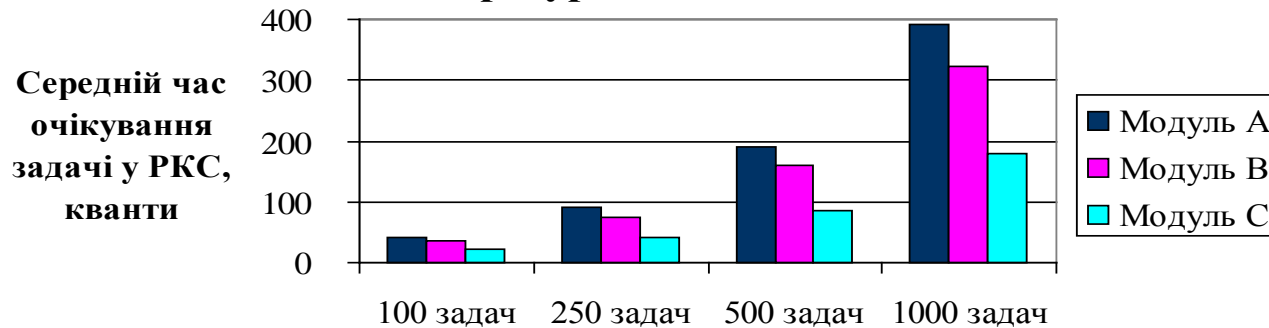
Метод керування ресурсами РКС на базі мережецентричного підходу

- 1) Функціональні елементи системи управління розподілити по рівнях та встановити горизонтальні зв'язки між елементами одного рівня та вертикальні зв'язки між елементами різних рівнів
- 2) При надходженні задачі у систему планувальник визначає на основі параметрів задачі та вимог користувача кількість обчислювальних вузлів, необхідних для її виконання.
- 3) Планувальник, кооперуючи дії з іншими планувальниками, визначає якому брокеру передати задачу на виконання, а також проводить балансування навантаження.
- 4) Брокер підбирає конкретні ресурси та розміщає на них підзадачі отриманої задачі на виконання. У разі необхідності при цьому отримує додаткові ресурси від інших брокерів, координуючи з ними свої дії.
- 5) Після виконання задача передається планувальнику, до якого надійшла, а потім передається користувачу.

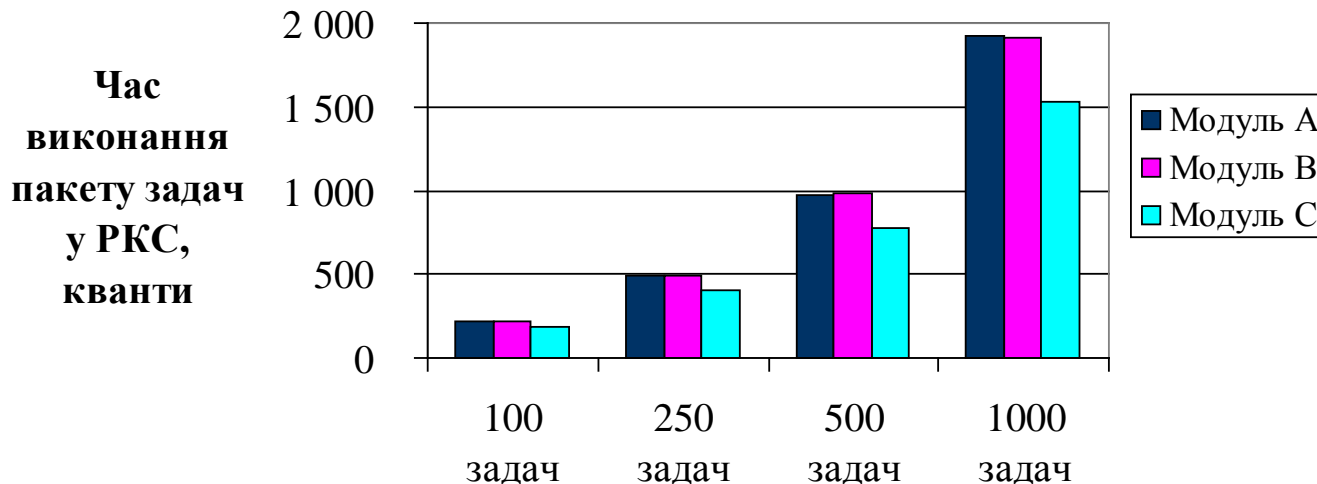
Другий науковий результат: МЕТОД керування ресурсами

РКС на базі мережецентричного підходу

Порівняння середнього часу очікування задачі у системі для різних механізмів керування ресурсами РКС



Порівняння середнього часу виконання пакету задач РКС при різних механізмах керування ресурсами



Модуль А

з формуванням спільнот обчислювальних елементів

Модуль В

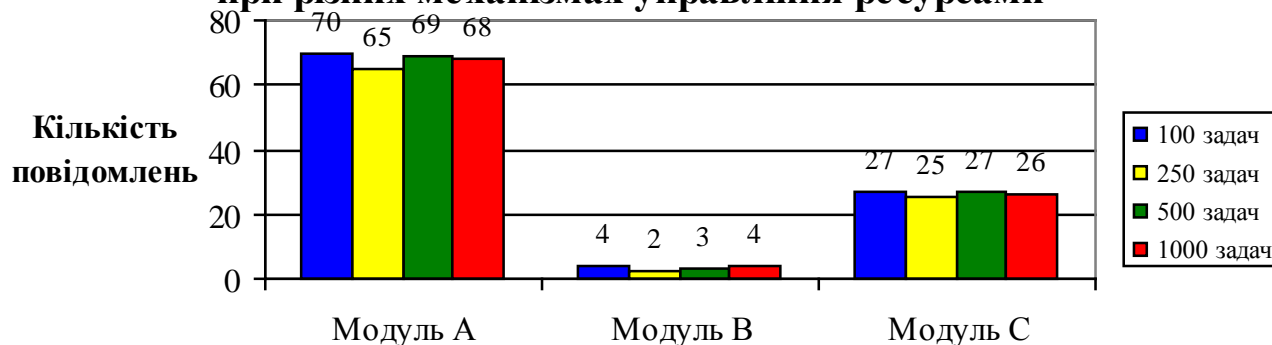
на базі ієрархічного підходу

Модуль С

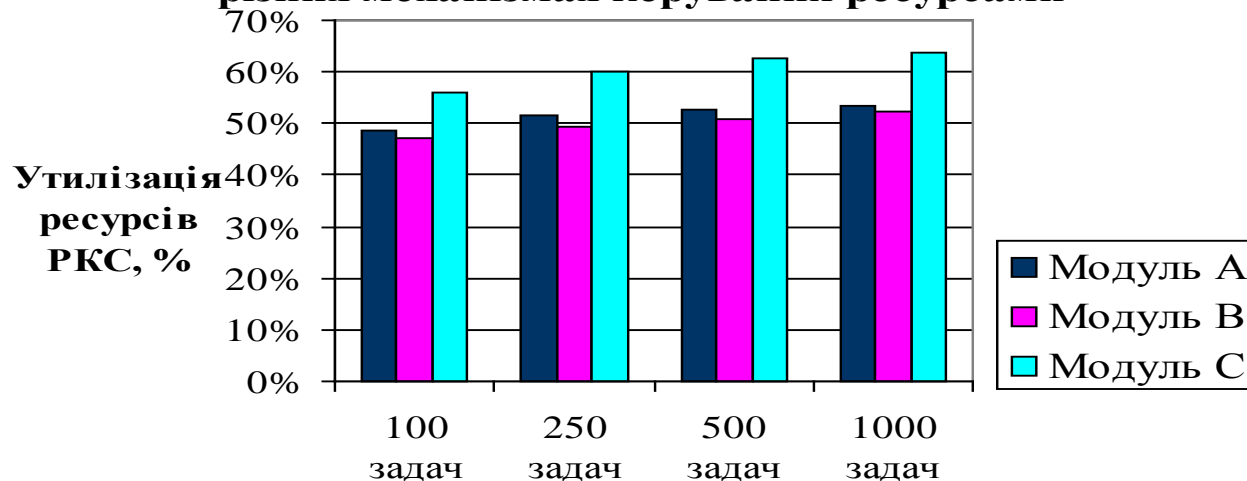
на базі мережецентричного підходу

Другий науковий результат: МЕТОД керування ресурсами РКС на базі мережецентричного підходу

Порівняння середньої к-ті повідомлень на одну задачу при різних механізмах управління ресурсами



Порівняння рівня утилізації ресурсів при різних механізмах керування ресурсами



Модуль А

з формуванням спільнот обчислювальних елементів

Модуль В

на базі ієрархічного підходу

Модуль С

на базі мережецентричного підходу

Третій науковий результат: МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ресурсів резерву при асинхронному виконанні задачі

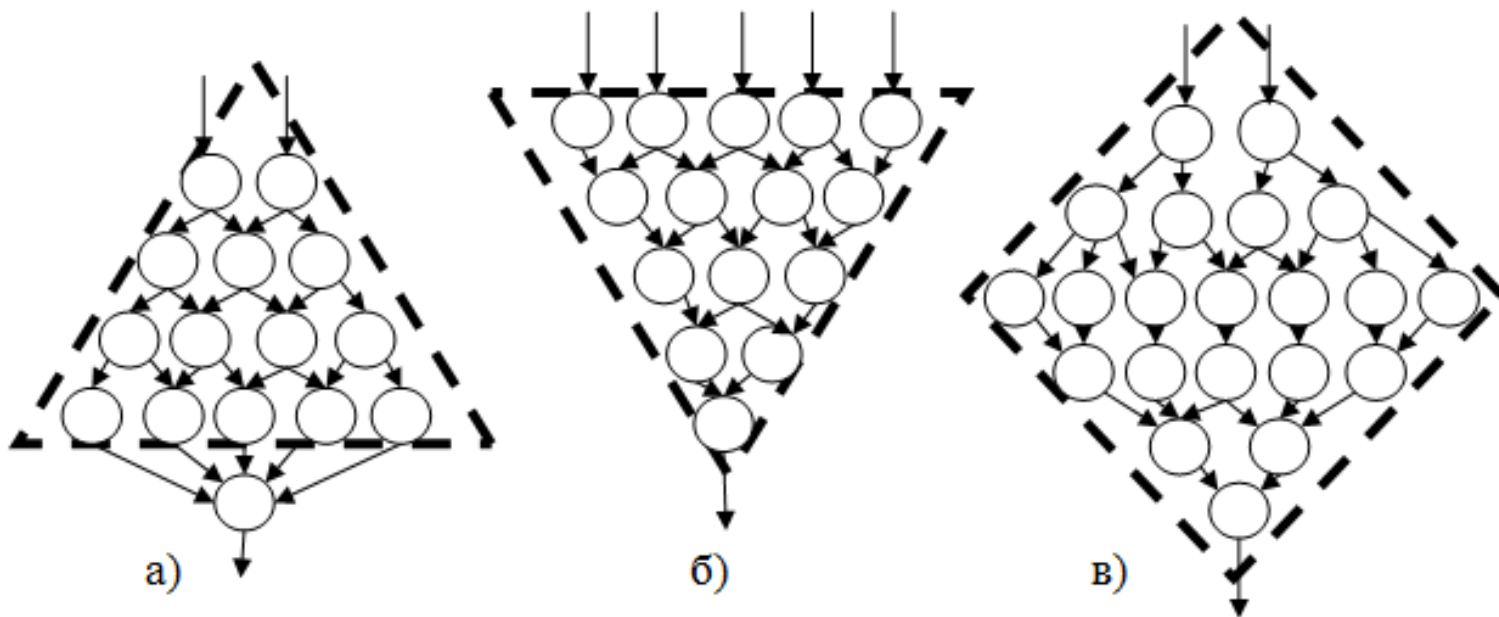
Метод визначення кількості ресурсів резерву при асинхронному виконанні задачі

- 1) формалізувати структуру задачі і визначити набір задач, які будуть використані для навчання нейромережі
- 2) з метою збору даних для навчання нейромережі виконати моделювання функціонування РКС з механізмом керування ресурсами на основі мережецентричного підходу на наборі вхідних задач, вибраному на попередньому етапі
- 3) провести навчання нейромережі з використанням даних, отриманих на попередньому етапі
- 4) за допомогою нейромережі визначити кількість ресурсів резерву для кожної наступної задачі, яка буде надходити в РКС на виконання, та подати отримане значення на вхід РКС разом із задачею

Третій науковий результат: МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ресурсів резерву при асинхронному виконанні задачі

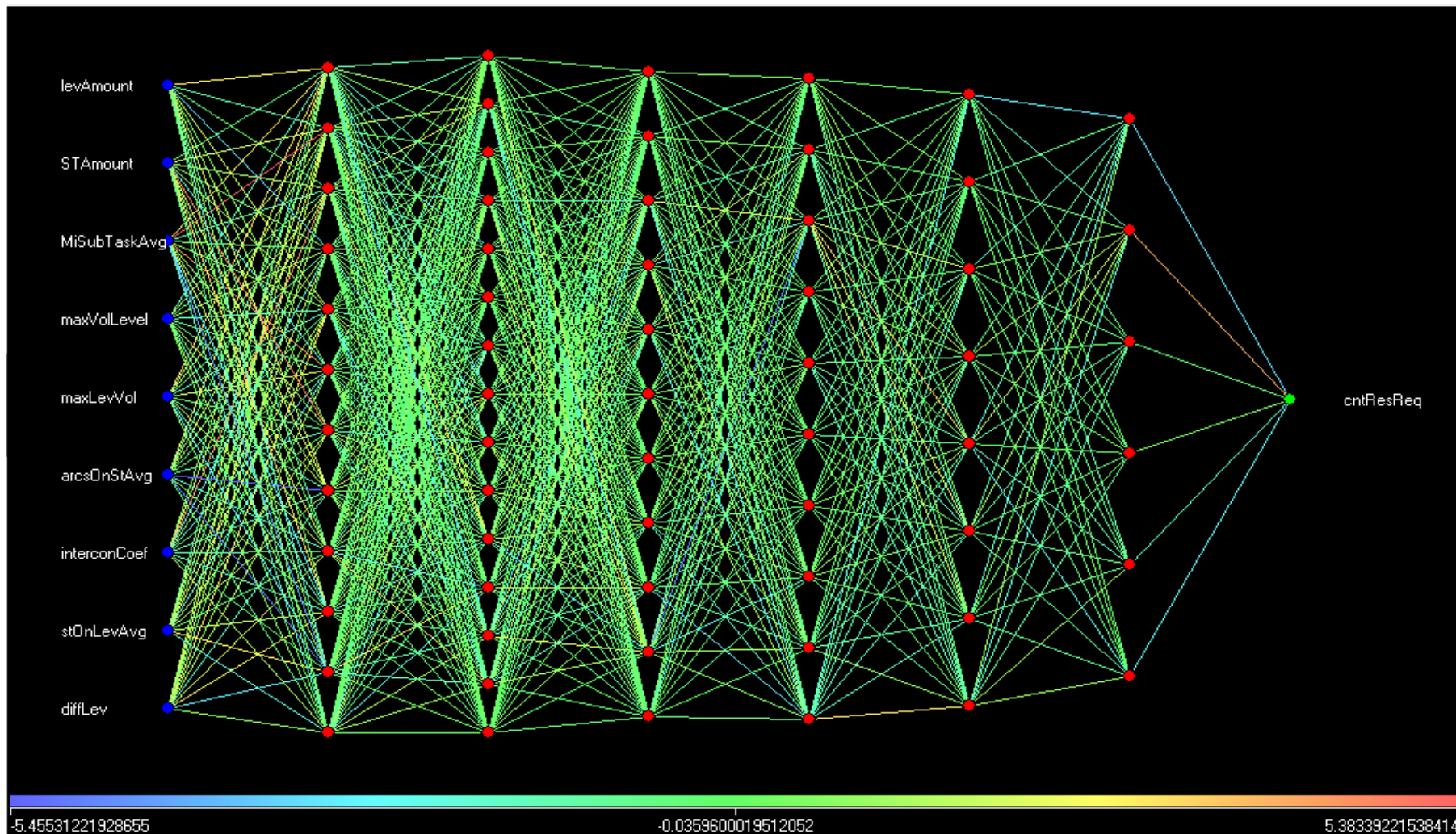
Групи задач для формування набору даних для навчання нейромережі

Сформовано 6 груп по 50 задач із різною формою графу та різною конфігурацією зв'язків між підзадачами



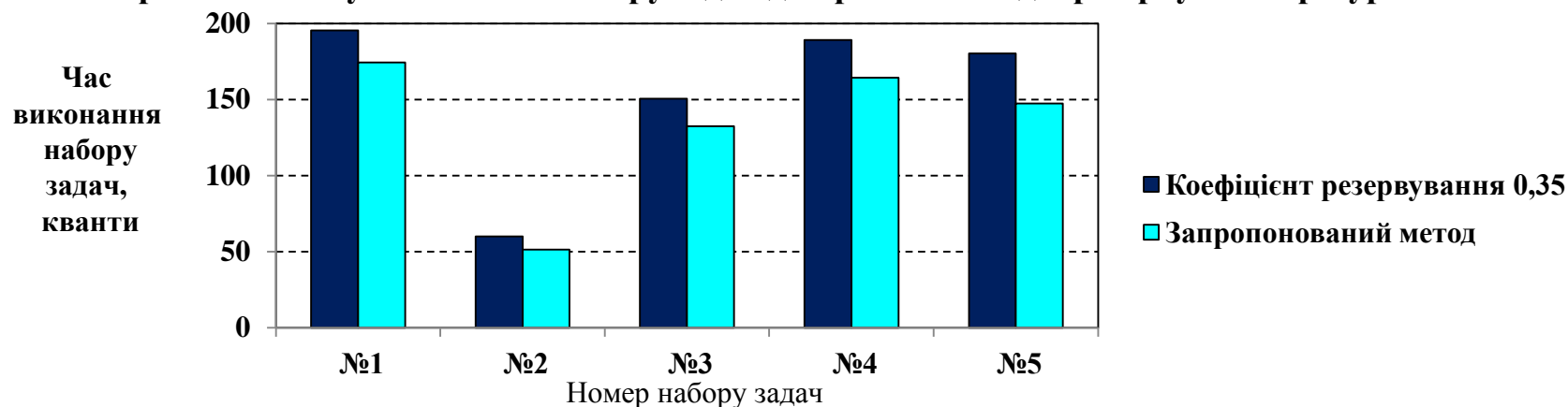
Третій науковий результат: МЕТОД визначення кількості ресурсів резерву при асинхронному виконанні задачі

Нейромережа після навчання

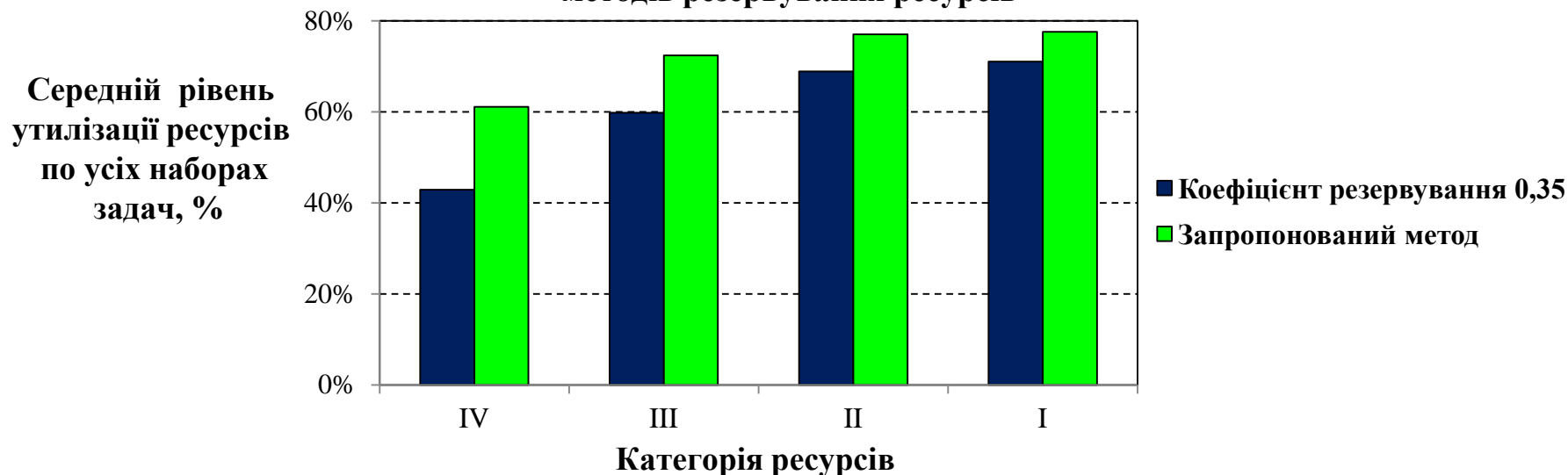


Третій науковий результат: МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РЕСУРСІВ резерву при асинхронному виконанні задач

Порівняння часу виконання набору задач для різних методів резервування ресурсів

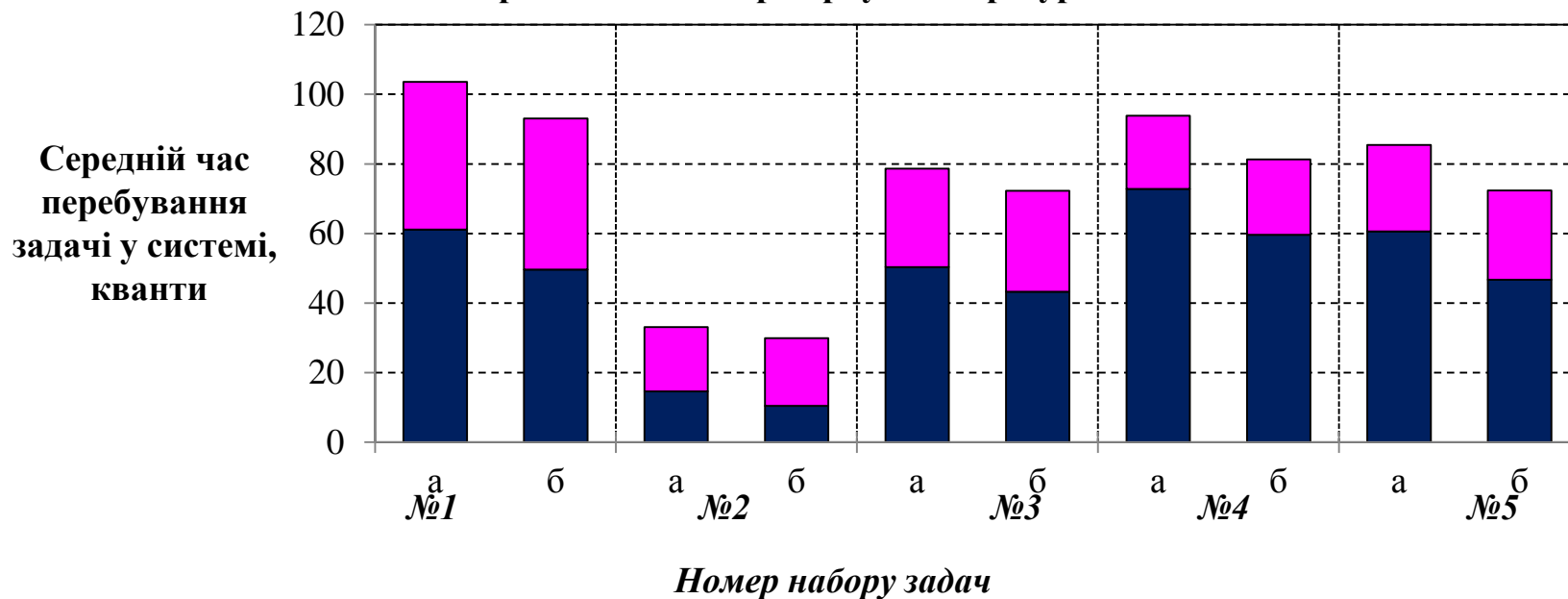


Порівняння середнього рівня утилізації ресурсів по всіх наборах задач для різних методів резервування ресурсів



Третій науковий результат: МЕТОД визначення кількості ресурсів резерву при асинхронному виконанні задачі

Порівняння середнього часу очікування задачі та виконання задачі для різних способів резервування ресурсів



а – коефіцієнт резервування 0,35; б – запропонований метод

■ Середній час очікування у черзі

■ Середній час виконання задачі

Програмний комплекс моделювання роботи РКС для дослідження різних механізмів управління ресурсами: характеристики

Модель задачі:

- Атомарна задача
- Задача у ярусно-паралельній формі (синхронний та асинхронний режими виконання)

Параметри підбору ресурсів:

- Продуктивність
- Захищеність
- Надійність

Механізм управління захищеністю ресурсу:

- Класичний
- Адаптивний

Функціонування ресурсу:

- З підтримкою моніторингу стану ресурсу
- Без підтримки моніторингу стану ресурсу

Механізм керування ресурсами:

- Класичний Grid
- Централізоване керування
- Ієрархічне керування
- Децентралізоване керування
 - Базується на спільнотах обчислювальних ресурсів
 - Базується на мережецентричному підході
 - *Коефіцієнт резервування – фіксоване значення*
 - *Визначення кількості ресурсів резерву для кожної задачі із використанням нейромережі*

Інші можливості:

- Генерація потоку вхідних задач із заданими параметрами
- Налаштування кількості планувальників, брокерів, ресурсів
- Збір статистики про функціонування системи з подальшим записом у файл

Основні результати роботи

1)

- Розроблено комплексну аналітичну модель для підбору параметрів функціонування РКС при виконанні задачі, яка дозволяє оцінити чотири параметри функціонування РКС, а саме продуктивність, швидкість передачі даних, надійність та захищеність

2)

- Розроблено метод керування ресурсами РКС на базі мережецентричного підходу, який дозволяє підвищити ефективність керування ресурсами за рахунок введення додаткових горизонтальних зв'язків між елементами системи керування ресурсами

3)

- Розроблено метод визначення необхідної кількості ресурсів резерву для задачі при асинхронному режимі виконання, який базується на використанні апарату нейромереж

4)

- Розроблено засоби керування ресурсами РКС:
 - централізований метапланувальник з підтримкою захищеної обробки даних
 - децентралізована система керування ресурсами на базі спільнот обчислювальних елементів
 - система керування ресурсами на базі ієрархічного підходу
 - система керування ресурсами на основі мережецентричного підходу

5)

- Розроблено програмний комплекс для моделювання роботи РКС з підтримкою різних механізмів управління ресурсами, який дозволяє дослідити функціонування РКС

Висновки за результатами дослідження ч.1

ПЗ для моніторингу обчислювального вузла (ОВ):

- використання **30%** обчислювальної потужності вузла РКС для системи моніторингу призвело до збільшення середнього часу очікування задачі в черзі і середнього часу перебування задачі в системі на рівні **66%**;
- виділення **5%** обчислювальної потужності вузла РКС для системи моніторингу збільшило середній час очікування задачі в черзі і середній час перебування задачі в системі на рівні **9%** у порівнянні з тим, коли моніторинг не проводився

Адаптивний механізм керування захищеністю обчислювального вузла:

- дозволяє знизити середній час очікування задачі в черзі і середній час перебування задачі у системі в **2,8** і **2,1** рази відповідно. Середня довжина черги задач у розподіленій системі з адаптивним механізмом управління захищеністю, за результатами експериментів, в **2,4** рази менша середньої довжини черги задач в РКС із класичним механізмом управління захищеністю

Висновки за результатами дослідження ч.2

Дослідження різних модулів керування ресурсами:

- використання модулю на основі мережецентричного підходу дозволило знизити майже втричі кількість службових повідомлень на одну задачу в порівнянні з модулем на основі формування спільнот обчислювальних ресурсів, при цьому використовувався найпростіший алгоритм планування – FCFS. У разі використання іншого алгоритму кількість може бути більшою;
- час очікування задачі у системі при модулі на базі мережецентричного підходу знизився майже вдвічі у порівнянні з модулем на основі формування спільнот обчислювальних ресурсів, в той час як час виконання пакету задач зменшився лише на 16%-20%. Це пояснюється тим, що час виконання задач зріс. Причиною цьому є виникнення ситуацій відсутності вільного ресурсу з потрібною продуктивністю або ж відсутності вільних ресурсів взагалі, які не характерні для модуля на основі формування спільнот обчислювальних ресурсів;
- відсоток утилізації ресурсів майже однаковий для модуля на основі формування спільнот обчислювальних ресурсів та модуля з ієрархічним підходом управління ресурсами, при чому він на 16%-18% нижчий, ніж у модуля на базі мережецентричного підходу.

Висновки за результатами дослідження ч.3

Метод визначення кількості ресурсів резерву для задачі при асинхронному режимі виконання:

- дозволяє додатково знизити середній час перебування задачі у системі на **10%-18%**, але при цьому збільшується середній час виконання задачі на **2%-4%**. Досягти зменшення середнього часу перебування задачі у системі дозволяє значне, у порівнянні зі збільшенням середнього часу виконання задачі, зменшення середнього часу очікування задачі в черзі, що становить від **14% до 28%**

Виконання у РКС задач різної складності:

- кількість службових повідомлень на одну задачу не залежить від кількості задач у наборі;
- при збільшенні кількості підзадач на рівнях задачі значно збільшується кількість обмінів службовими повідомленнями при модулі на основі формування спільнот обчислювальних ресурсів;
- при модулі на базі мережецентричного підходу так само спостерігається збільшення кількості службових повідомлень на одну задачу при зростанні числа підзадач на рівні задачі, але швидкість росту значно менша у порівнянні з модулем на основі формування спільнот обчислювальних ресурсів;
- для обох модулів характерно те, що при різній кількості рівнів задачі середній час очікування задачі у черзі відрізняється вкрай мало. У той же час, при різній кількості підзадач на рівнях задачі середній час перебування задачі в черзі при модулі на основі формування спільнот обчислювальних ресурсів в середньому на **23,77%** більше, ніж при модулі на базі мережецентричного підходу.

Висновки за результатами дослідження ч.4

PKC	Тип	Механізм керування ресурсами	Цільова функція	Модель координації
Aneka Federation	P2P Grid	Децентралізований з координацією	Системо-орієнтовна	Вибірковий бродкаст
CondorFlock	P2P Grid	Децентралізований з координацією	Системо-орієнтовна	Вибірковий бродкаст
InterGrid	Grid	Децентралізований з координацією	Клієнт-орієнтовна	Вибірковий бродкаст
Legion-Federation	Grid	Децентралізований з координацією	Системо-орієнтовна	Один-до-всіх бродкаст
Sharp	P2P	Децентралізований з координацією	Клієнт-орієнтовна (система торгів)	Взаємодія один-з-одним
Trader-Federation	Grid	Децентралізований з координацією	Клієнт-орієнтовна (товарний ринок)	Один-до-всіх бродкаст
Tycoon	Grid	Децентралізований без координації	Клієнт-орієнтовна (аукціон)	Один-до-всіх бродкаст
CASA	Independent nodes in Grid	Децентралізований з координацією	Системо-орієнтовна	Один-до-всіх бродкаст
Спільноти обчислювальних вузлів	Independent nodes	Децентралізований без координації	Системо-орієнтовна	Вибірковий бродкаст
Запропоновані моделі та методи	Independent nodes	Децентралізований з координацією	Системо-орієнтовна	Мережецентрична

Список опублікованих праць (статті)

1. Мухін В.Є. Структурна модель інтелектуального агента для підтримки захищеної обробки даних в гетерогенних розподілених системах / В.Є. Мухін, М.М. Ткач, Я.І.Корнага, Є.О. Мостовий, О.Ю. Герасименко // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2016. – №2(42). – с.37-43.
2. Герасименко О.Ю. Програмний комплекс для моделювання роботи GRID-системи із підтримкою захищеної обробки даних / О.Ю. Герасименко // Телекомунікаційні та інформаційні технології: науковий журнал/ Київ: Державний університет телекомунікацій. – 2016. – № 4 (53). – с.92-98.
3. Hu Z. Analytical Assessment of Security Level of Distributed and Scalable Computer Systems / Z. Hu, V. Mukhin, Y. Kornaga, O. Barabash, O. Herasymenko // International Journal of Intelligent Systems and Applications. Hong Kong: MECS Publisher, 2016. – Vol. 8. – № 12. – p. 57 – 64.
4. Hu Z. The scheduler for the grid-system based on the parameters monitoring of the computer components / Zhenbing Hu, V. Mukhin, Ya. Kornaga, O. Herasymenko, Yu. Bazaka // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Information Technology. – 2017. – № 1(2). – с.31-39.
5. Ху Чж. Управление ресурсами распределенной компьютерной системы с учетом уровня доверия к вычислительным компонентам / Чженбин Ху, В.Є. Мухин, Я.И. Корнага, О.Ю. Герасименко // Кибернетика и системный анализ. – 2017. – Том 53. – №2. – с.168-180.
6. Hu Z. Distributed Computer System Resources Control Mechanism Based on Network-Centric Approach / Z. Hu, V. Mukhin, Ya. Kornaga, Ya. Lavrenko, O. Herasymenko // International Journal of Intelligent Systems and Applications(IJISA). – Vol. 9. – No. 7. – pp.41-51.

Список опублікованих праць (тези доповіді)

1. Мухін В.Є. Оптимізаційна багатofакторна модель оцінки показників функціонування розподіленої комп'ютерної системи / В.Є. Мухін, Я.І. Корнага, А.П. Яковлева // XII Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту» (ISDMCІ'2016) 24-28 травня 2016 року. Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Херсон: Видавництво ПП Вишемирський В. С., 2016. – 382 с. – с.116-118.
2. Мухин В.Е. Многофакторная оптимизационная модель оценки параметров распределенных компьютерных систем / В.Е. Мухин, Я.И. Корнага, О.Ю. Герасименко // II Міжнародна конференція "Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем" 1-3 листопада 2016 року. Дніпро, ДВНЗ УДХТУ. – с.212-214.
3. Мухін В.Є. Метапланувальник для розподіленої комп'ютерної системи із підтримкою захищеної обробки даних / В.Є. Мухін, Я.І. Корнага, О.Ю. Герасименко // II Міжнародна конференція "Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем" 1-3 листопада 2016 року. Дніпро, ДВНЗ УДХТУ. – с.210-212.
4. Мухін В.Є. Оцінка часу затримки передачі пакетів у залежності від технології мережі / В.Є. Мухін, Я.І. Корнага, О.Ю. Герасименко // II Міжнародна конференція "Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем" 1-3 листопада 2016 року. Дніпро, ДВНЗ УДХТУ. – с.208-209.
5. Мухін В.Є. Адаптивний механізм управління захищеністю для підтримки безпечної обробки даних у розподілених комп'ютерних системах / В.Є. Мухін, Я.І. Корнага, О.Ю. Герасименко // III Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та взаємодії»(ІТ&І) 8 – 10 листопада 2016 року. Київ, КНУ імені Тараса Шевченка. Збірник тез доповідей. – с.201-202.
6. Герасименко О.Ю. Децентралізоване управління ресурсами захищеної розподіленої комп'ютерної системи на базі мережецентричного підходу / О.Ю. Герасименко // Актуальні задачі та досягнення у галузі кібербезпеки. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції 23-25 листопада 2016 року, м.Кропивницький. – с.92-93.
7. Hu Z. The Scheduler for Distributed Computer Systems Based on the Network Centric Approach to Resources Control /Z. Hu, V. Mukhin, Ya. Kornaga, A. Volokyta, O. Herasyumenko // Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), 21-23 Sept. 2017, Bucharest, Romania. – vol.1. – p. 518-523.
8. Мухін В.Є. Особливості реалізації модуля системи управління ресурсами розподіленої комп'ютерної системи на основі мережецентричного підходу / В.Є. Мухін, Я.І. Корнага, О.Ю. Герасименко // Науково-технічна конференція молодих учених «Актуальні проблеми інформаційних технологій» (АРІТ) 8 – 10 листопада 2017 року. Київ, КНУ імені Тараса Шевченка. Матеріали доповідей. – с.23-24.

Дякую за увагу

