

Системне діагностування
регулярних РМС структур
System diagnosis of regular
РМС structures

ВИКОНАВ:

СТУДЕНТ ІV КУРСУ ГРУПИ КА-44

ОВЕРЧУК ОЛЕКСІЙ СЕРГІЙОВИЧ

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

К.Т.Н., ДОЦ. КОВАЛЕНКО А. Є.



Мета дослідження

Підвищення продуктивності і надійності функціонування автономних розподілених систем

Об'єкт дослідження

Алгоритми і методи системного діагностування розподілених систем

Предмет дослідження

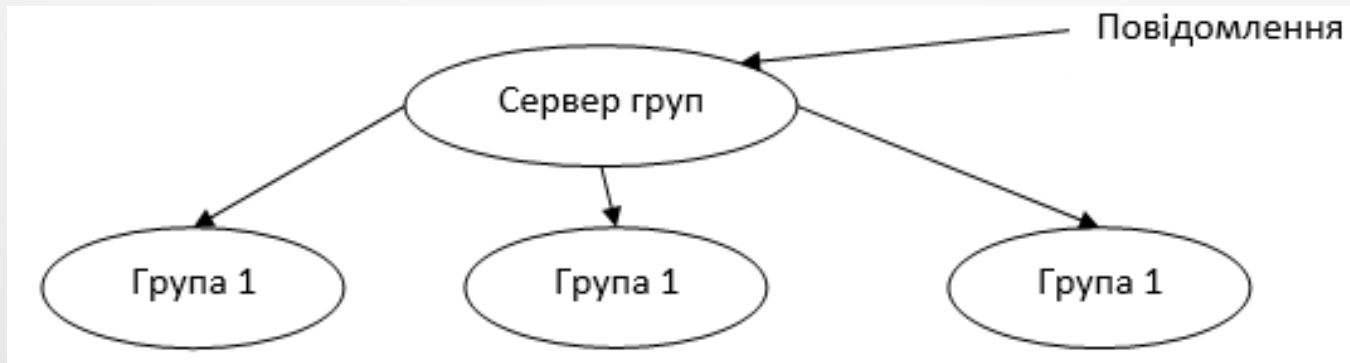
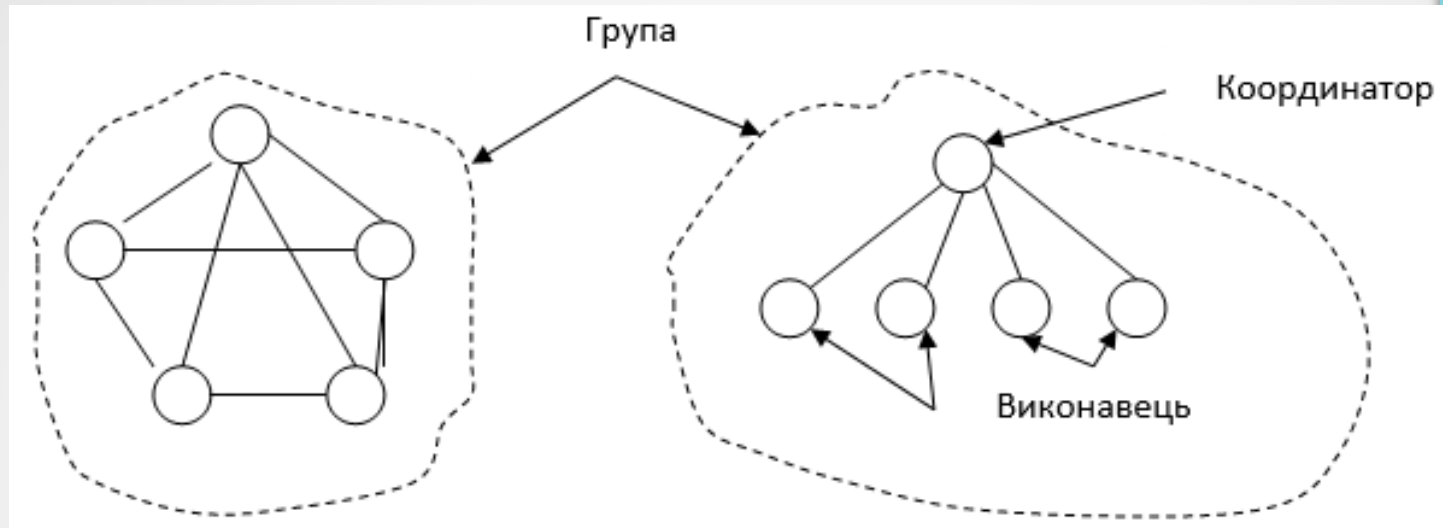
Побудова моделей системного діагностування відмовостійких процесів розподілених систем і обробки діагностичних даних

Актуальність дослідження

Актуальним є побудова відмовостійких розподілених інформаційних систем великої розмірності з кількістю елементів від 30 до кількох тисяч елементів.

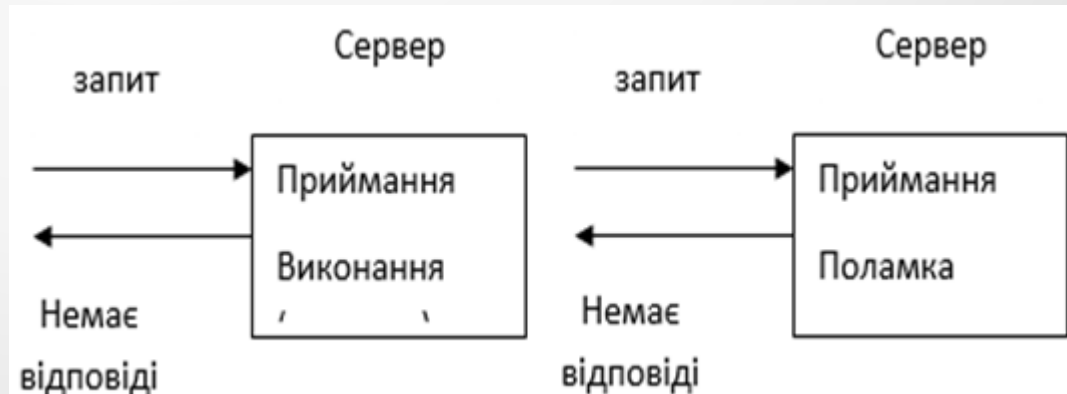
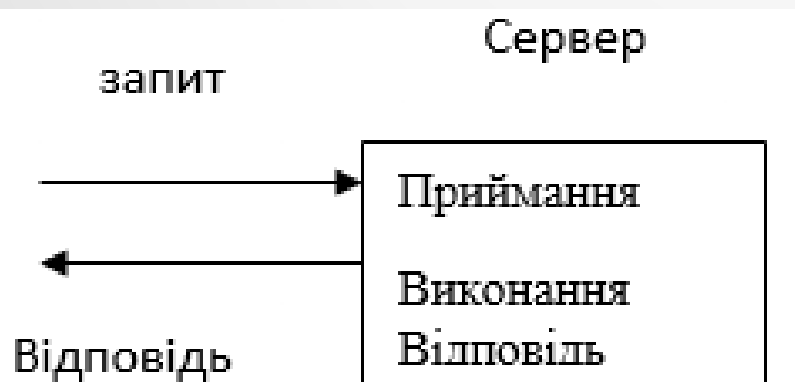
Найбільш ефективним підходом до створення і експлуатації таких систем є застосування методів системного діагностування і сучасних методів обробки інформації спрямовані на стискання діагностичних даних і подальшого використання при визначенні технічного стану системи.

Структурна організація групи процесів



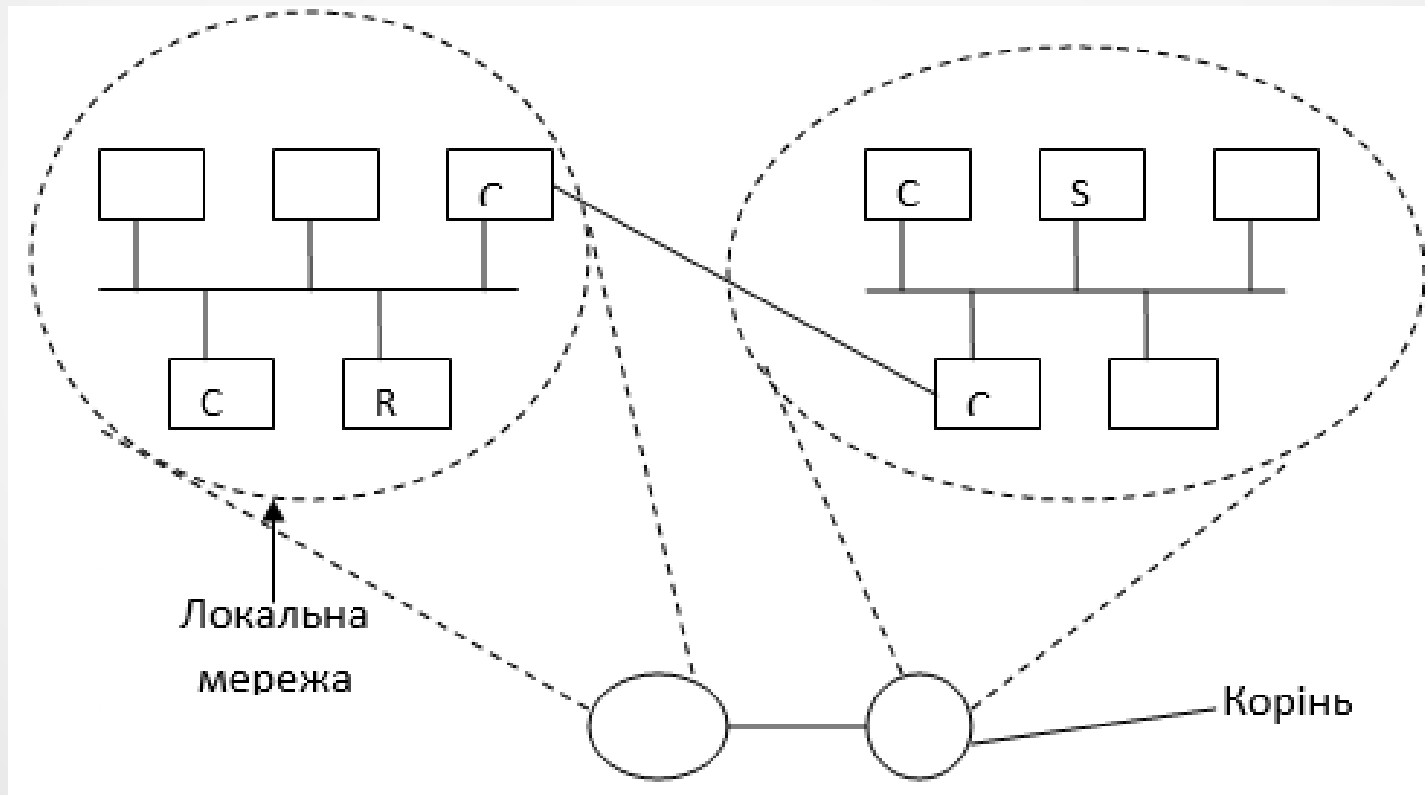
Класи відмов

- ❑ Неспроможність клієнта виявити сервер.
- ❑ Втрата повідомлення з запитом від клієнта до сервера
- ❑ Поломка сервера після отримання запиту
- ❑ Втрата зворотного повідомлення від сервера до клієнта
- ❑ Поломка клієнта після отримання відповіді



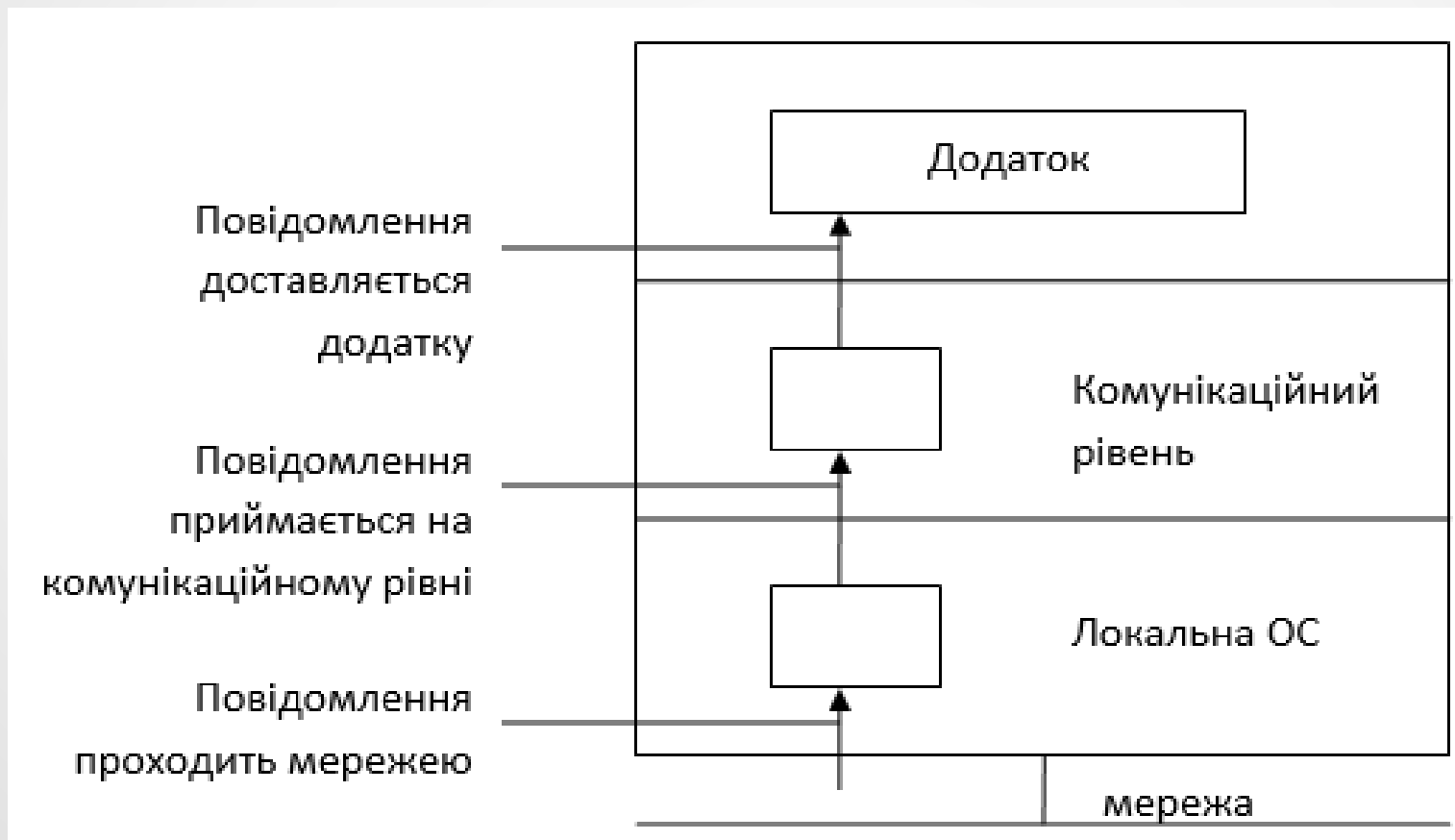
Надійна групова розсилка

Ієрархічне управління зворотнім зв'язком:



C – координатор, S – відправник повідомлення, R – отримувач повідомлення

Проходження повідомлення



Структуру системи задають у вигляді діагностичного графу $G = G(V, E)$, де V є множиною елементів системи, а E - множиною спрямованих зв'язків

Синдром системи A

$$A = \{ a_{ij} \mid \exists (v_i, v_j) \in E, v_i, v_j \in V \}$$

i підсиндроми

$$A_l \subseteq A, l = 1, \dots, k$$

являють собою вихідні дані для знаходження технічного стану системи за допомогою алгоритму діагностування.

Модель PMC процесів системного діагностування

F. Preparata, G. Metze, R. T. Chien, 1967

Tester unit	Unit under test	PMC test result	BGM test result
fault-free	fault-free	0	0
fault-free	faulty	1	1
faulty	fault-free	0 or 1	0 or 1
faulty	faulty	0 or 1	1

Базовий набір станів S_0 результату контролю для пар станів (fault, fault-free) елементів X, Y для фіксованих результатів, як декартовий добуток $S_0 = X \times Y$ може бути позначений як X_0, X_1, X_2, X_3 . Ці значення можна розглядати як відповідні розряди узагальненої моделі взаємодії елементів $m(i)$.

Визначивши пару значень з $\{m(i)\}$ можна задати модель отримання результатів контролю. Модель PMC відповідає моделі $\{m(13), m(14)\}$.

Структури діагностування можна розглядати як сукупність простих регулярних структур. До таких структур належать ланкові структури $G(V,E)$.

Для ланки L_j ДГ визначимо кількість елементів, структуру зв'язків і множину синдромів

$$A_j = \{A_j^i\}, \quad |A_j^i| \leq |E_j|$$

Гранична підмножина $|A_j^i| = |E_j|$ за

$$L_j = L_j(n_j, V_j, E_j, A_j^i),$$

$$E_j = \left\{ \begin{array}{l} (v_i, v_{i+1}) | \forall v_i, v_{i+1} \in V_j \Leftrightarrow \exists (v_i, v_{i+1}) \in E_j, i = 1, \dots, n_j - 1, \\ \text{AND } \exists v_l : (v_i, v_l) \in E_j, l = i + 1, (v_l, v_{i+1}) \in E_j, l = i \end{array} \right\}$$

Кількість станів систем при певних синдромах

$$N(L_j)_{\max} = fn_j,$$

$$f_n = X_{n-1} + Y_{n-1}, n = 2, \dots, n_j,$$

$$X_{n-1} = X_{n-2} + Y_{n-2}, Y_{n-1} = X_{n-2},$$

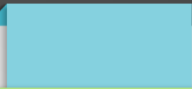
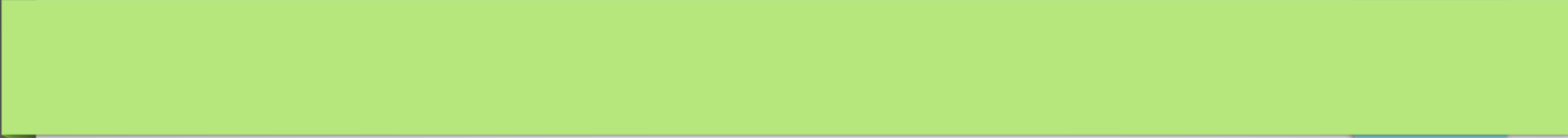
$$X_0 = Y_0 = 1$$

Ланка елементів L_j , які мають синдром з нульових результатів контролю, являє собою мінімальну структуру L_j , тобто

$$L_j = L_j(n_j, V_j, E_j, A_j^i),$$

$$E_j = \left\{ \begin{array}{l} (v_i, v_{i+1}) | \forall v_i, v_{i+1} \in V_j \Leftrightarrow \exists (v_i, v_{i+1}) \in E_j, i = 1, \dots, n_j - 1, \\ \text{AND } \exists v_l : (v_i, v_l) \in E_j, l = i + 1, (v_l, v_{i+1}) \in E_j, l = i \end{array} \right\}$$

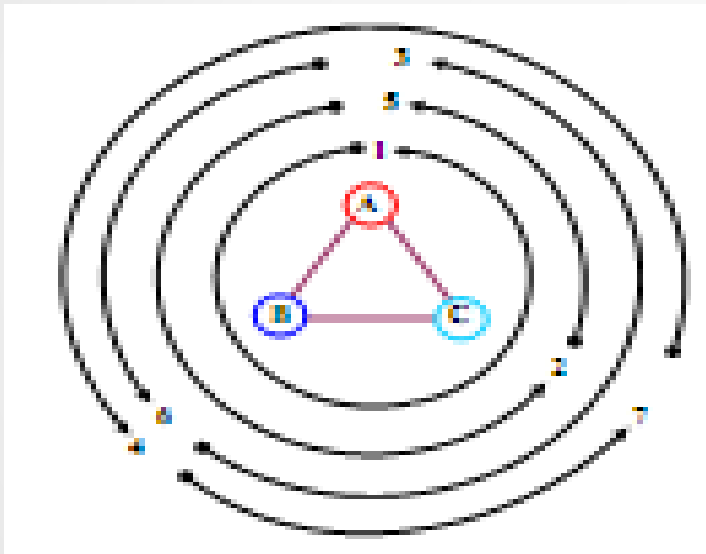
$$A_j^i = \left\{ a_{i,i+1} = 0 | \exists v_i, v_{i+1} \in V_j : (v_i, v_{i+1}) \in E_j, i = 1, \dots, n_j - 1, \right\}$$



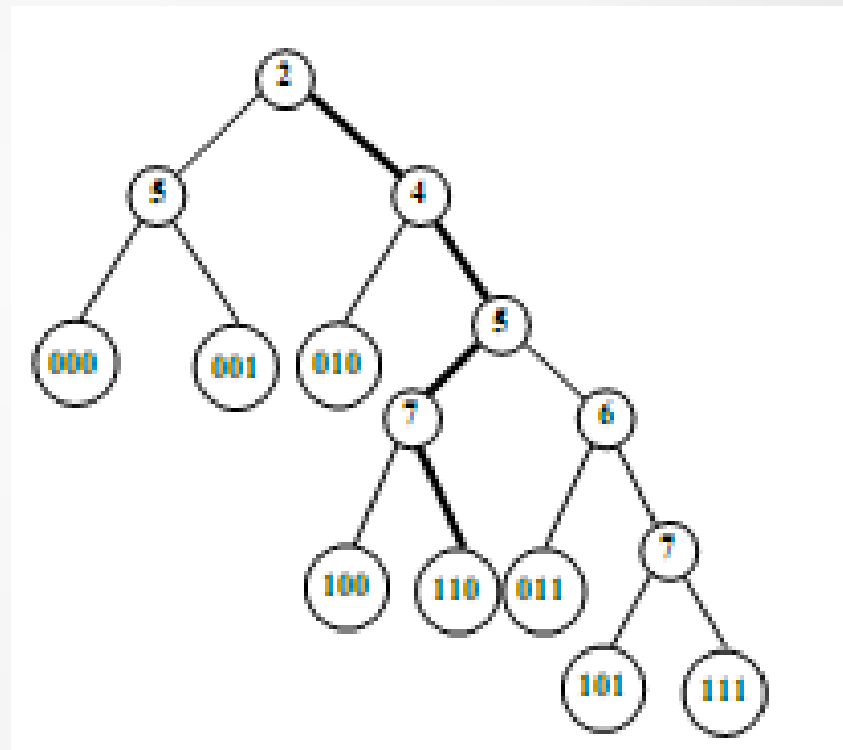
У мережах надійні мережеві вузли можуть бути змодельовані як вершини графів, а зв'язки та передавачі / приймачі, схильні до збоїв, як ребра графу.

- Вершини невразливі, тобто працездатні.
- Ребра є вразливими, і припускають що їх відмови є незалежними, з апіорною ймовірністю p , $0 < p < 1$.
- Припускають, що стани зв'язку не змінюються протягом часу діагностування системи. Час тестування може бути рівним за часом сумі всіх тестів.

АЛГОРИТМИ ДІАГНОСТУВАННЯ РЕГУЛЯРНИХ СТРУКТУР



$$F_{\beta} = \begin{cases} 1, & \text{if } TR = \text{DOWN} \\ 0, & \text{if } TR = \text{UP} \end{cases}$$



Апріорну імовірність для L зв'язків визначають за формулою

$$\Pr(s) = p^{\sum_{s=1}^L f_s} q^{L - \sum_{s=0}^L f_s}$$

Дерево рішень можна оцінити вартістю за

$$L_{\pi} = \sum_{s \in S} \Pr(s) l_s^{\pi}$$

S - множина станів системи

- глибина визначення стану, тобто шлях від кореня дерева рішень до стану

$$l_s^{\pi}$$

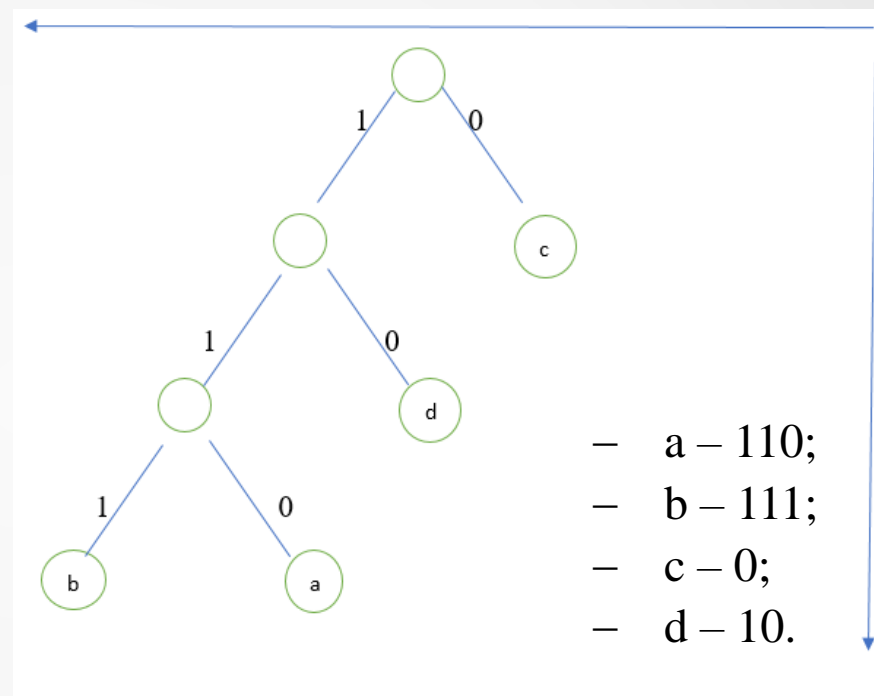
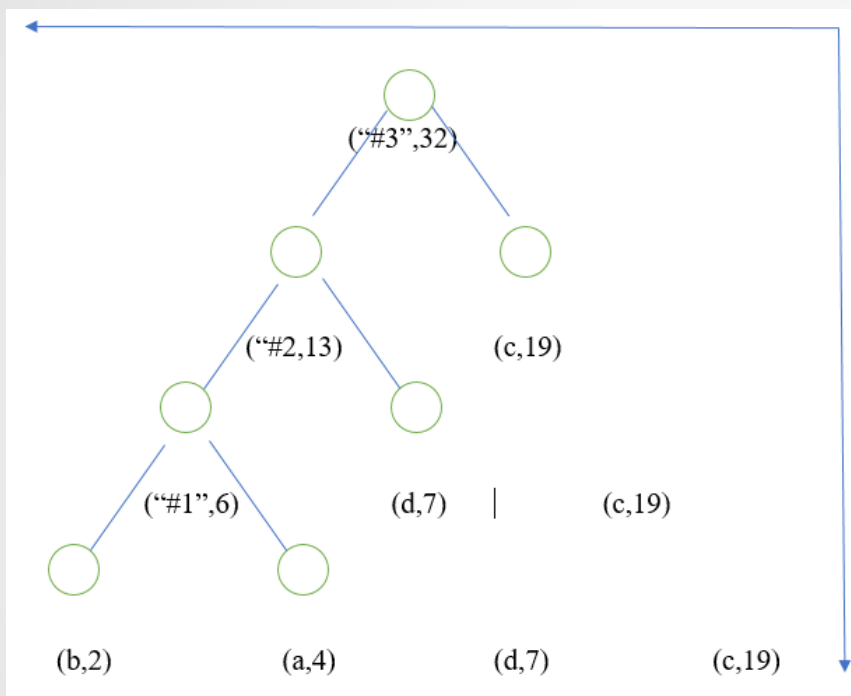
Середню вартість пошуку стану визначають, виходячи з кількості зв'язків L

$$\bar{L}_\pi = \frac{1}{L} \sum_{s \in S} \text{Pr}(s) l_s^\pi$$

Мінімізується код, який має мінімальну середню довжину

$$\bar{L}^* = \min_{\pi \in \Pi(G)} \bar{L}_\pi = \min_{\pi \in \Pi(G)} \left\{ \frac{1}{L} \sum_{s \in S} \text{Pr}(s) l_s^\pi \right\} = \frac{1}{L} \sum_{s \in S} \text{Pr}(s) l_s^{\pi^*}$$

Алгоритм Хаффмана



```
alex@ubuntu:~/C$ ./encode test3 test3hu
```

```
[Pass1]
Reading input file test3
Constructing Huffman-Tree..
Assigning Codewords.

[Pass2]
Reading input file test3
Writing file test3hu
Writing File Header.
N=4
Padding=5
Writing compressed content.
Done..
```

```
alex@ubuntu:~/C$ hexdump -C test3hu
```

```
00000000 04 62 30 30 30 00 60 5d f2 b7 27 92 04 08 24 ba |.b000.`]..'...$.|
00000010 d2 bf 61 30 30 31 00 60 5d f2 b7 27 92 04 08 24 |..a001.`]..'...$.|
00000020 ba d2 bf 64 30 31 00 00 60 5d f2 b7 27 92 04 08 |...d01.`]..'...$.|
00000030 24 ba d2 bf 63 31 00 00 00 60 5d f2 b7 27 92 04 |$....c1.`]..'...$.|
00000040 08 24 ba d2 bf 05 07 31 49 21 b5 af ff |$.....1I!...|
0000004d
```

```
alex@ubuntu:~/C$ ./decode test3hu test3unhu
```

```
[Reading File Header]
Detected: 4 different characters.
Reading character to Codeword Mapping Table
Detected: 5 bit padding.

[Reading data]
Replacing codewords with actual characters
Everything fine.
Output file test3unhu written successfully.
```


Алгоритми LZ77, Бурроу-Вілера та LZMA

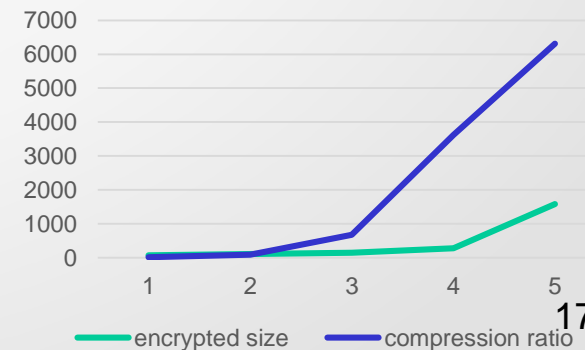
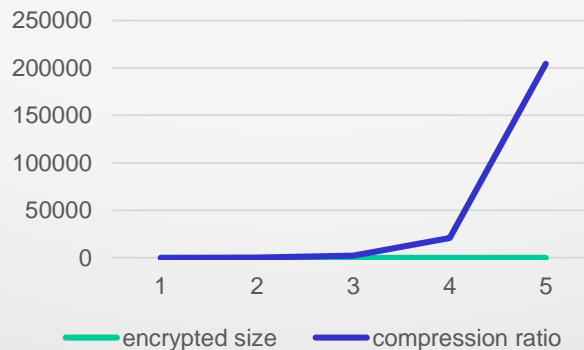
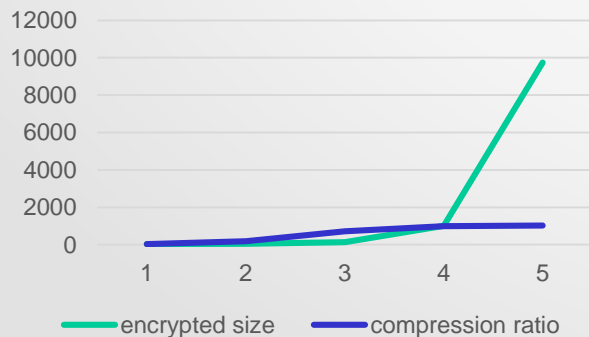
$\left\{ \begin{array}{ll} \text{gzip} & \text{DEFLATE (LZ77 + Huffman)} \\ \text{bzip2} & \text{Burrows - Wheeler (Huffman + RLE)} \\ \text{xz} & \text{LZMAZ LZ, LZMA} \end{array} \right.$

$$N=n(n-1)=n^2$$

original size	encoded size	compression ratio
1000	34	29,41176
10000	52	192,3077
100000	140	714,2857
1000000	1009	991,0803
10000000	9744	1026,273

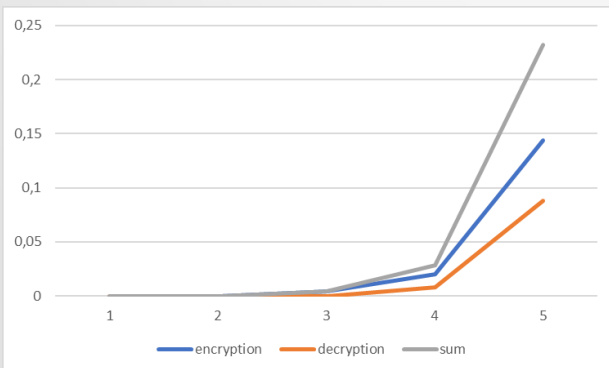
original size	encoded size	compression ratio
1000	45	22,22222
10000	44	227,2727
100000	47	2127,66
1000000	48	20833,33
10000000	49	204081,6

original size	encoded size	compression ratio
1000	76	13,15789
10000	108	92,59259
100000	148	675,6757
1000000	276	3623,188
10000000	1584	6313,131



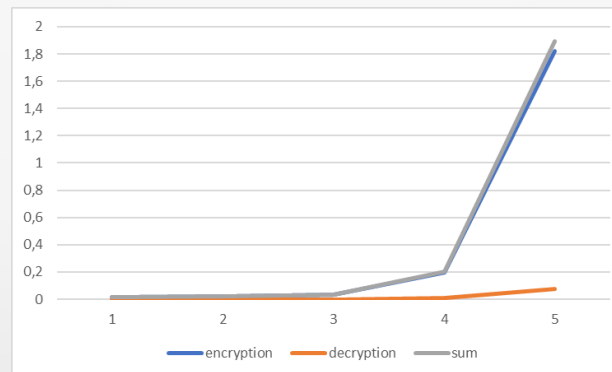
LZ77+Huffman

N	encoding	dencodin	
		g	sum
1000	0	0	0
10000	0	0	0
100000	0,004	0	0,004
100000 0	0,02	0,008	0,028
100000 00	0,144	0,088	0,232



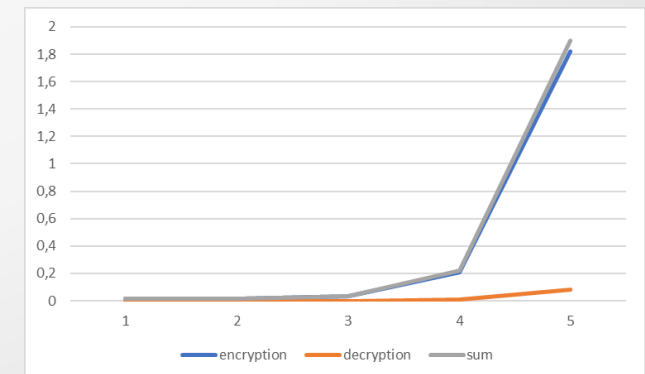
Huffman + RLE

N	encoding	dencodin	
		g	sum
1000	0,016	0	0,016
10000	0,02	0	0,02
100000	0,036	0	0,036
100000 0	0,196	0,008	0,204
100000 00	1,82	0,076	1,896



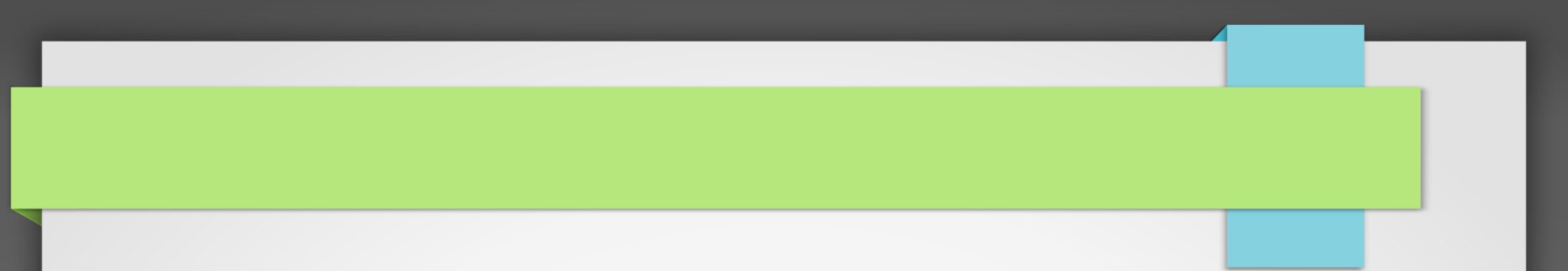
LZ + LZMA

N	encoding	dencodin	
		g	sum
1000	0,016	0	0,016
10000	0,016	0	0,016
100000	0,036	0	0,036
1000000	0,208	0,012	0,22
1000000 0	1,82	0,08	1,9



ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз і опрацювання джерел інформації з системного діагностування відмовостійких розподілених систем.
2. Розглянуто моделі відмов у розподілених системах для поширених принципів керування процесами.
3. Досліджено моделі системного діагностування з використанням теорії графів для різних варіантів взаємодії елементів системи.
4. Запропоновано інтегрований підхід до системного діагностування розподілених систем.
5. Досліджено моделі тестування регулярних структур для статистичних моделей побудови кодів дерева прийняття рішень стану системи.
6. Проведено оцінка оптимальності кодування із застосуванням статистичних методів теорії кодування.



Розглянуті методи та алгоритми та їх модифікації можна використати для дослідження проблеми діагностики несправностей оптичних мереж з автономною моделлю з'єднання ліній зв'язку. Дослідження показує, що складність системи керування несправностями у всіх оптичних мережах може бути зменшена.

Застосування відомих алгоритмів побудови кодів дозволяє знизити вартість системи. Крім того забезпечується ефективно накопичення діагностичної інформації розподіленої системи.

Використання середньої кількості довжини тестових наборів, як оцінки складності, дозволяє оцінити оптимальність алгоритмів діагностування системи з інформаційно-теоретичної точки зору. Розглянуті схеми тестування можуть бути оптимальними в ентропійному розумінні для випадку однієї відмови для структур за лінійною топологією і застосовані не тільки для оптичних мереж, але і інших розподілених систем.

Основні результати обліковані у роботах:

Kovalenko A.E., Overchuk O.S. Huffman compression of test data in system-level diagnosis models. **Радіоелектроніка та молодь XXI-століття**: Матеріали XXI Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь XXI-століття», т.8. Харків: ХНУРЕ, 2017.С.76-77.

Kovalenko A.E., Overchuk O.S. COMPRESSION OF TEST DATA IN REGULAR PMC DIAGNOSIS MODELS. **Сучасні проблеми електроенергетики та автоматики**: Міжнародний науково-технічний журнал молодих учених, аспірантів і студентів, т.3. Київ: НТУ«КПІ», 2017.С.353-354.

Отримані результати дипломної роботи впроваджено при виконанні науково-дослідної роботи: ММСА-1/2016 «Моделі системного діагностування відмовостійких розподілених інформаційних систем» (Номер державної реєстрації - № 0116U006086 Кафедра математичних методів системного аналізу ННК «ІПСА», науковий керівник: Коваленко А.Є.).

ДОВІДКА

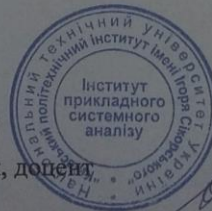
про використання результатів виконання
дипломної роботи студента
Оверчука Олексія Сергійовича
на тему: «Системне діагностування регулярних РМС структур»

Дипломна робота студента Оверчука Олексія Сергійовича на тему: «Системне діагностування регулярних РМС структур» виконувалась в рамках науково-дослідної роботи ММСА-1/2016 «МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВІДМОВОСТІЙКИХ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ» (реєстраційний номер 0116U006086 від 20.04.16.

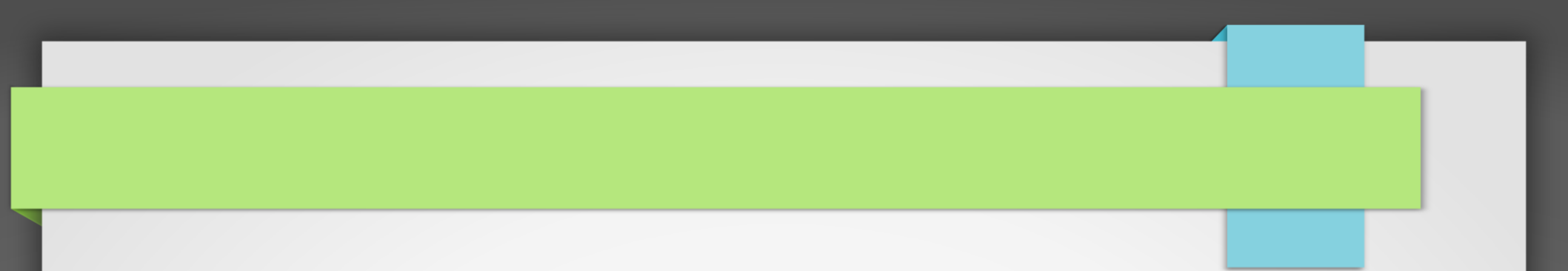
Під час роботи в якості виконавця науково-дослідної роботи ММСА-1/2016 студентом Оверчуком Олексієм Сергійовичем отримано результати з побудови моделей системного діагностування розподілених систем для РМС-моделей взаємодії елементів системи, проведено моделювання процесів стискання діагностичних даних на основі статистичних алгоритмів алгоритмів Huffman, RLE, а також словарних алгоритмів LZ для побудови кодів.

Отримані результати було використано при підготовці звіту з науково-дослідної роботи ММСА-1/2016 «МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВІДМОВОСТІЙКИХ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ» (державний обліковий номер НДР 0218U001603 від 16.03.18, інформаційний номер науково-технічної продукції 0718U001649).

Науковий керівник:
кандидат техн. наук, доцент



А.Є.Коваленко



Дякую за увагу