

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА АВТОМАТИКИ  
КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЇ ТА ОПТИКОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ**



# **СОРТУВАЛЬНИК З ІНДИКАЦІЄЮ РАНГІВ ЕЛЕМЕНТІВ МАСИВУ ЧИСЕЛ**

Виконав: студент групи ЛТО 17м  
Круківський Богдан Ігорович  
Науковий керівник: д.т.н. професор  
Мартинюк Тетяна Борисівна

# Актуальність тематики

При розробці програмного і апаратного забезпечення для сучасних обчислювальних засобів існує потреба в ефективних методах та засобах асоціативної обробки інформації, основу якої складають такі процедури, як сортування і вибір. Це пов'язано з необхідністю швидкісної необчислювальної обробки великих масивів інформації, а це потребує, у свою чергу, відповідну організацію пам'яті та інших перспективних технічних засобів. Операції сортування та вибору застосовуються при пошуку інформації у великих масивах даних, зокрема у пошукових системах інтернета.

- **Метою** даної роботи є розширення функціональних можливостей сортувальника за рахунок формування рангів елементів масивів та їх індикації.
- **Завдання дослідження:**
  - Проаналізувати методи та засоби апаратного сортування масивів чисел.
  - Розробити структуру та принцип функціонування сортувальника.
  - Розробити функціональну схему вузлів ранжування у складі сортувальника.
  - Розробити блок індикації результатів ранжування.
  - Виконати моделювання процесу сортування.
- **Об'єктом** дослідження являються процеси паралельного сортування масиву чисел
- **Предметом** дослідження є методи та засоби сортування масиву чисел з ранжуванням.

**Наукова новизна** результатів полягає в подальшому розвитку методу паралельного сортування масиву чисел, який застосовує операцію декремента замість порівняння і транспозиції чисел у масиві, що забезпечує залежність часу сортування від максимального значення числа масиву, а не від їх кількості. Крім того, існує можливість визначення рангів чисел в процесі їх сортування.

### **Практична значимість результатів:**

- запропоновано структуру паралельного сортувальника масиву чисел з регулярною структурою, в якому застосовано процес сортування на базі використання простих операцій декременту/інкременту над всіма елементами масиву одночасно;
- розроблено функціональну схему вузла ранжування, які мають нескладну логічну структуру, що дозволяє використовувати вихідні лічильники для формування рангів.;
- використано семисегментні індикатори для рангів, які суміщені з вихідними лічильниками, що дозволяє забезпечити наочність результатів ранжування;
- розроблено імітаційну програму для моделювання процесу сортування, яка показала, що часові показники процесу сортування залежать від значення максимального числа у масиві, а не залежать від розмірності масиву.

**Апробація результатів.** Участь у міжнародній науково-технічній конференції «Фотоніка ОДС – 2018».

**Публікації:** Тези доповіді на міжнародну наукову-технічну конференцію «Фотоніка ОДС – 2018»

# Базові поняття процесу сортування з ранжуванням

Сортування – це процес розстановки елементів в деякому порядку. При цьому елементи розміщуються так, щоб, по-перше, розрахунки, які потребують певного порядку розташування даних, могли виконуватися ефективно, по-друге, результати мали осмислений вигляд і, по-третє, наступні процеси мали б придатні вихідні данні.

Ранг – загальна назва цілочисельних характеристик різних математичних об'єктів або індекс чи адреса для процесу пошуку.

Найбільше затребувана область застосування сортування з ранжуванням – це медіанна фільтрація при цифровій обробці сигналів і зображень.

При медіанній фільтрації всі яскравості пікселів, які потрапляють в деяке вікно з центром  $(x,y)$ , впорядковуються в порядку зростання і в цьому впорядкованому масиві знаходиться середній елемент, значення якого замінює яскравість у точці  $(x,y)$ .

# Методи сортування

Базовими серед усіх відомих методів сортування є сім методів: метод лінійного вибору, лінійного вибору з підрахунком, лінійного вибору з обміном, стандартного обміну, парного обміну, просіювання та лінійної вставки.

Серед методів, які представляють інтерес з точки зору апаратної реалізації у вигляді сітьового графу, слід відзначити такі методи сортування:

- сортування обміном;
- сортування підрахунком;
- сортування за розрядами.

# Переваги та недоліки методів

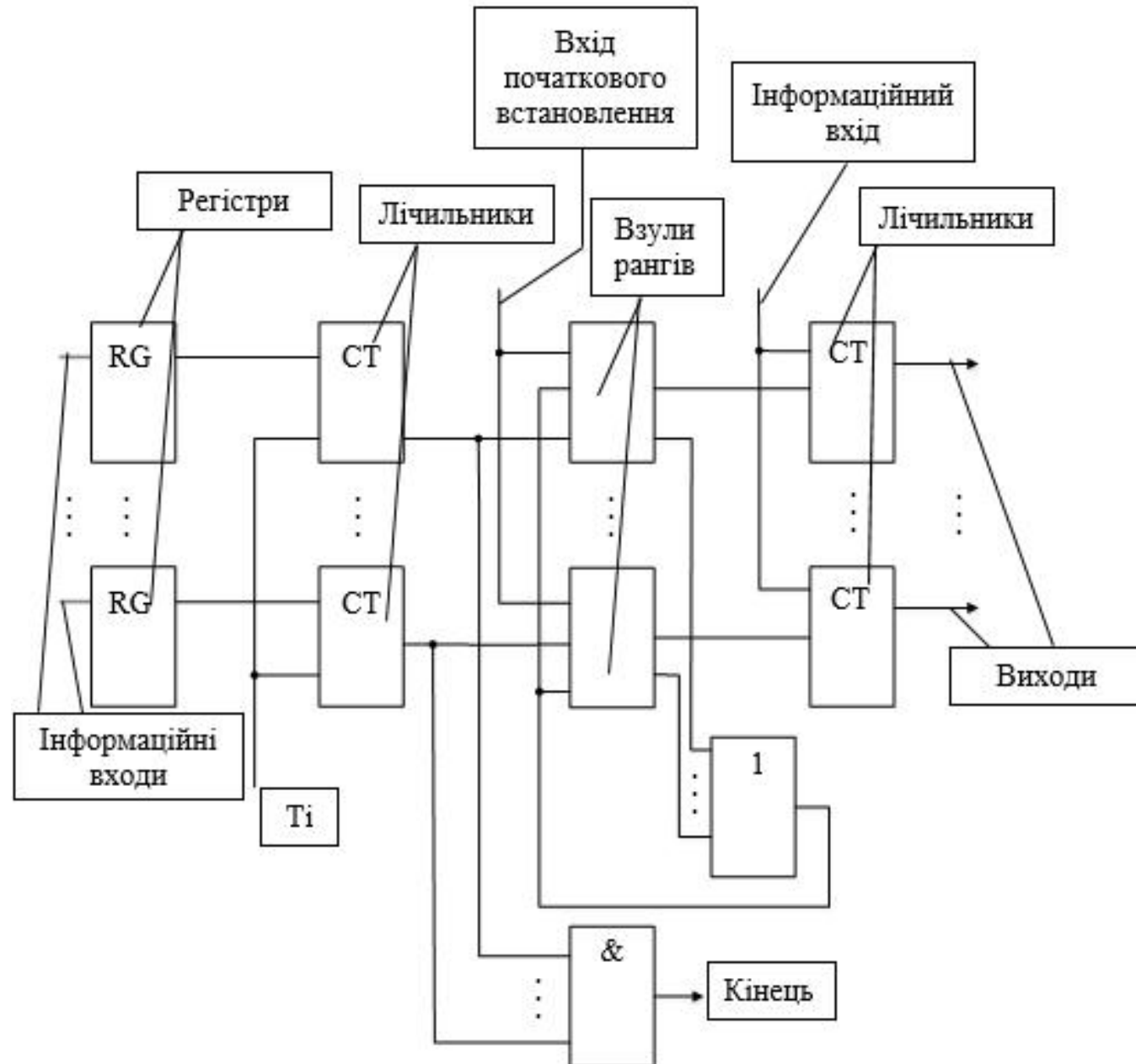
Назва методу	Переваги методу	Недоліки методу
<b>Метод обміну (бульбашки) (bubble sort)</b>	Для поліпшеного сортування середнє число проходів (ітерацій) рівне $n - k\sqrt{n}$ .	Середня кількість переміщень $3n(n-1)/2$ ; велика кількість обмінів при масиві зі зворотнім порядком.
<b>Метод підрахунком (sort with count)</b>	Можливість обрахувати адресу будь-якого елемента в списку виведення.	Необхідна додаткова пам'ять під список лічильників
<b>Метод порозрядного сортування (pair exchange)</b>	Найбільш підходить для використання в комп'ютерній графіці; списки легко реорганізувати, об'єднувати.	Вимагає додаткову пам'ять.

# Структурна схема сортувальника

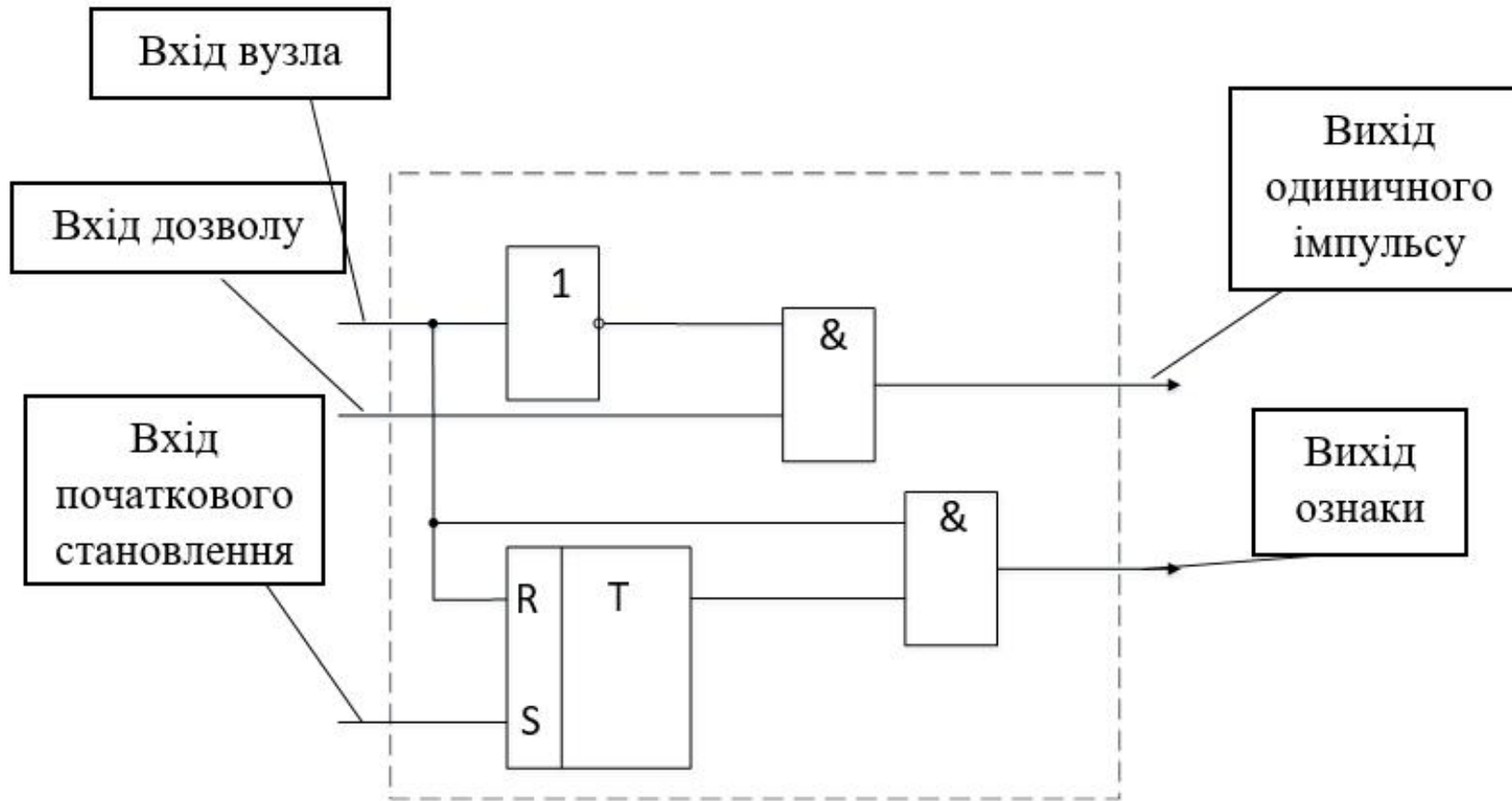




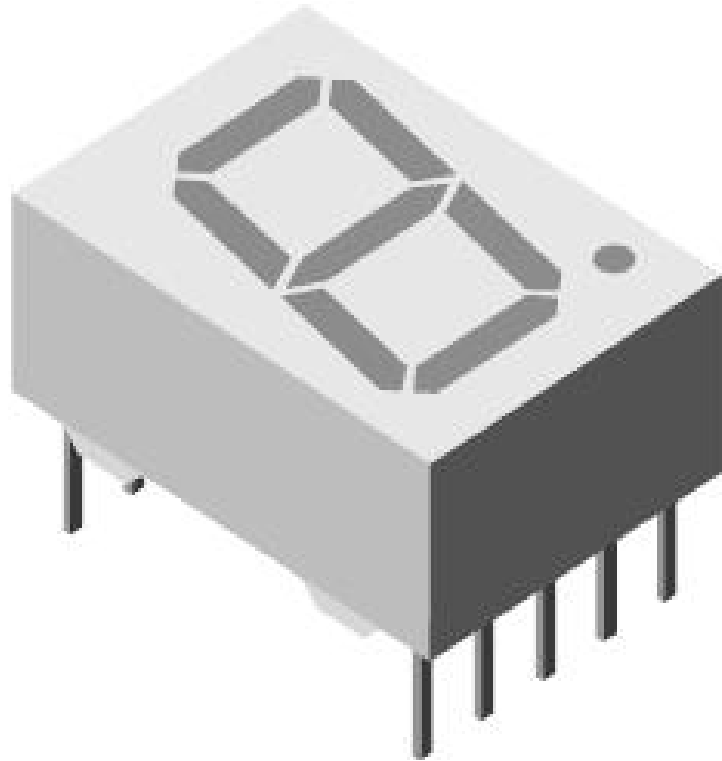
# Функціональна схема обчислювальної частини сортувальника



# Функціональна схема вузла рангу



# Семисегментний індикатор

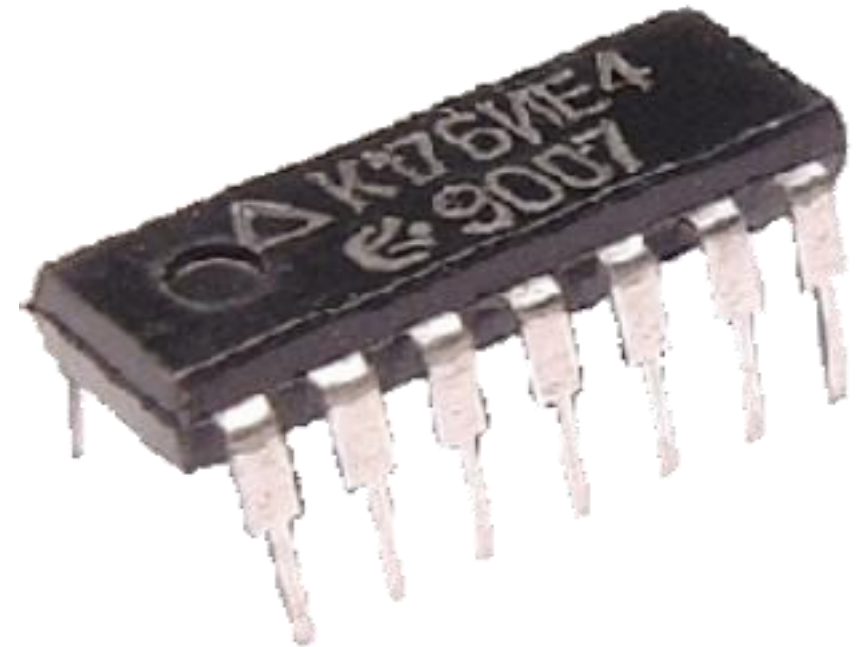


Індикатор А-801G

Назва	A-801G
Виробник	Paralight
Загальний тип	Анод
Кількість елементів	1
Колір	Зелений
Розмір символу	20,32x11 mm
Яскравість	3,0 mcd
Ціна грн.	7

Характеристики	Номінал
Номінальна напруга живлення	9V±5%
Допустима напруга живлення	5..10V
Вихідна напруга "0"	<0,3 В
Вихідна напруга "1"	>8,2 В
Вхідний струм "0/1"	<0,5 мкА
Струм споживання (статичний)	<0,3(0,25) мА
Максимальна тактова частота	1 МГц
Максимальний вхідний струм	0,2 мА
Здатність навантаження	15 входів К176

## Вихідний лічильник - мікросхема К176ІЕ4



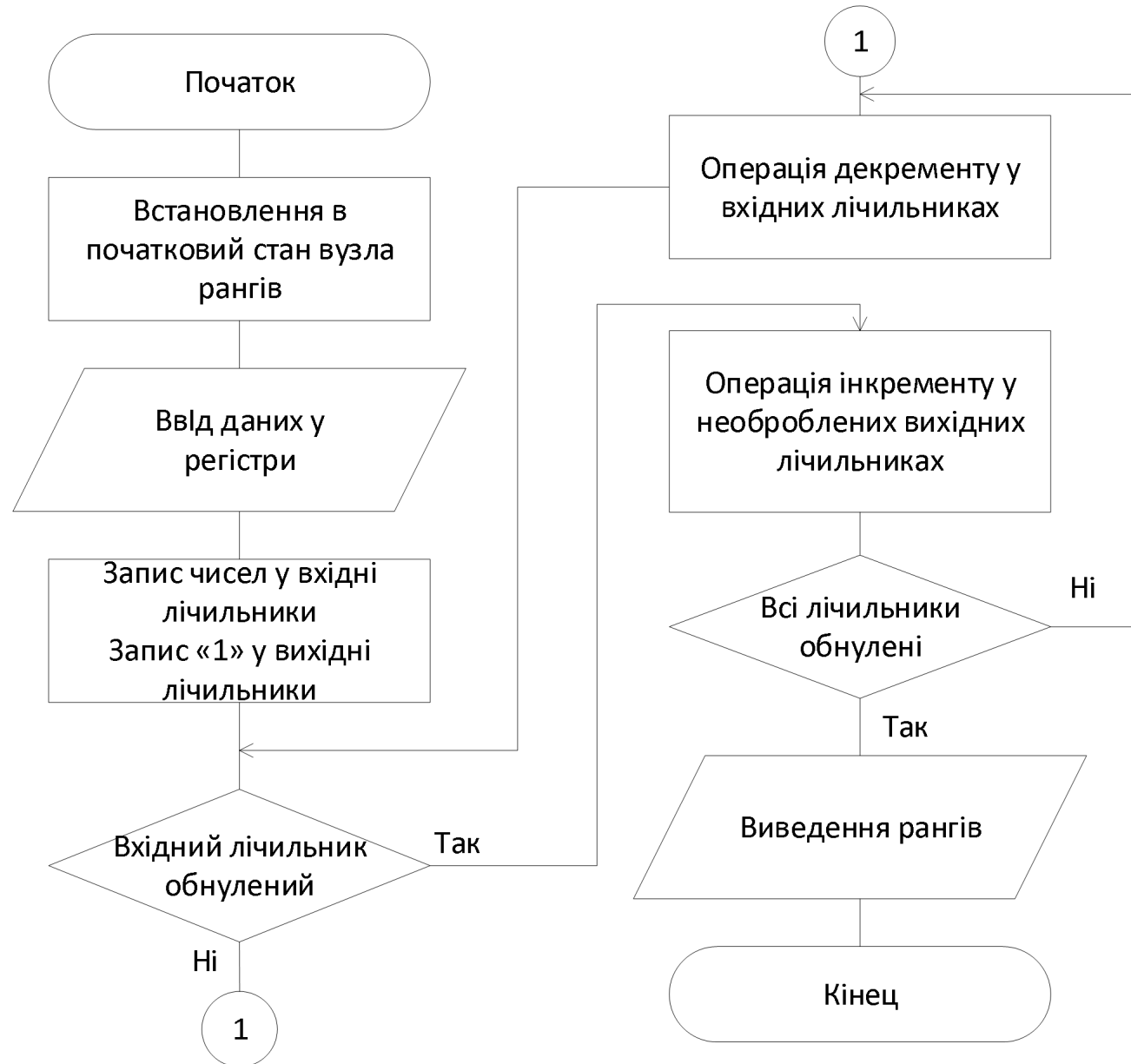
# Приклад процесу сортування з ранжуванням

0-й цикл		1-й цикл		2-й цикл		3-й цикл			
Масив чисел	Масив рангів	Масив чисел	Масив рангів	Масив чисел	Масив рангів	Масив чисел	Масив рангів	Масив чисел	Масив рангів
8	1	7	1	6	2	5	3		
3	1	2	1	1	2	0	2		
7	1	6	1	5	2	4	3		
5	1	4	1	3	2	2	3		
2	1	1	1	0	1	0	1		
4-й цикл		5-й цикл		6-й цикл		7-й цикл		8-й цикл	
Масив чисел	Масив рангів	Масив чисел	Масив рангів	Масив чисел	Масив рангів	Масив чисел	Масив рангів	Масив чисел	Масив рангів
4	3	3	4	2	4	1	5	0	5
0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
3	3	2	4	1	4	0	4	0	4
1	3	0	3	0	3	0	3	0	3
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

# Порівняльна характеристика пристроїв асоціативної обробки

Назва	Апаратна складність	Часові витрати	Функціональні можливості
Пристрій з вибіркою слів по зрізах (слайзах) з реєстровою пам'яті	$K = N(K_{com}(1) + K_{rg} + K_{tr})$	$T_a = 8(t_{rd} + t_{com}) + t_{wr}$	Пошук за ключем
Сортувальник на лічильниках	$K = N(2K_{ct} + K_{tr})$	$T_s = 255 \cdot \tau_{ct}$	Сортування з ранжуванням
<p><math>K_{com}(1)</math> – складність однорозрядного компаратора; <math>K_{rg}</math> – складність зсувного реєстра; <math>K_{tr}</math> – складність тригера; <math>K_{ct}</math> – складність лічильника; <math>\tau_{ct}</math> - час затримки при лічбі лічильника</p>			

# Блок – схема алгоритму сортування з ранжуванням



# ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА



Вісь часу з фіксацією платежу, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

- Загальні витрати на розробку 34 416 грн
- Чистий дохід складе 11 606 357 грн
- Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій буде дорівнювати 0,17 років



# Висновки

1. Зроблено аналіз методів та засобів сортування масивів чисел, який показав актуальність застосування апаратних методів сортування елементів масивів чисел, в чому є потреба, зокрема, при медіанній фільтрації цифрових зображень.
2. Розроблено структурну та функціональну схеми сортувальника, в якому застосовано процес сортування на базі використання простих операцій декременту/інкременту над всіма елементами масиву одночасно, що дозволяє реалізувати процес сортування без порівняння та транспозиції елементів масиву чисел.
3. Розроблено функціональну схему вузлів рангів, які мають нескладну логічну структуру, що дозволяє використовувати вихідні лічильники для формування рангів.
4. Розроблено блок індикації на базі семисегментних індикаторів, які суміщені з вихідними лічильниками, що дозволяє забезпечити наочність результатів ранжування.
5. Виконано імітаційне моделювання процесу сортування елементів числового масиву, який показав, що часові показники процесу сортування залежать від значення максимального числа у масиві, а не залежать від розмірності масиву.

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**