

Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий інститут комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

КУРСОВА РОБОТА
з дисципліни «Комп'ютерні системи»

Виконав:
Студент групи СП-325
Щербина А.І.

Київ 2019

Теоретичні відомості

Метою курсової роботи є дослідження основних топологічних характеристик паралельних обчислювальних систем з масивно-паралельними архітектурами (massive parallel processing, *MPP*-системи).

MPP-системи - це багатопроцесорні системи з розподіленою (локальною) оперативною пам'яттю. Їхня основна перевага - необмежена масштабованість (можливість збільшення кількості процесорів у системі без зміни її властивостей). У зв'язку із цим *MPP*-систем містять сотні, тисячі процесорів. Так, у цей час, найбільш продуктивні *MPP*-системи у світі містять близько мільйона процесорів. Відомо два способи взаємозв'язків між процесорами в *MPP*-системі:

- статичний, коли процесори зв'язані за допомогою спеціальних двунправлених каналів;
- динамічний, коли для взаємозв'язків між процесорами використовують комутатори.

У першому випадку процесори в *MPP*-системах можуть поєднуватися в різні топології, а в другому випадку - являють собою тільки повнозв'язану топологію.

У даній роботі розглядається *MPP*-системи зі статичними взаємозв'язками. Для таких систем існує множина топологічних характеристик. Основними топологічними характеристиками є:

1. Діаметр системи (D) - це мінімальна відстань між двома максимально віддаленими процесорами. Наприклад, діаметр для повнозв'язаної системи дорівнює 1, а для топології «зірка» дорівнює 2. Діаметр кільцевої топології дорівнює $n/2$, а лінійної топології дорівнює $n-1$, де n - кількість процесорів у системі. Оптимальним є мінімальне значення діаметра. Приклади різних графів топологій систем наведені на рис. 1.

2. Середній діаметр (\bar{D}). Ця характеристика визначається за формулою:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n-1} d_{ij}}{n(n-1)}, \quad (1)$$

де d_{ij} - мінімальна відстань між i -м та j -м процесорами. Оптимальним є мінімальне значення середнього діаметра.

3. Ступінь (S). Ця характеристика визначається як максимальна кількість дуг (зв'язків), інцидентні вершині (процесору) у графі топології системи. Так, ступінь лінійної й кільцевої топології дорівнює 2, повнозв'язної топології дорівнює $(n-1)$.

4. Вартість (C). Існує множина варіантів визначення вартості системи. Відповідно до одного з них вартість визначається як сумарна кількість зв'язків у системі. Відповідно до іншого варіанта вартість визначається за формулою:

$$C = DnS \quad (2)$$

У роботі можна використати будь-який варіант визначення вартості. Оптимальним є мінімальне значення вартості.

5. Топологічний трафік (T). Ця характеристика визначається за формулою:

$$T = \frac{2\bar{D}}{S} \quad (3)$$

Топологічний трафік визначає ступінь використання зв'язків у системі. Оптимальне значення $T=1$, що означає потенційне використання всіх наявних зв'язків між процесорами. Якщо $T < 1$, це означає, що частина фізичних зв'язків у системі при пересиланні даних не будуть використані. Якщо ж $T > 1$, при пересиланні даних зв'язків, які є в системі, буде недостатньо, тобто можливі додаткові тимчасові затримки.

Хід виконання роботи

1. Визначення порядку нумерації процесорів у кластерах системи та кількості процесорів що додаються при масштабуванні топологій.

1.1 Топологія "Лінійка".

Початкова кількість процесорів у даній топології дорівнює 7. Потім по лінійному закону додається по 7, і так до 105. Нумерація процесорів топології нарощується зліва-направо, зверху-вниз.

Масштабування топології "Лінійка":

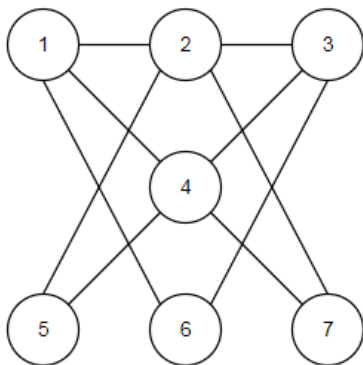


Рис.1. Перший крок масштабування топології "Лінійка".

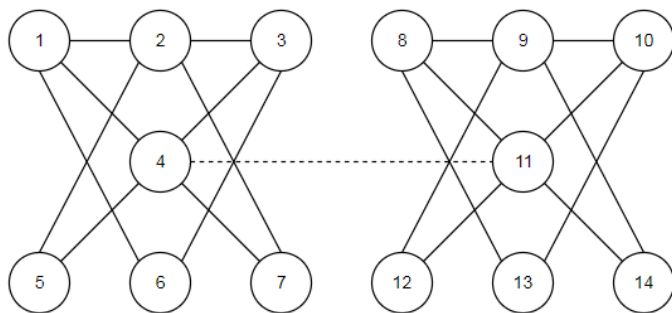


Рис.2. Другий крок масштабування топології "Лінійка".

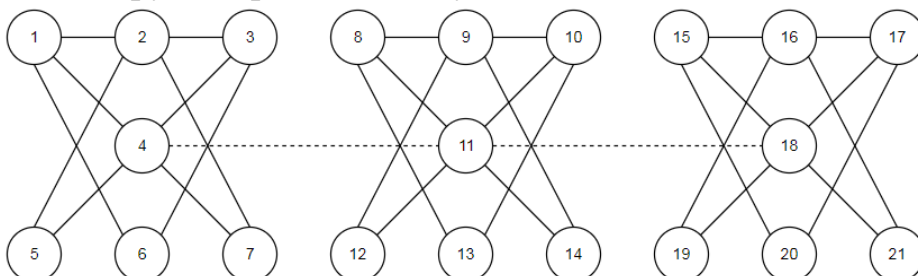


Рис.3. Третій крок масштабування топології "Лінійка".

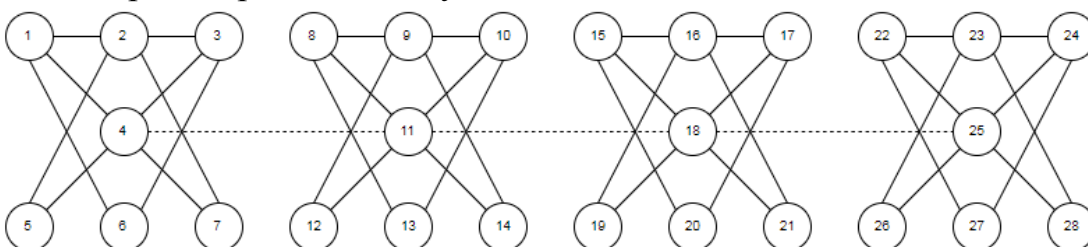


Рис.4. Четвертий крок масштабування топології "Лінійка".

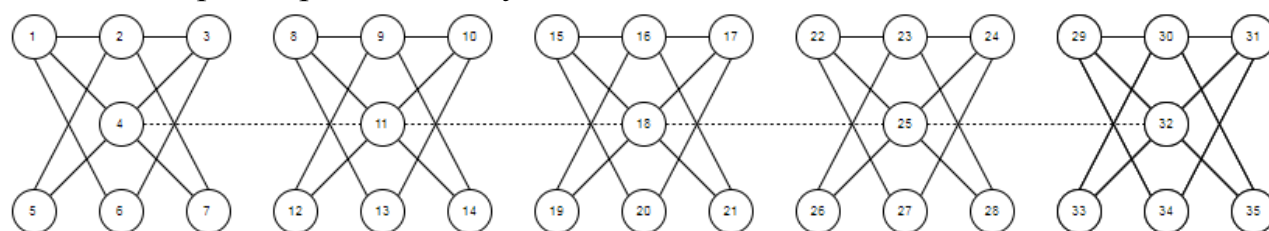


Рис.5. П'ятий крок масштабування топології "Лінійка".

2. Топологія "Зірка".

Початкова кількість процесорів у даній топології дорівнює 7. Потім по лінійному закону додається по 7, і так до 105. Нумерація процесорів топології нарощується зліва-направо, зверху-вниз.

Масштабування топології "Зірка":

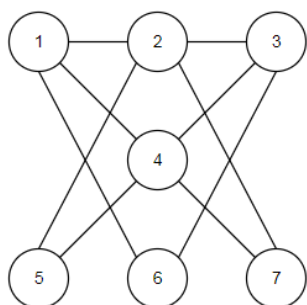


Рис.6. Перший крок масштабування топології "Зірка".

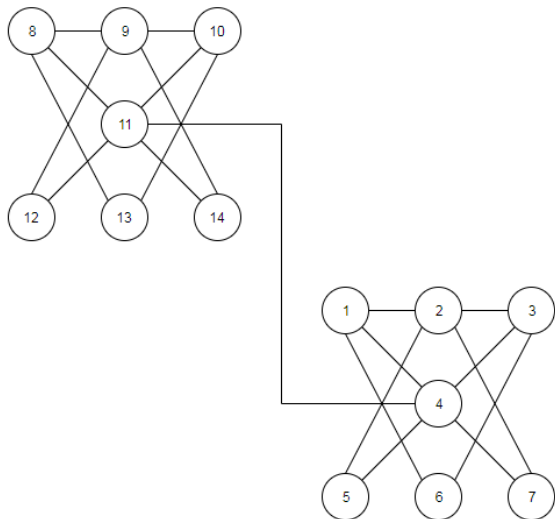


Рис.7. Другий крок масштабування топології "Зірка".

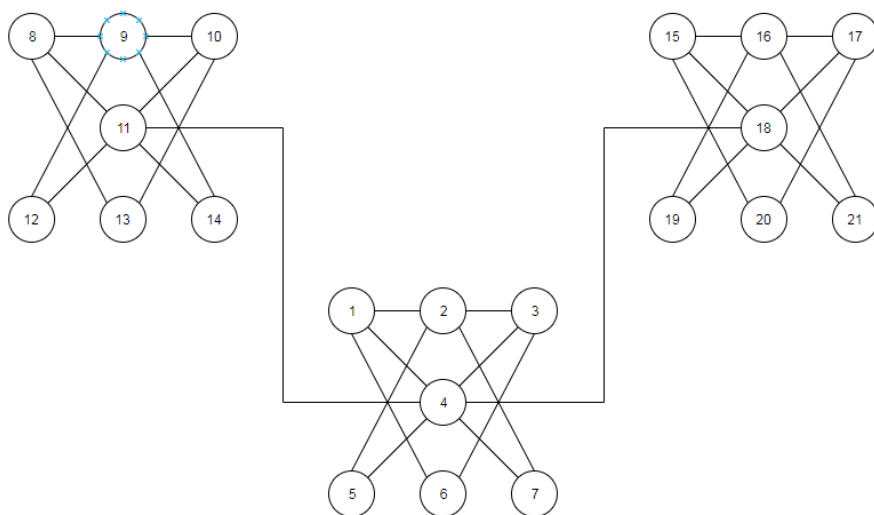


Рис.8. Третій крок масштабування топології "Зірка".

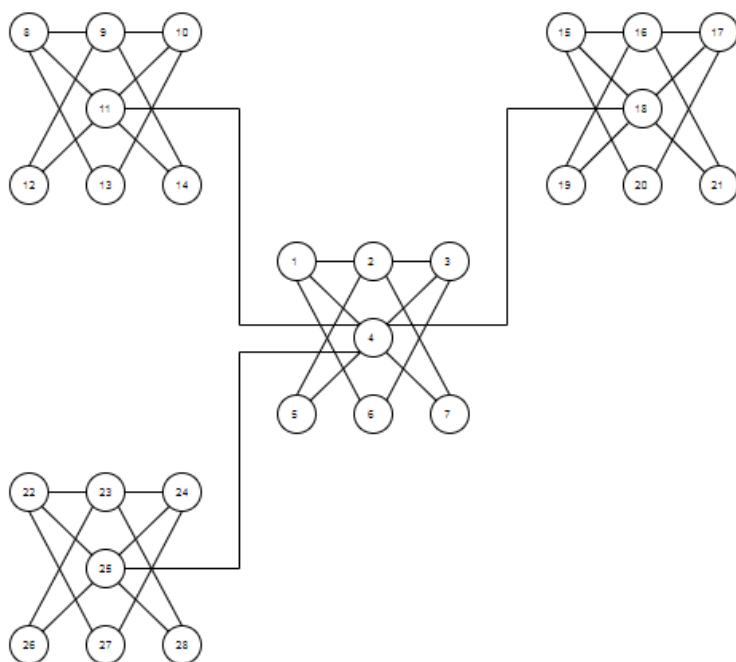


Рис.9. Четвертий крок масштабування топології "Зірка".

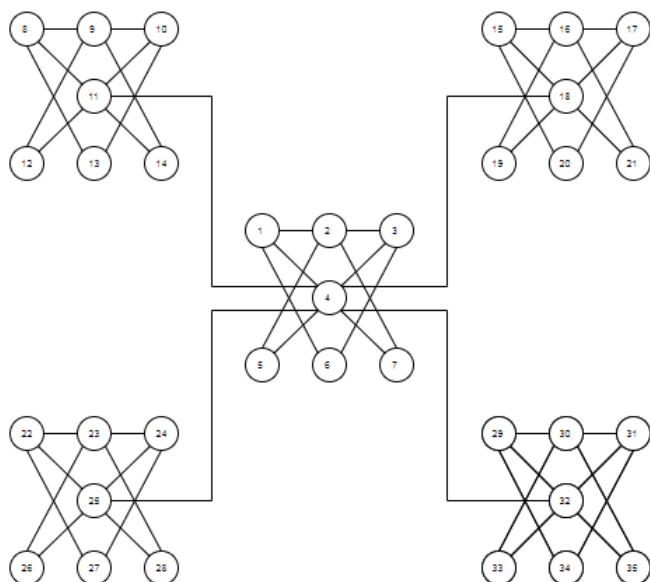


Рис.10. П'ятий крок масштабування топології "Зірка".

3. Топологія "Кільце".

Початкова кількість процесорів у даній топології дорівнює 7. Потім по лінійному закону додається по 7, і так до 105. Нумерація процесорів топології нарощується зліва-направо, зверху-вниз.

Масштабування топології "Кільце":

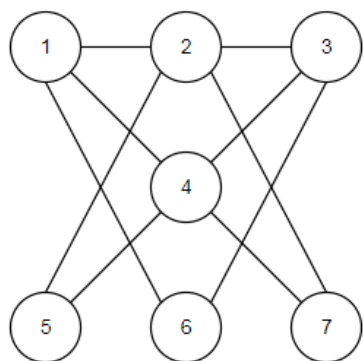


Рис.11. Перший крок масштабування топології "Кільце".

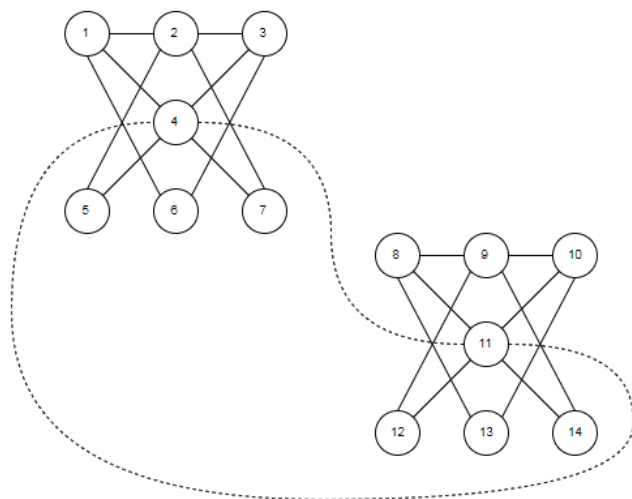


Рис.12. Другий крок масштабування топології "Кільце".

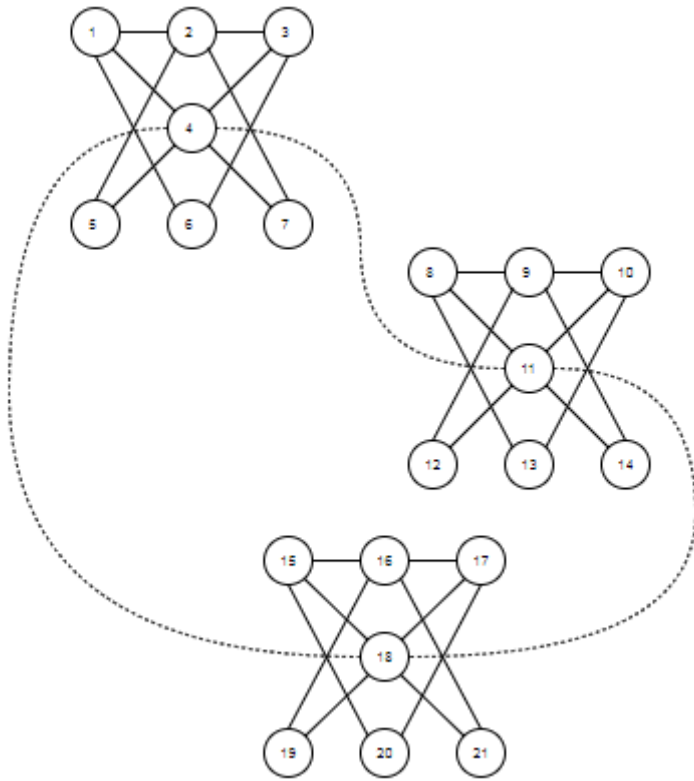


Рис.13. Третій крок масштабування топології "Кільце".

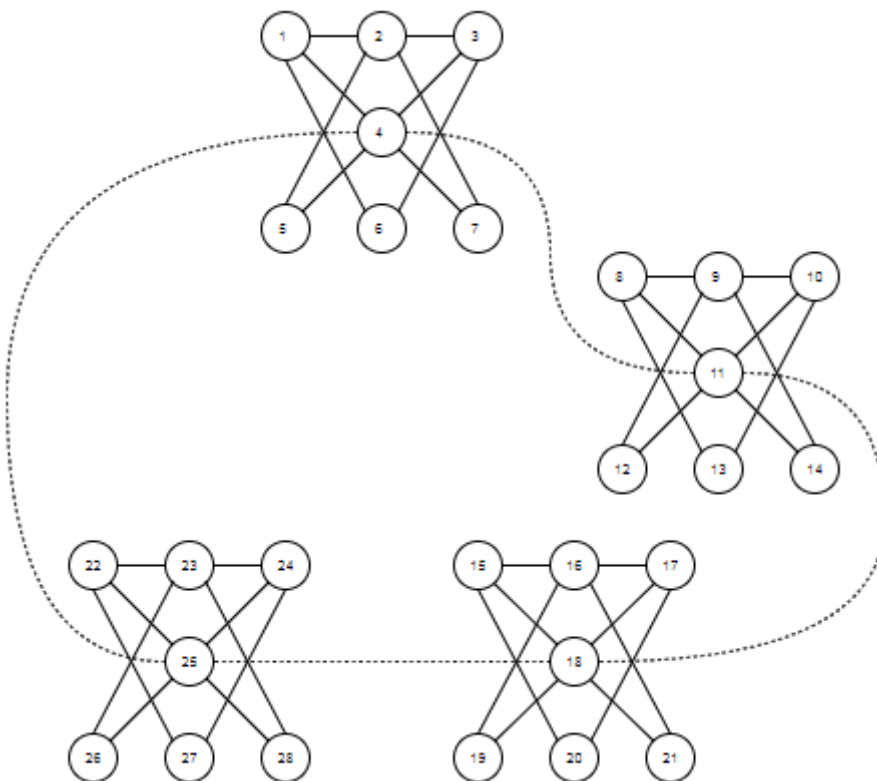


Рис.14. Четвертий крок масштабування топології "Кільце".

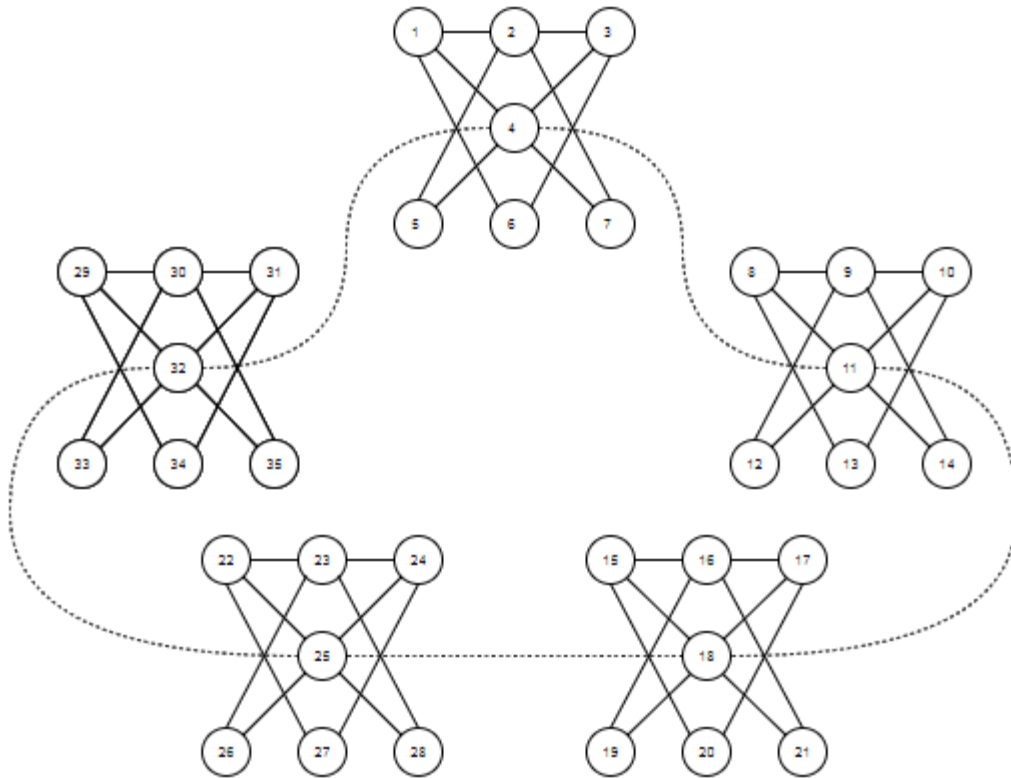


Рис.15. П'ятий крок масштабування топології "Кільце".

4. Топологія "Решітка".

Початкова кількість процесорів у даній топології дорівнює 7. Потім по лінійному закону додається по 7, і так до 105. Нумерація процесорів топології нарощується зліва-направо, зверху-вниз.

Масштабування топології "Решітка":

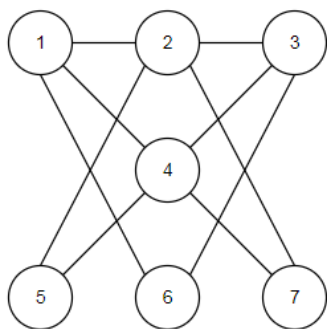


Рис.16. Перший крок масштабування топології "Решітка".

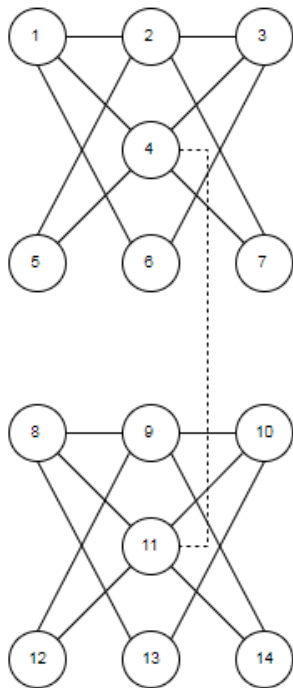


Рис.17. Другий крок масштабування топології "Решітка".

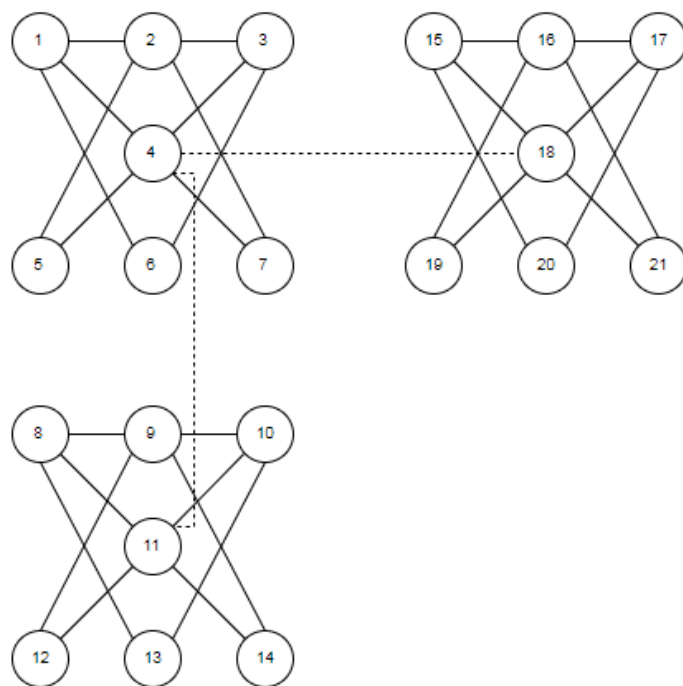


Рис.18. Третій крок масштабування топології "Решітка".

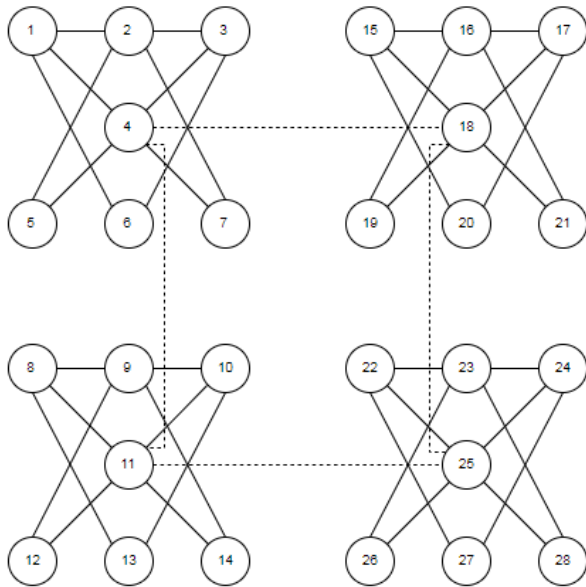


Рис.19. Четвертий крок масштабування топології "Решітка".

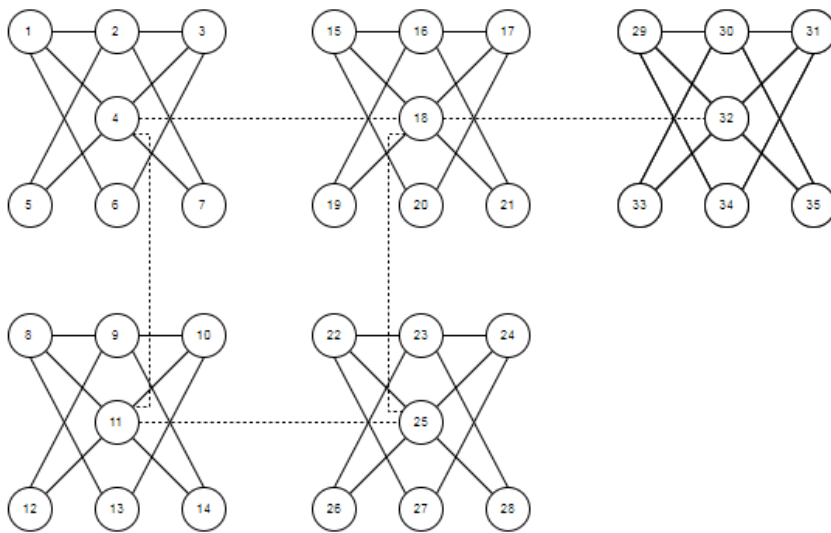


Рис.20. П'ятий крок масштабування топології "Решітка".

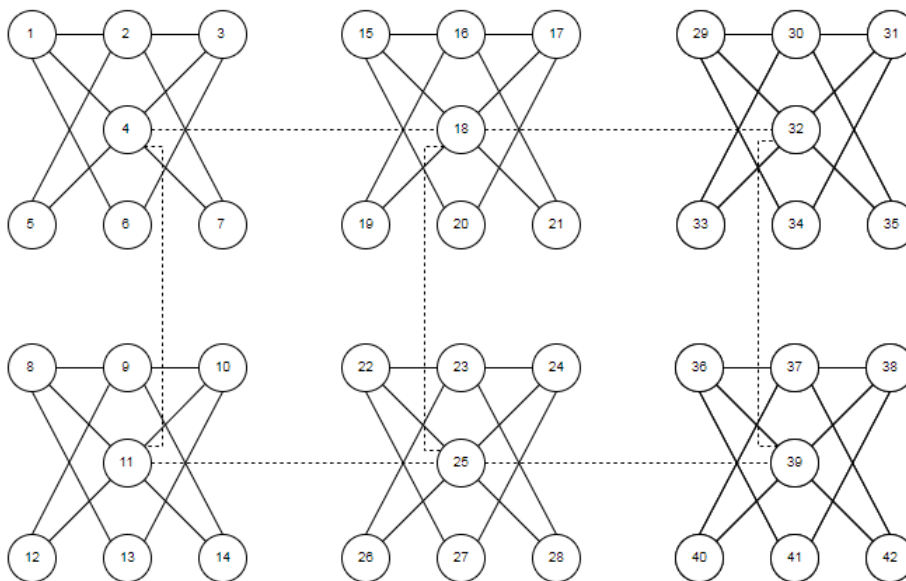


Рис.21. Шостий крок масштабування топології "Решітка".

2. Описання зв'язків процесорів на кожному кроці масштабування топологій за допомогою матриць суміжності.

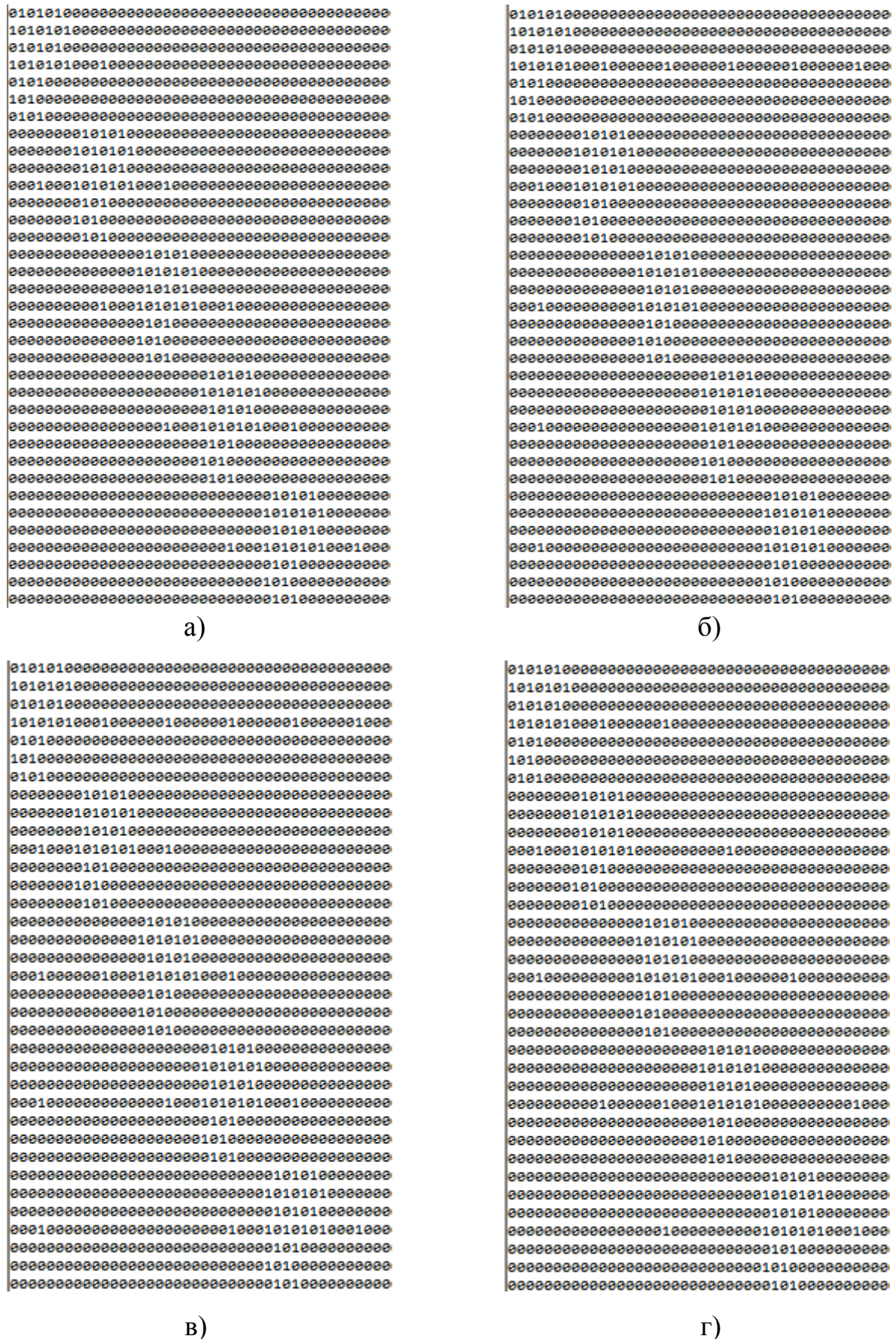


Рис.22. Матриця суміжності для 5-го кроку масштабування топологій:
а) "Лінійка", б) "Зірка", в) "Кільце", г) "Решітка".

3. Результати обчислення топологічних характеристик.

Топологія "Лінійка"					
Кількість процесорів	Топологічні характеристики				
	Діаметр	Середній діаметр	Ступінь	Вартість	Трафік
7	3	1,619047619	4	84	0,809524
14	5	2,516483516	5	350	1,006593
21	6	3,019047619	6	756	1,006349
28	7	3,433862434	6	1176	1,144621
35	8	3,81512605	6	1680	1,271709
42	9	4,180023229	6	2268	1,393341
49	10	4,535714286	6	2940	1,511905
56	11	4,885714286	6	3696	1,628571
63	12	5,231950845	6	4536	1,743984
70	13	5,575569358	6	5460	1,858523
77	14	5,917293233	6	6468	1,972431
84	15	6,257601836	6	7560	2,085867
91	16	6,596825397	6	8736	2,198942
98	17	6,935198822	6	9996	2,311733
105	18	7,272893773	6	11340	2,424298

Рис.23. Характеристики топології "Лінійка".

Топологія "Зірка"					
Кількість процесорів	Топологічні характеристики				
	Діаметр	Середній діаметр	Ступінь	Вартість	Трафік
7	3	1,619047619	4	84	0,809524
14	5	2,516483516	5	350	1,006593
21	6	3,019047619	6	756	1,006349
28	6	3,304232804	7	1176	0,944067
35	6	3,485714286	8	1680	0,871429
42	6	3,610917538	9	2268	0,802426
49	6	3,702380952	10	2940	0,740476
56	6	3,772077922	11	3696	0,685832
63	6	3,826932924	12	4536	0,637822
70	6	3,871221532	13	5460	0,595573
77	6	3,907723855	14	6468	0,558246
84	6	3,938324727	15	7560	0,52511
91	6	3,964346764	16	8736	0,495543
98	6	3,986745214	17	9996	0,469029
105	6	4,006227106	18	11340	0,445136

Рис.24. Характеристики топології "Зірка".

Топологія "Кільце"					
Кількість процесорів	Топологічні характеристики				
	Діаметр	Середній діаметр	Ступінь	Вартість	Трафік
7	3	1,619047619	4	84	0,809524
14	5	2,516483516	5	350	1,006593
21	5	2,785714286	6	630	0,928571
28	6	3,044973545	7	1176	0,869992
35	6	3,238655462	8	1680	0,809664
42	6	3,383275261	9	2268	0,751839
49	6	3,494047619	10	2940	0,69881
56	6	3,581168831	11	3696	0,651122
63	6	3,651305684	12	4536	0,608551
70	6	3,708902692	13	5460	0,5706
77	6	3,757006152	14	6468	0,536715
84	6	3,797762478	15	7560	0,506368
91	6	3,832722833	16	8736	0,47909
98	6	3,863033873	17	9996	0,454475
105	6	3,88956044	18	11340	0,432173

Рис.25. Характеристики топології "Кільце".

Топологія "Решітка"					
Кількість процесорів	Топологічні характеристики				
	Діаметр	Середній діаметр	Ступінь	Вартість	Трафік
7	3	1,619047619	4	84	0,809524
14	5	2,516483516	5	350	1,006593
21	6	3,019047619	6	756	1,006349
28	6	3,174603175	6	1008	1,058201
35	7	3,485714286	7	1715	0,995918
42	7	3,610917538	7	2058	1,031691
49	8	3,869047619	7	2744	1,105442
56	8	3,994805195	7	3136	1,141373
63	9	4,228366615	7	3969	1,208105
70	9	4,358178054	7	4410	1,245194
77	10	4,577580314	7	5390	1,30788
84	10	4,711417097	7	5880	1,346119
91	11	4,921611722	7	7007	1,406175
98	11	5,058910162	7	7546	1,445403
105	12	5,262637363	7	8820	1,503611

Рис.26. Характеристики топології "Решітка".

4. Побудова графіків на підставі отриманих результатів з пункту 3.

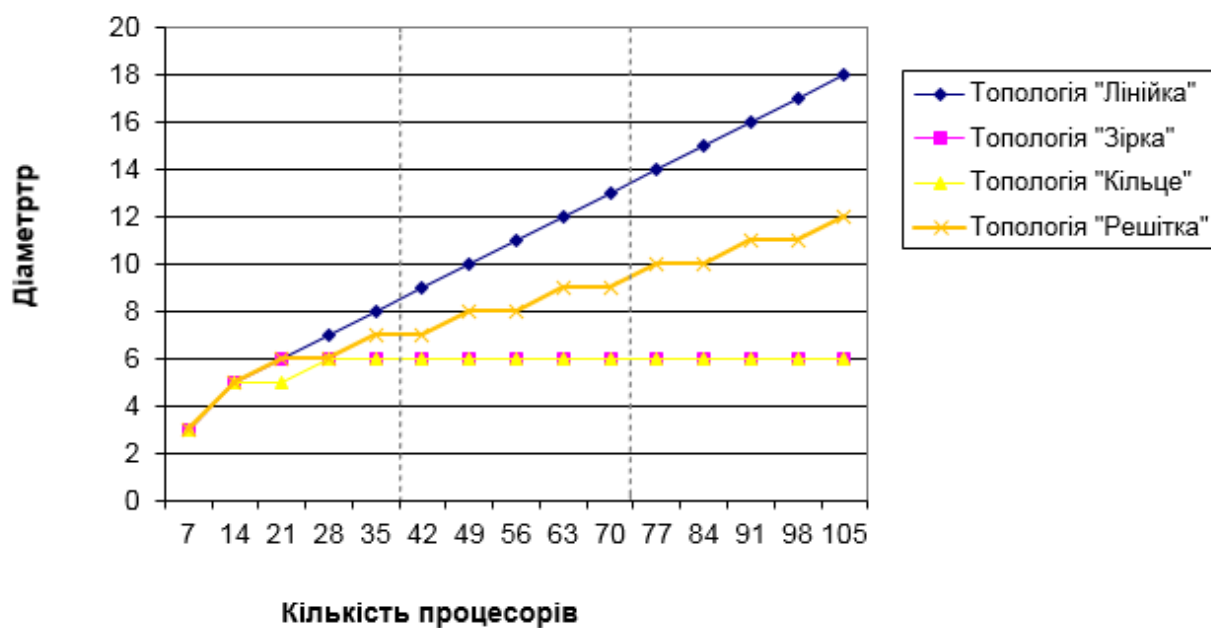


Рис.27. Графік залежності діаметра системи від кількості процесорів.

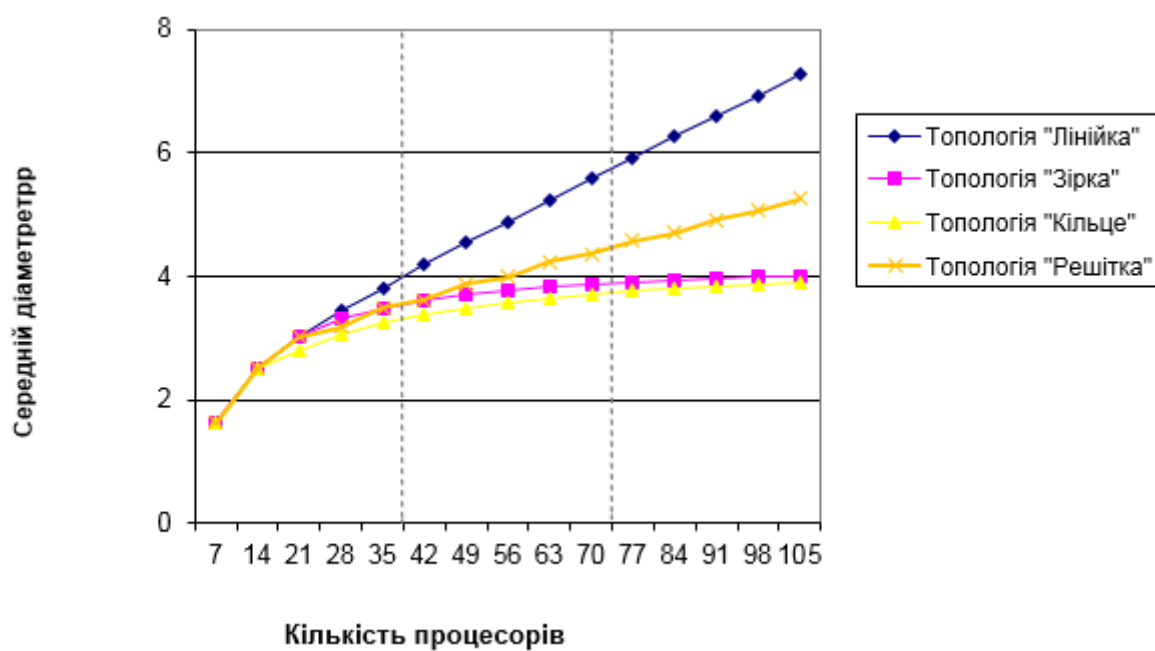


Рис.28. Графік залежності середнього діаметра системи від кількості процесорів.

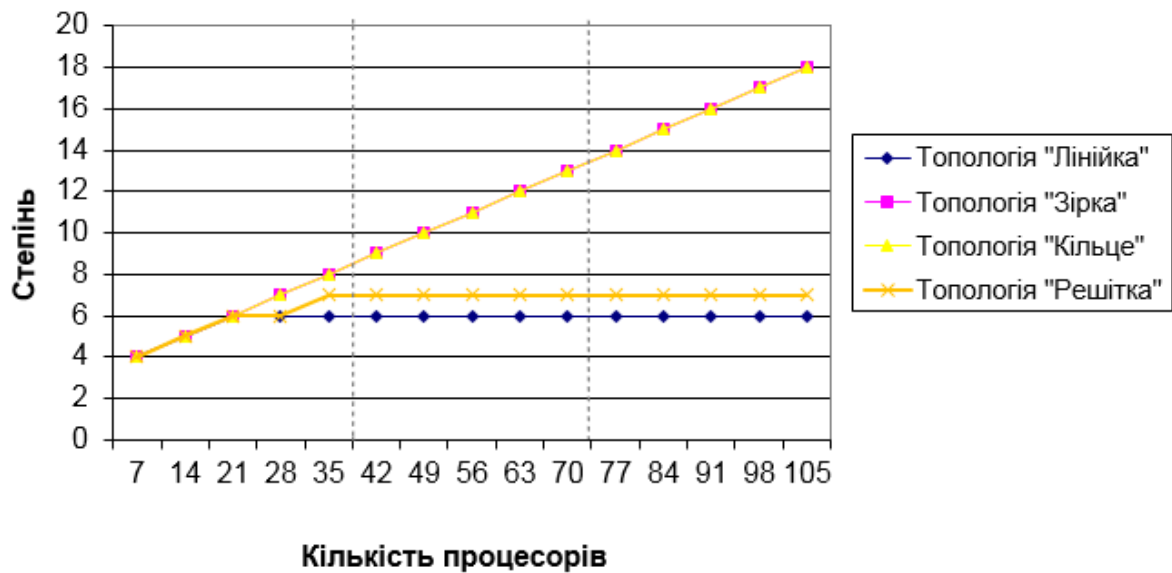


Рис.29. Графік залежності степеня системи від кількості процесорів.

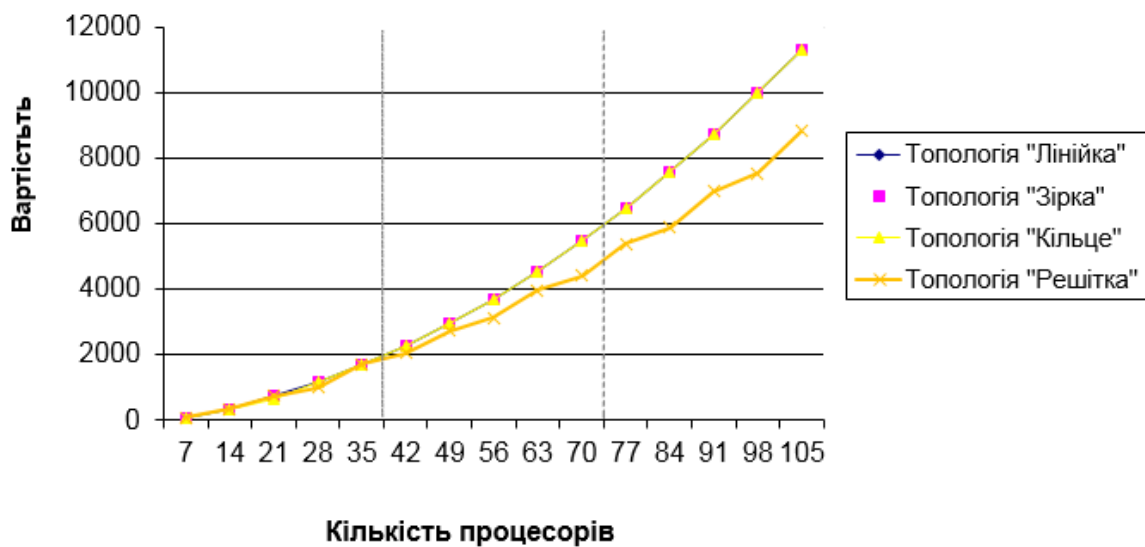


Рис.30. Графік залежності вартості системи від кількості процесорів.

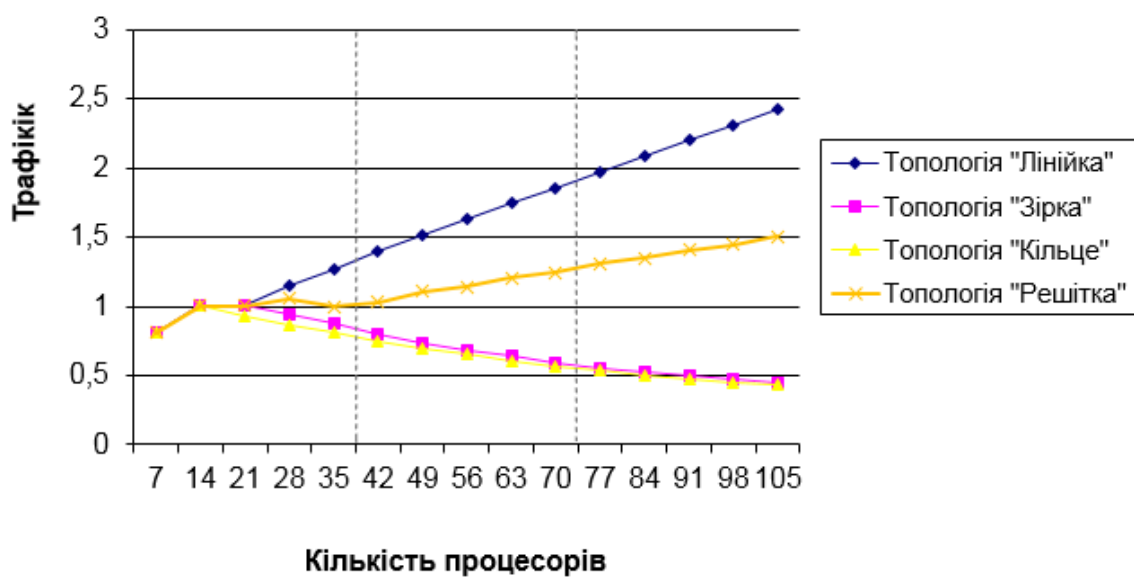


Рис.31. Графік залежності трафіку системи від кількості процесорів.

5. Порівняльний аналіз заданих топологій систем на підставі отриманих графіків.

Середні значення 1-35					
Топологія	Діаметр	Сер.діаметр	Степінь	Вартість	Трафік
Лінійка	5,8	2,88071345	5,4	809,2	1,047759
Зірка	5,2	2,78890517	6	809,2	0,927592
Кільце	5	2,64097489	6	784	0,884869
Решітка	5,4	2,76297924	5,6	782,6	0,975317
Середні значення 36-70					
Топологія	Діаметр	Сер.діаметр	Степінь	Вартість	Трафік
Лінійка	11	4,8817944	6	3780	1,627265
Зірка	6	3,75670617	11	3780	0,692426
Кільце	6	3,56374002	11	3780	0,656184
Решітка	8,2	4,012263	7	3005,333	1,146361
Середні значення 71-105					
Топологія	Діаметр	Сер.діаметр	Степінь	Вартість	Трафік
Лінійка	16	6,59596261	6	8820	2,198654
Зірка	6	3,96067353	16	8820	0,498613
Кільце	6	3,82801716	16	8820	0,481764
Решітка	10,8	4,90643133	7	6928,6	1,401838

Рис.32. Середні значення топологічних характеристик на різних діапазонах.

Оцінка значення топологічних характеристик 1-35					
Топологія	Діаметр	Сер.діаметр	Степінь	Вартість	Трафік
Лінійка	1	3	4	2	5
Зірка	4	4	2	2	4
Кільце	5	5	2	4	3
Решітка	3	4	4	4	5
Оцінка значення топологічних характеристик 36-70					
Топологія	Діаметр	Сер.діаметр	Степінь	Вартість	Трафік
Лінійка	1	2	4	3	3
Зірка	5	4	1	3	3
Кільце	5	5	1	3	3
Решітка	3	3	3	5	5
Оцінка значення топологічних характеристик 71-105					
Топологія	Діаметр	Сер.діаметр	Степінь	Вартість	Трафік
Лінійка	1	2	5	3	1
Зірка	5	5	1	3	3
Кільце	5	5	1	3	3
Решітка	3	3	4	4	4

Рис.33. Оцінка значень топологічних характеристик на різних зонах.

Топологія	Оцінка для різних зон топологій			Сумарна оцінка
	1-35	36-70	71-105	
Лінійка	15	13	12	40
Зірка	16	16	17	49
Кільце	19	17	17	53
Решітка	20	19	18	57

Рис.34. Сумарна оцінка по всім зонам для різних топологій.

Висновок: при виконанні курсової роботи було виконано дослідження чотирьох різних топологій: "Лінійка", "Зірка", "Кільце", "Решітка". Результатом виконання роботи є порівняльна характеристика топологій у вигляді графіків та таблиць. Згідно з проведеним дослідженням, оптимальною виявилась топологія "Решітка", яка показала найкращі результати по більшості характеристик. "Решітка" має найменшу вартість та найменше відхилення від оптимального трафіку на всіх зонах дослідження. Також дана топологія має стабільний показник степеня, проте незначно програє в цьому топології "Лінійка".

Топологія "Лінійка" виявилась найгіршою, вона показала оптимальний результат тільки для одної з п'яти характеристик (значення степеня).

Слід зазначити, що топології "Зірка" та "Кільце" зі збільшенням кількості процесорів стають значно кращі за показниками діаметра та середнього діаметра відносно топології "Решітка".

Використана література