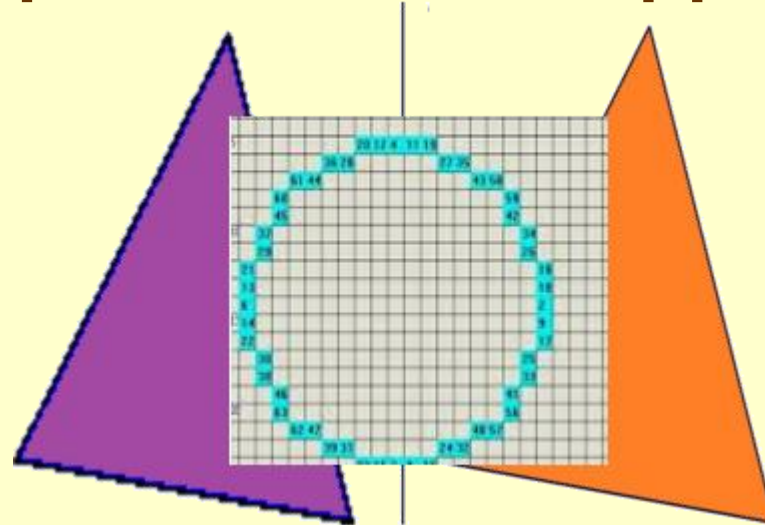


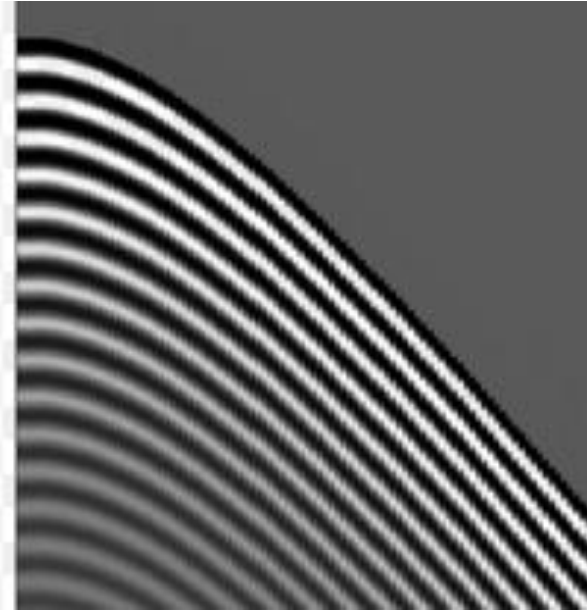
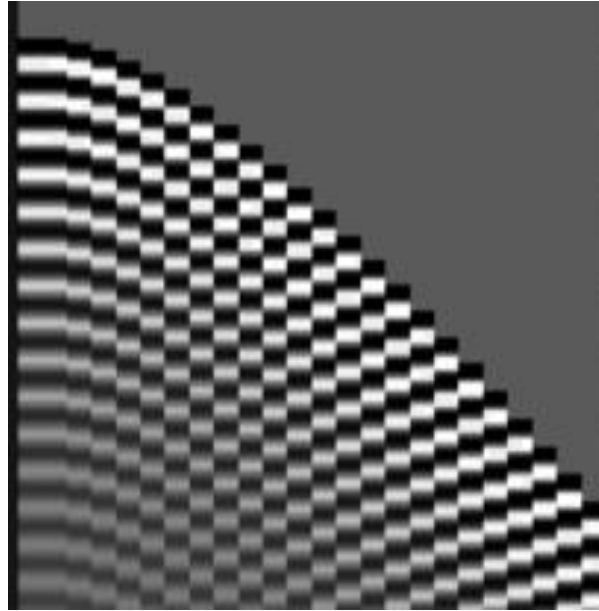
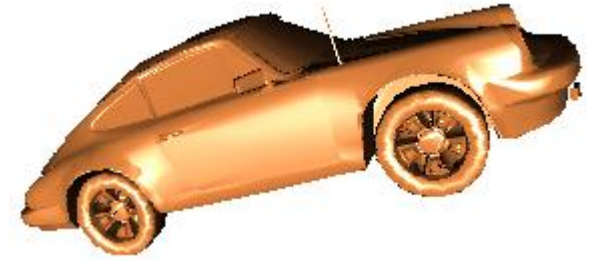
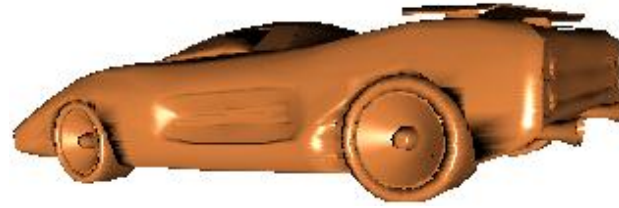
# РОЗРОБКА МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ АНТИАЛІАЙЗИНГУ ЗОБРАЖЕНЬ КРИВИХ ДРУГОГО ПОРЯДКУ



Виконав: студент II курсу, групи ПІ –18м

Бур'ян А.С.

Керівник д.т.н., проф.. Романюк О.Н.



**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є підвищення продуктивності антиалайзингу кривих другого порядку за рахунок розробки та використання нових методів і засобів

Основними задачами дослідження є:

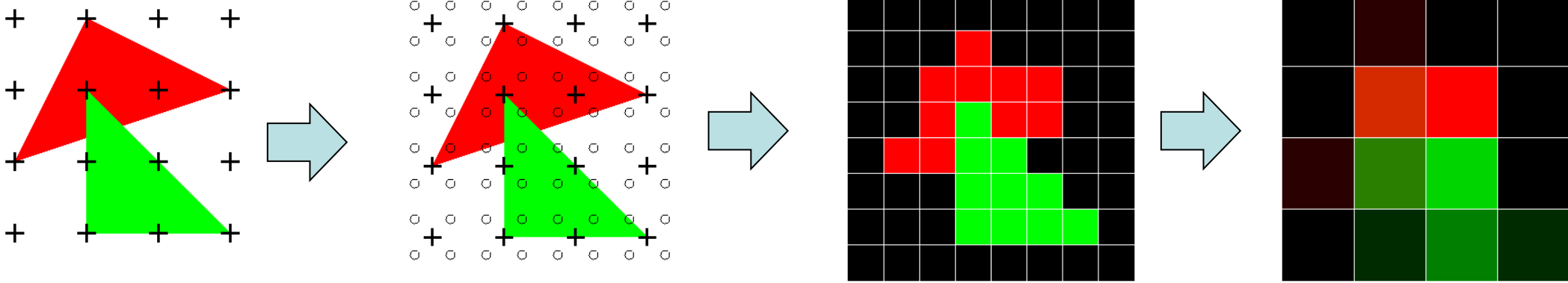
- аналіз методів і засобів антиалайзингу контурів;
- спрощення аналітичних залежностей для задач антиалайзингу;
- розробка методів підвищення продуктивності згладжування траєкторій кіл, еліпсів і гіпербол;
- розробка алгоритмів і програм усунення алаізингу контурів кривих другого порядку;
- комп'ютерне моделювання для перевірки отриманих результатів.

Об'єкт дослідження – процес антиалайзингу зображень кривих другого порядку

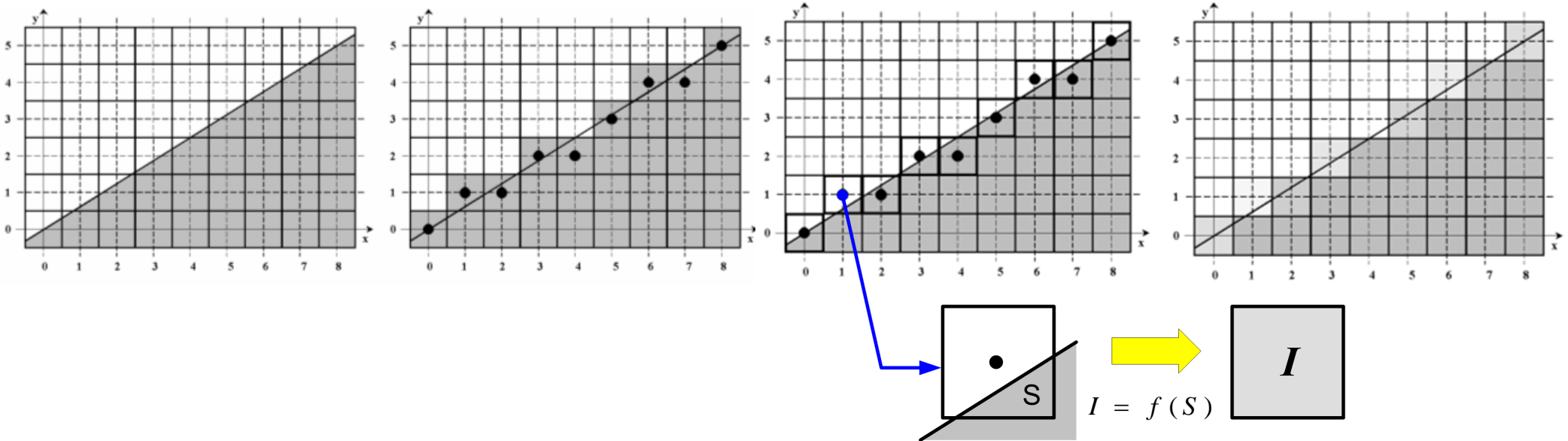
Предмет дослідження – методи і засоби антиалайзингу зображень кривих другого порядку.

Методи дослідження У процесі дослідження застосовувалася: теорія чисел та чисельних методів, математичний апарат апроксимації функцій; методи аналітичної геометрії для розробки методів згладження зображень кривих другого порядку; теорія алгоритмів і програмного забезпечення для розробки програм; комп'ютерне моделювання для перевірки отриманих результатів.

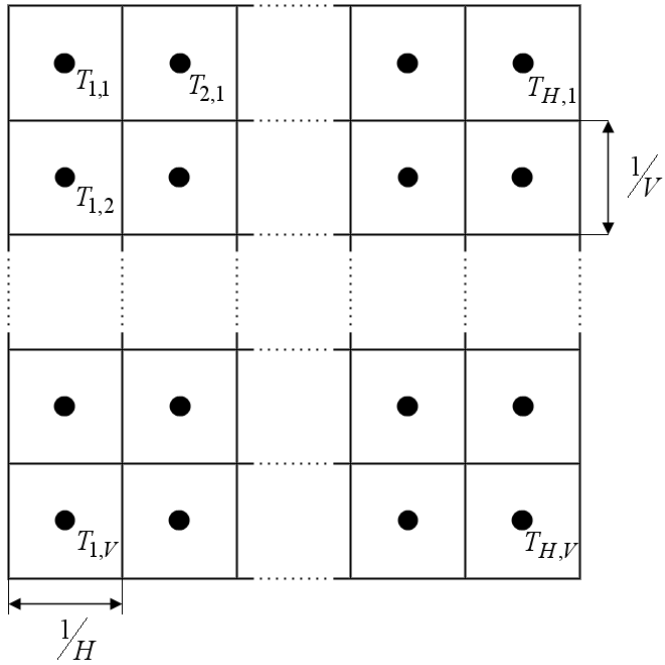
## Метод додаткової вибірки



## Метод крайового антиаліазингу



# Метод додаткових оцінювальних функцій



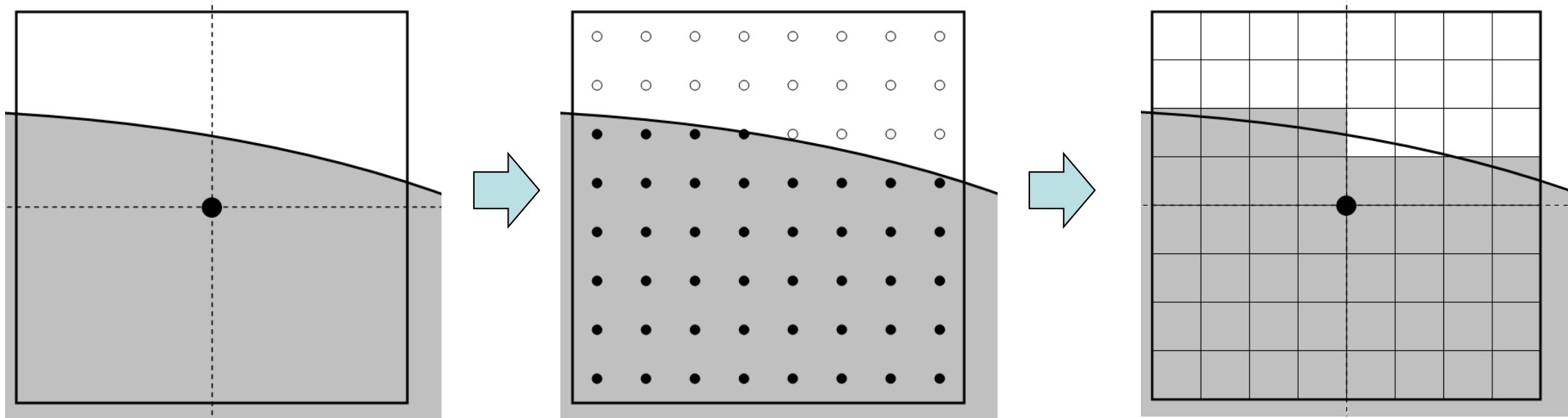
$$S_{\text{покр.}} \approx S_a = \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^V P_{i,j}}{H \cdot V}$$

Для точок, які покриваються графічним примітивом,  $P_{i,j} = 1$ .  
 В усіх інших випадках  $P_{i,j} = 0$ .

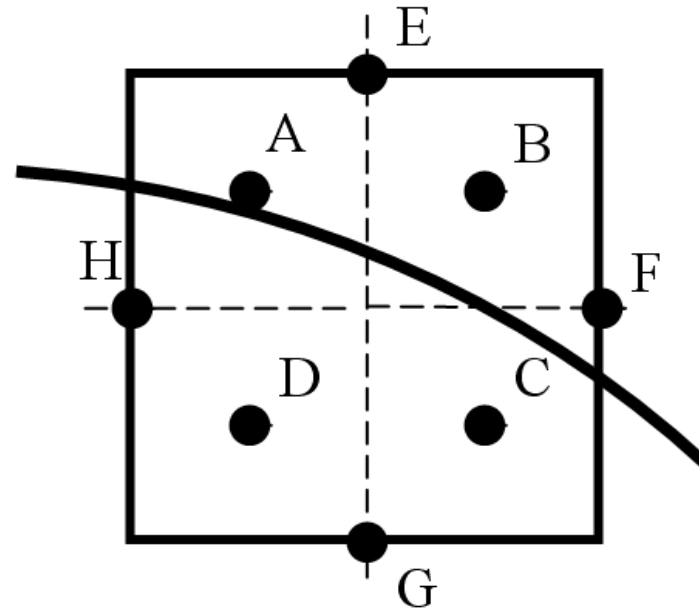
$$\max(\Delta S) = \frac{(V + H)^2}{8V^2H}$$

Для випадку, коли  $H = V = C$ :  $\max(\Delta S) = \frac{1}{2C}$ .

Розташування допоміжних точок всередині піксела







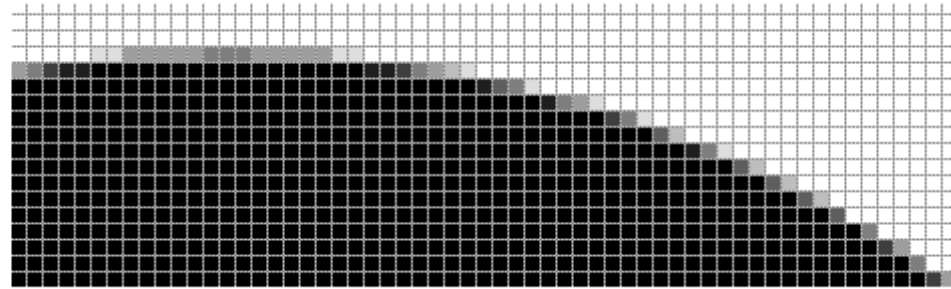
**Визначення оцінювальної функції в допоміжних точках**

$$O\Phi_i^E = x_i^2 + (y_i + 1/2)^2 - R^2 = (x_i^2 + y_i^2) - R^2 + y_i + \frac{1}{4} = O\Phi_i + y_i + \frac{1}{4};$$

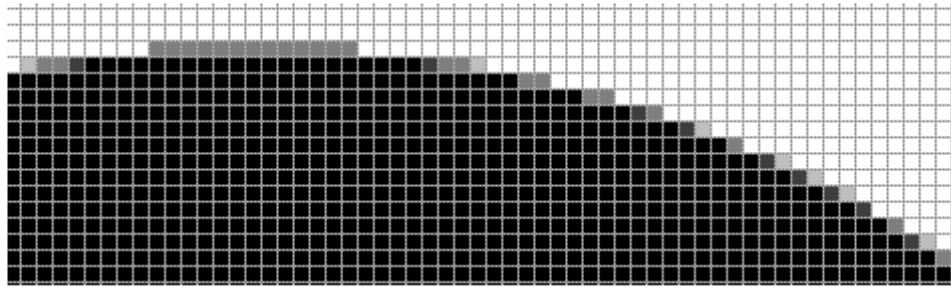
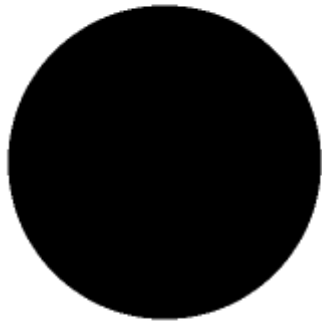
$$O\Phi_i^F = (x_i + 1/2)^2 + y_i^2 - R^2 = (x_i^2 + y_i^2) - R^2 + x_i + \frac{1}{4} = O\Phi_i + x_i + \frac{1}{4};$$

$$O\Phi_i^G = x_i^2 + (y_i - 1/2)^2 - R^2 = (x_i^2 + y_i^2) - R^2 - y_i + \frac{1}{4} = O\Phi_i - y_i + \frac{1}{4};$$

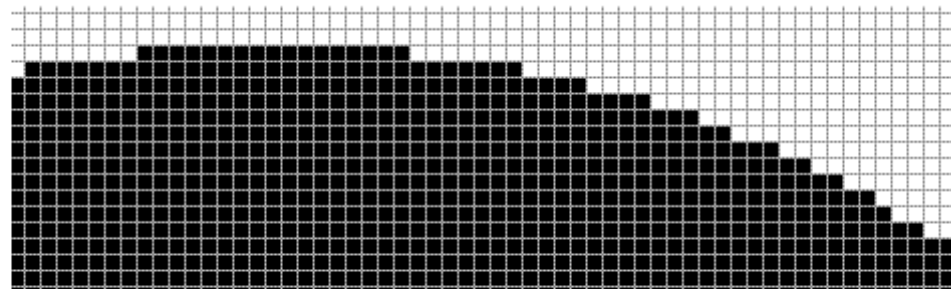
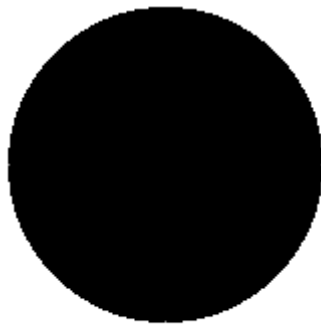
$$O\Phi_i^H = (x_i - 1/2)^2 + y_i^2 - R^2 = (x_i^2 + y_i^2) - R^2 - x_i + \frac{1}{4} = O\Phi_i - x_i + \frac{1}{4}$$



Використано вісім додаткових оцінювальних функцій



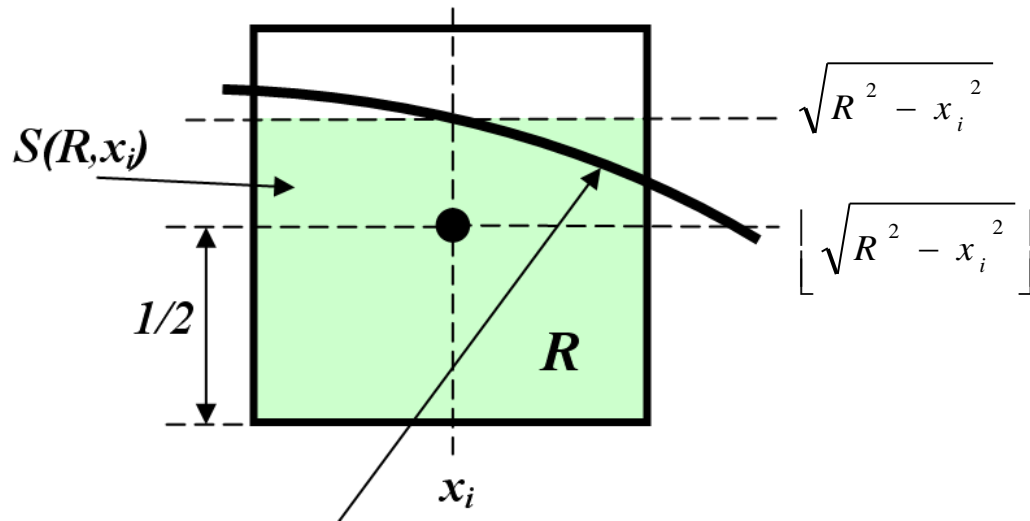
Використано чотири додаткові оцінювальні функції



Без антиаліазингу



Метод Ксяоліна Ву



$$S(R, x_i) = \left( \sqrt{R^2 - x_i^2} - \left\lfloor \sqrt{R^2 - x_i^2} \right\rfloor \right) + 0.5$$

$$1 \leq x_i \leq \frac{R}{\sqrt{2}}$$

Для зберігання таблиці значень функції  $S(R, x_i)$

необхідно  $\frac{\sqrt{2}}{4} R_{\max}^2$  комірок пам'яті

$$g(T) = \sqrt{T} \quad (T = R^2 - x^2)$$

$$T = A \cdot 2^p + B; \quad A = \left\lfloor \frac{T}{2^p} \right\rfloor; \quad B = T - A \cdot 2^p;$$

$$G(x) = \sqrt{x \cdot 2^p}; \quad p < m, \quad \text{де } m - \text{розрядність } T$$

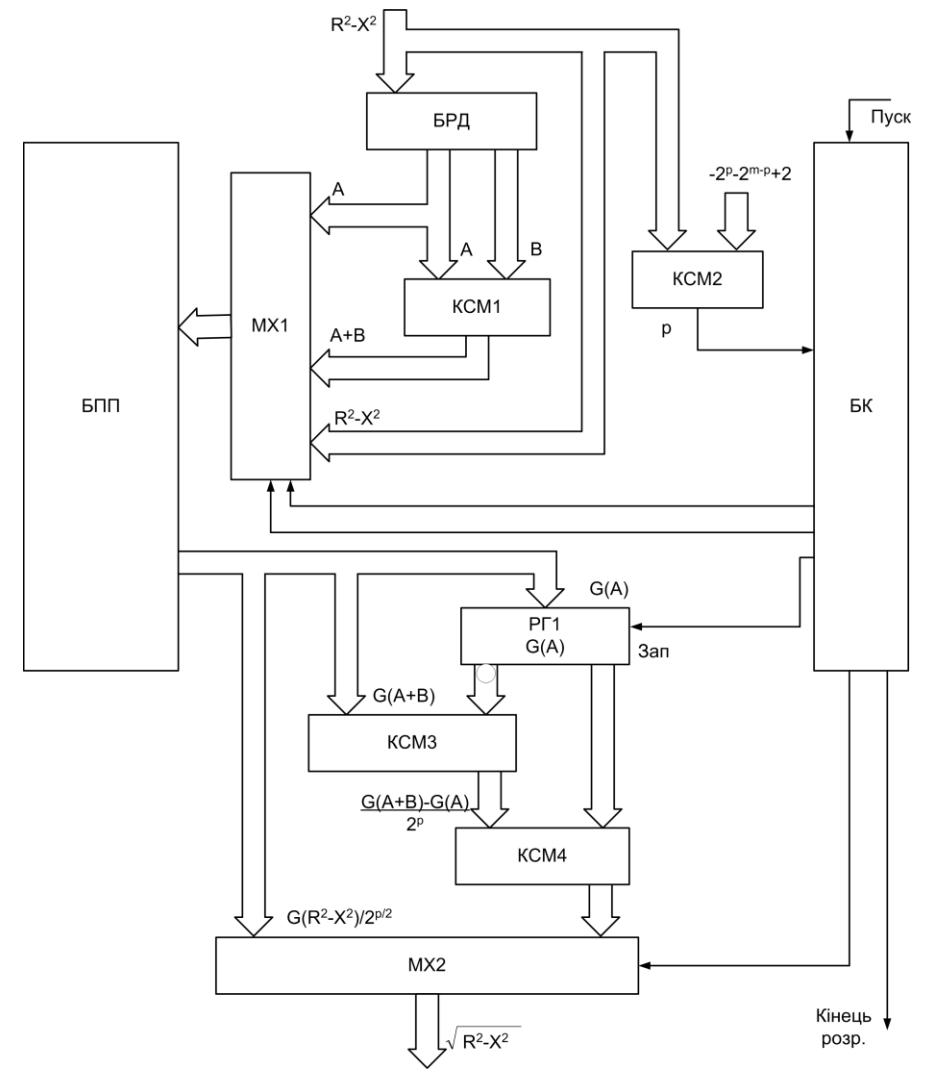
крок квантування:  $2^p$ .

$$g_{\text{набл}}(T) = \begin{cases} \frac{G(T)}{\sqrt{2^p}}, & \text{якщо } T < 2^p + 2^{m-p} - 2; \\ G(A) + \frac{G(A+B) - G(A)}{2^p}, & \text{якщо } T \geq 2^p + 2^{m-p} - 2. \end{cases}$$

# Таблично-алгоритмичний метод антиаліайзингу границь кіл

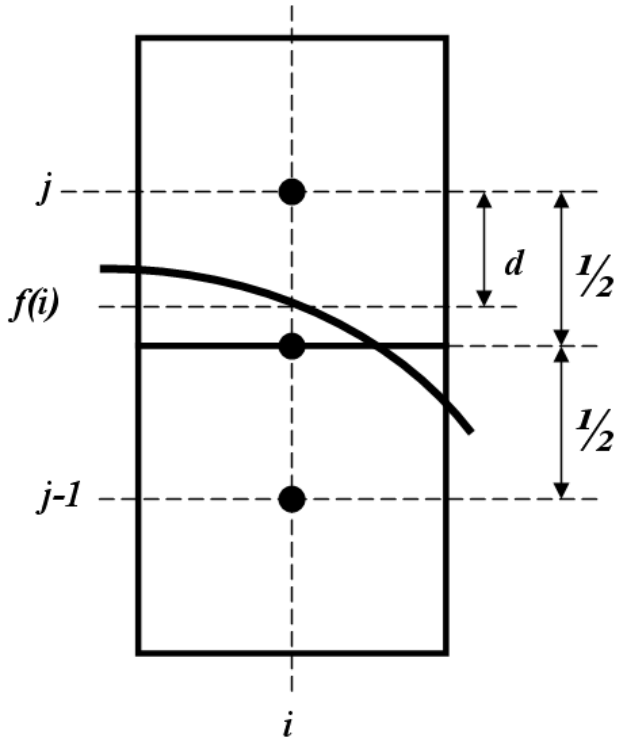
Обсяги пам'яті, необхідні для зберігання значень функції  $s(R, x)$  та  $G(x)$

$R_{\max}$	Гранична абсолют. похибка	Обсяги пам'яті необхідні для зберігання значень функції $s(R, x)$			Обсяги пам'яті необхідні для зберігання значень функції $G(x)$			Коеф. зменшення обсягів пам'яті
		Кількість комірок пам'яті	Кількість розрядів на одне значення	Обсяг пам'яті, Кбіт	Кількість комірок пам'яті	Кількість розрядів на одне значення	Обсяг пам'яті, Кбіт	
$< 2^{12}$	$2^{-6}$	5 928 746	5	28 949	262 206	18	4 609	6,3
	$2^{-7}$	5 928 746	6	34 739	262 206	20	5 122	6,8
	$2^{-8}$	5 928 746	7	40 529	262 206	21	5 377	7,5
	$2^{-9}$	5 928 746	8	46 319	262 206	22	5 634	8,6
$< 2^{11}$	$2^{-6}$	1 481 462	5	7 235	65 598	18	1 153	6,3
	$2^{-7}$	1 481 462	6	8 681	65 598	19	1 218	7,1
	$2^{-8}$	1 481 462	7	10 128	65 598	20	1 282	7,9
	$2^{-9}$	1 481 462	8	11 574	65 598	24	1 538	7,5
$< 2^{10}$	$2^{-6}$	370 004	5	1 807	65 550	16	1 025	1,7
	$2^{-7}$	370 004	6	2 168	65 550	17	1 089	1,9
	$2^{-8}$	370 004	7	2 530	65 550	18	1 153	2,2
	$2^{-9}$	370 004	8	2 891	65 550	19	1 217	2,4
$< 2^9$	$2^{-6}$	92 321	5	451	16 398	15	241	1,9
	$2^{-7}$	92 321	6	541	16 398	17	273	1,9
	$2^{-8}$	92 321	7	632	16 398	18	289	2,2
	$2^{-9}$	92 321	8	722	16 398	19	305	2,3



Структурна схема блоку розрахунку квадратного кореня

# Метод модифікованої оцінювальної функції для антиаліайзingu меж еліпсів



### Розрахунок інтенсивності кольору

$$x = OF' + 0,25 - 0,5A^2 / B^2; \quad M = 2j; \quad I_p(i, j) = I_M \frac{x}{M}$$

$$\frac{x}{M} = \frac{1}{2}a_1 + \frac{1}{4}a_2 + \frac{1}{8}a_3 + \dots + \frac{1}{256}a_8$$

$$I_p = \frac{I_M}{2}a_1 + \frac{I_\Phi}{2}a_1 + \frac{I_M}{4}a_2 + \frac{I_\Phi}{4}a_2 + \frac{I_M}{8}a_3 + \frac{I_\Phi}{8}a_3 \dots + \frac{I_M}{256}a_8 + \frac{I_\Phi}{256}a_8$$

Знаходження коефіцієнтів  $a_1 \div a_8$ :

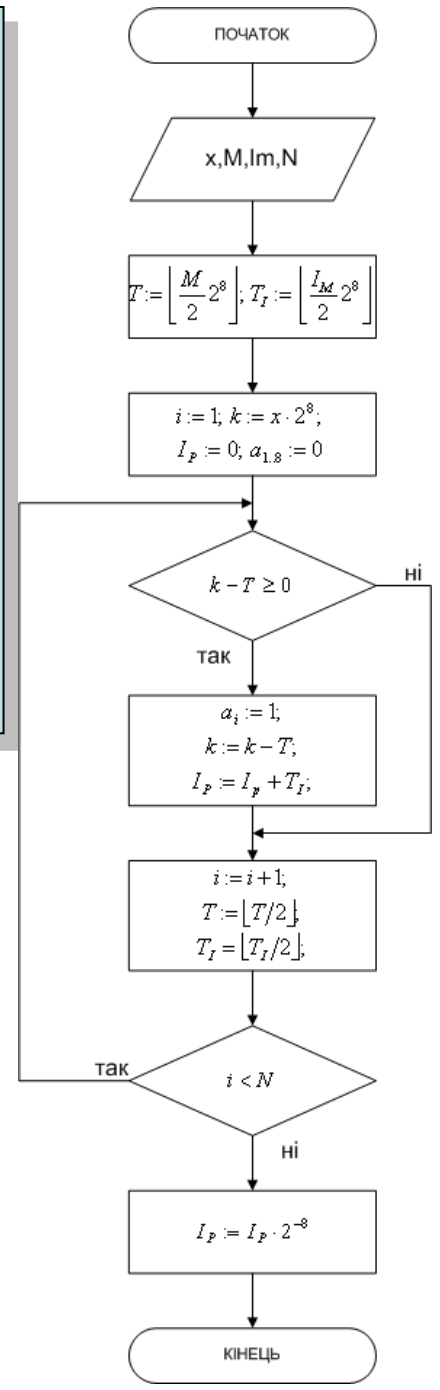
$$a_i = 0, \text{ якщо } k_{i-1} < \frac{M}{2^i}; \text{ інакше } a_i = 1.$$

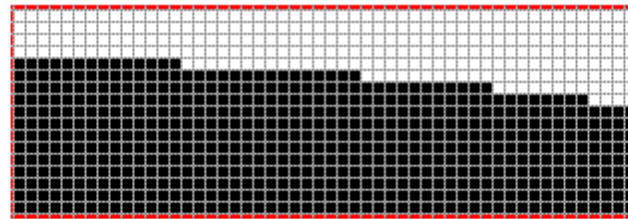
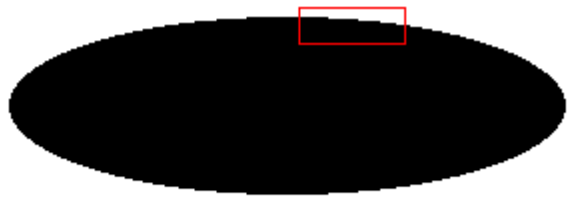
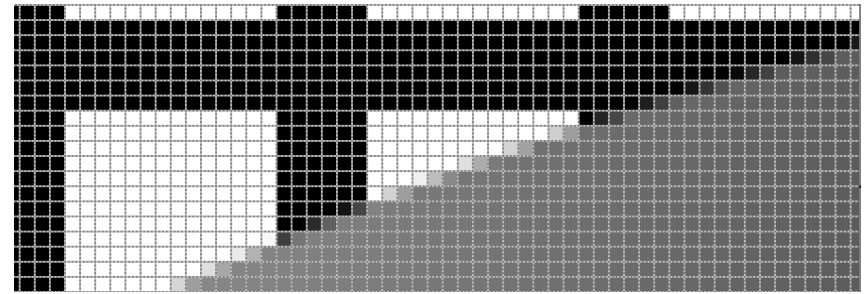
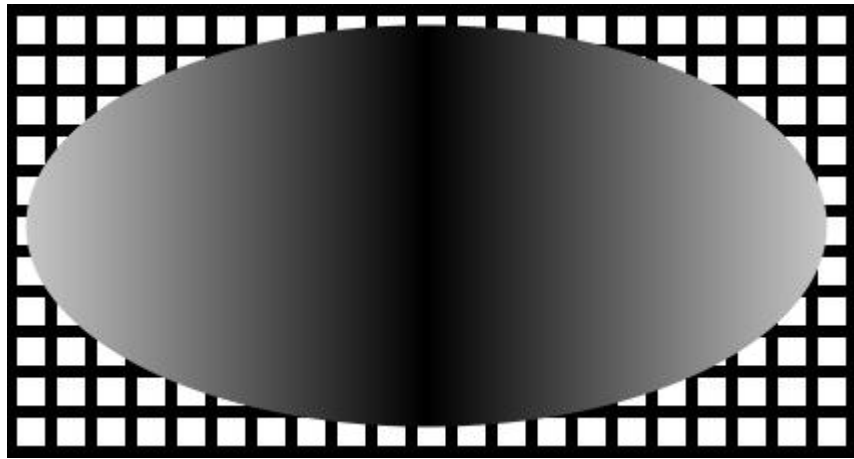
$$k_0 = x; \quad k_i = k_{i-1} - \frac{M}{2^i} a_i.$$

$$I_p(i, j) = I_M S + I_\Phi (1 - S)$$

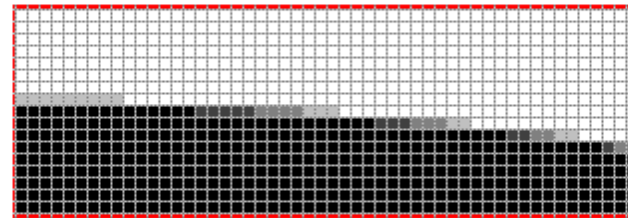
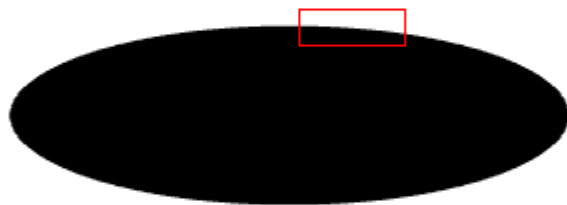
$$f(i) = \sqrt{A^2 - i^2 \frac{A^2}{B^2}}$$

$$OF'(i, j) = f^2(i) - (j - 0,5)^2$$

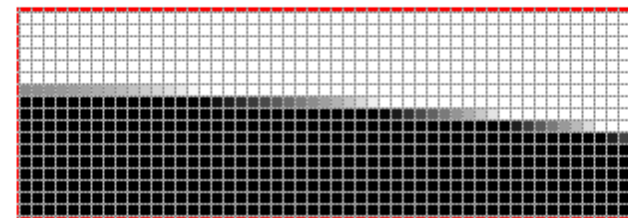
$$S \approx \frac{OF' + 0,25 - 0,5A^2 / B^2}{2j}$$




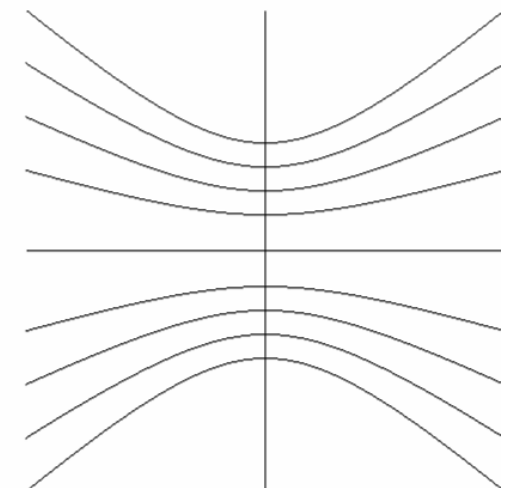
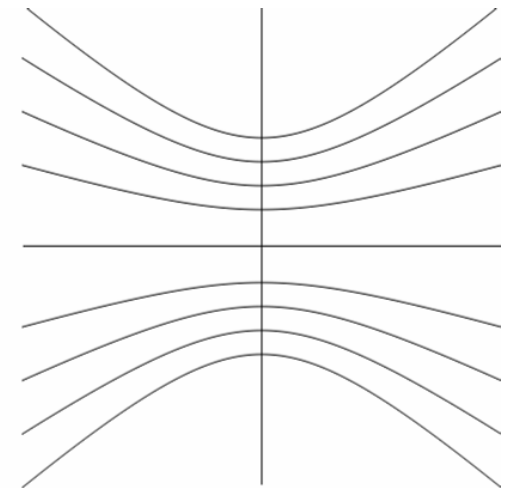
$N=0$



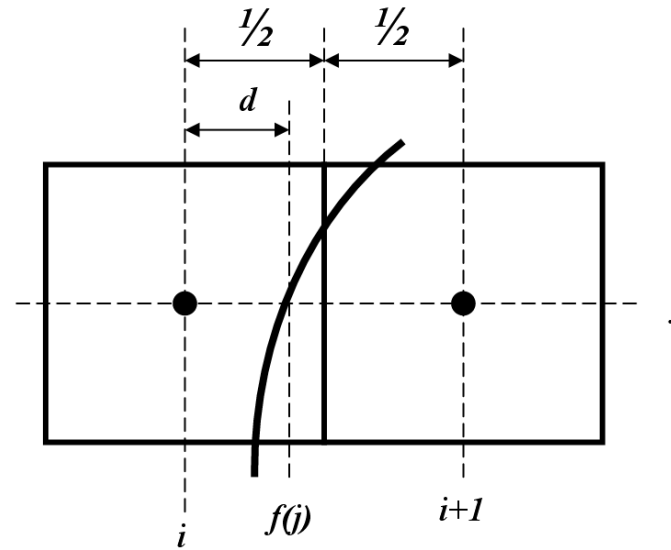
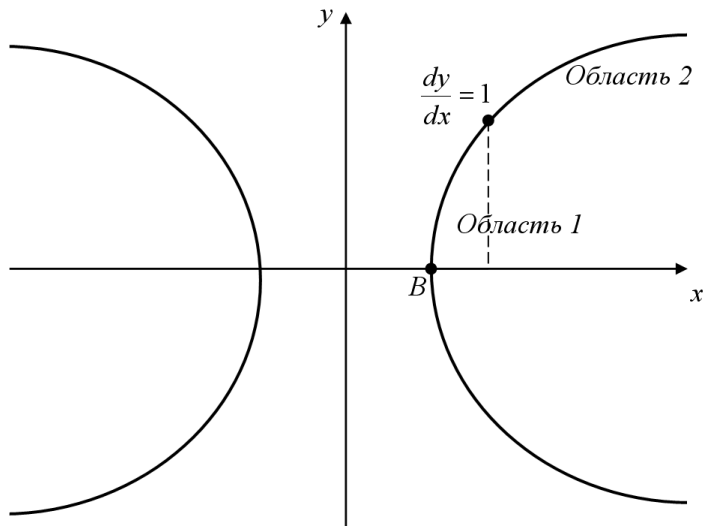
$N=2$



$N=8$



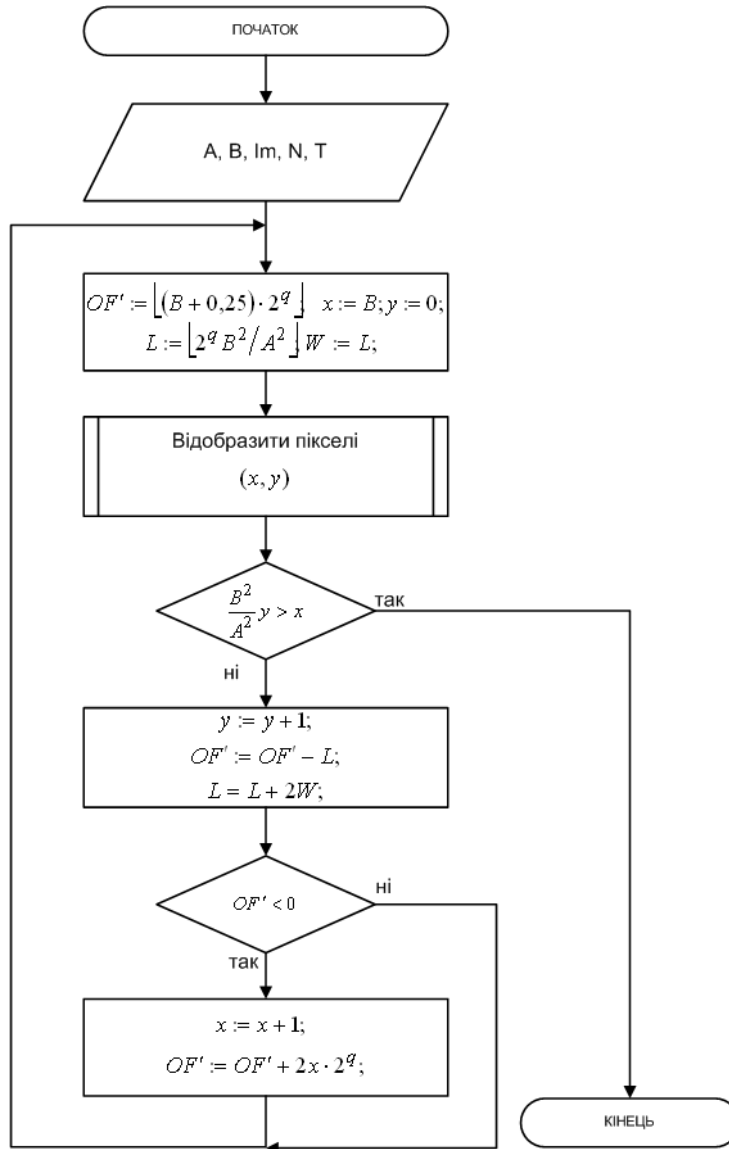
# Гіпербола



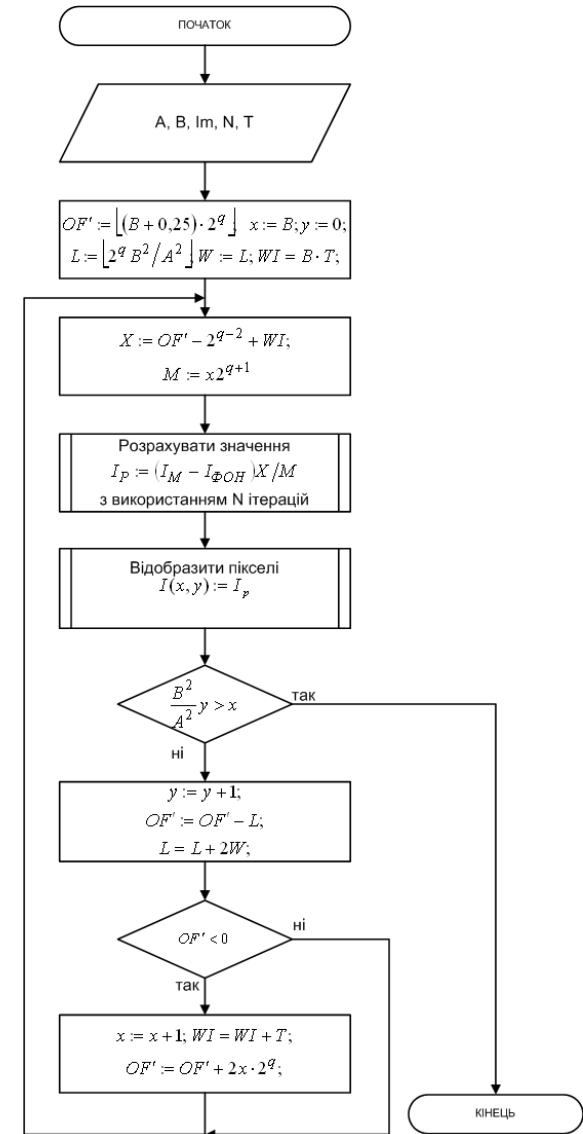
$$I_p(x, y) = S_1(I_M - I_{\text{фон}}) + I_{\text{фон}} = \left( \frac{OF' - 0,25 + T \cdot x}{2x} \right) (I_M - I_{\text{фон}}) + I_{\text{фон}} =$$

$$= \frac{OF' - 0,25 + T \cdot x}{2x} (I_M - I_{\text{фон}}) + I_{\text{фон}} .$$

# Граф-схеми алгоритмів

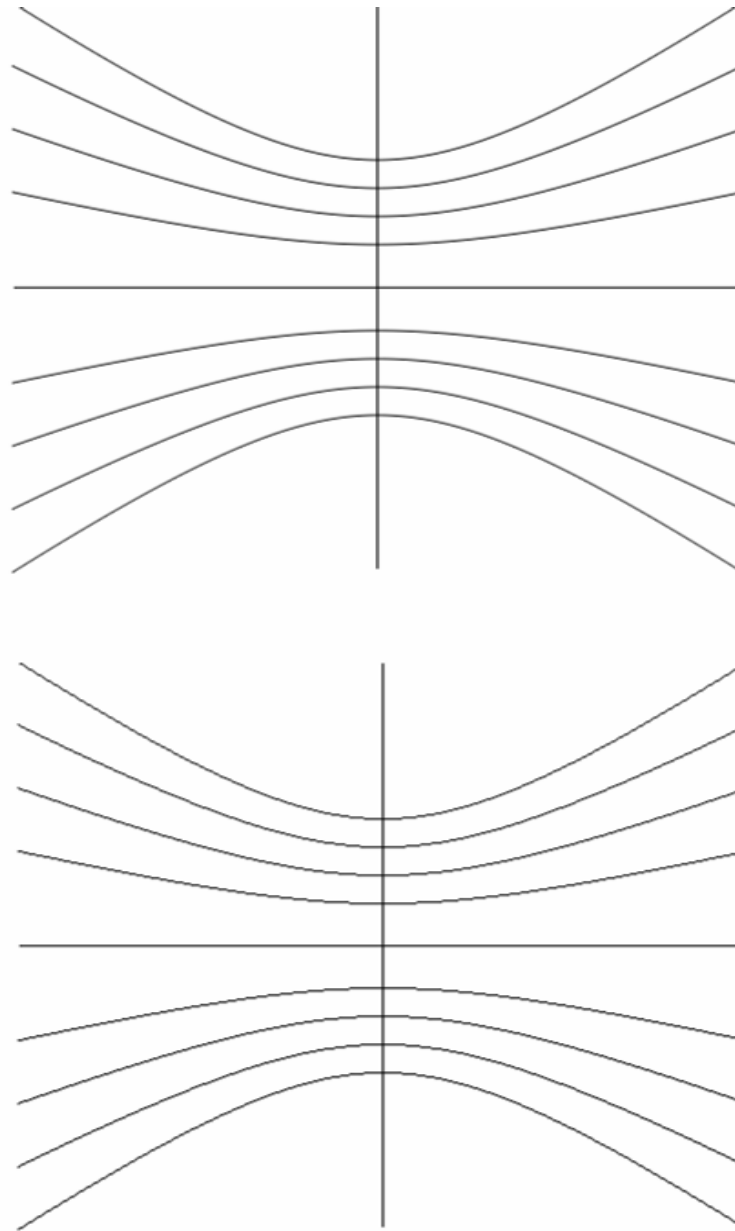


Граф-схема алгоритму визначення координат точок траєкторії гіперболи

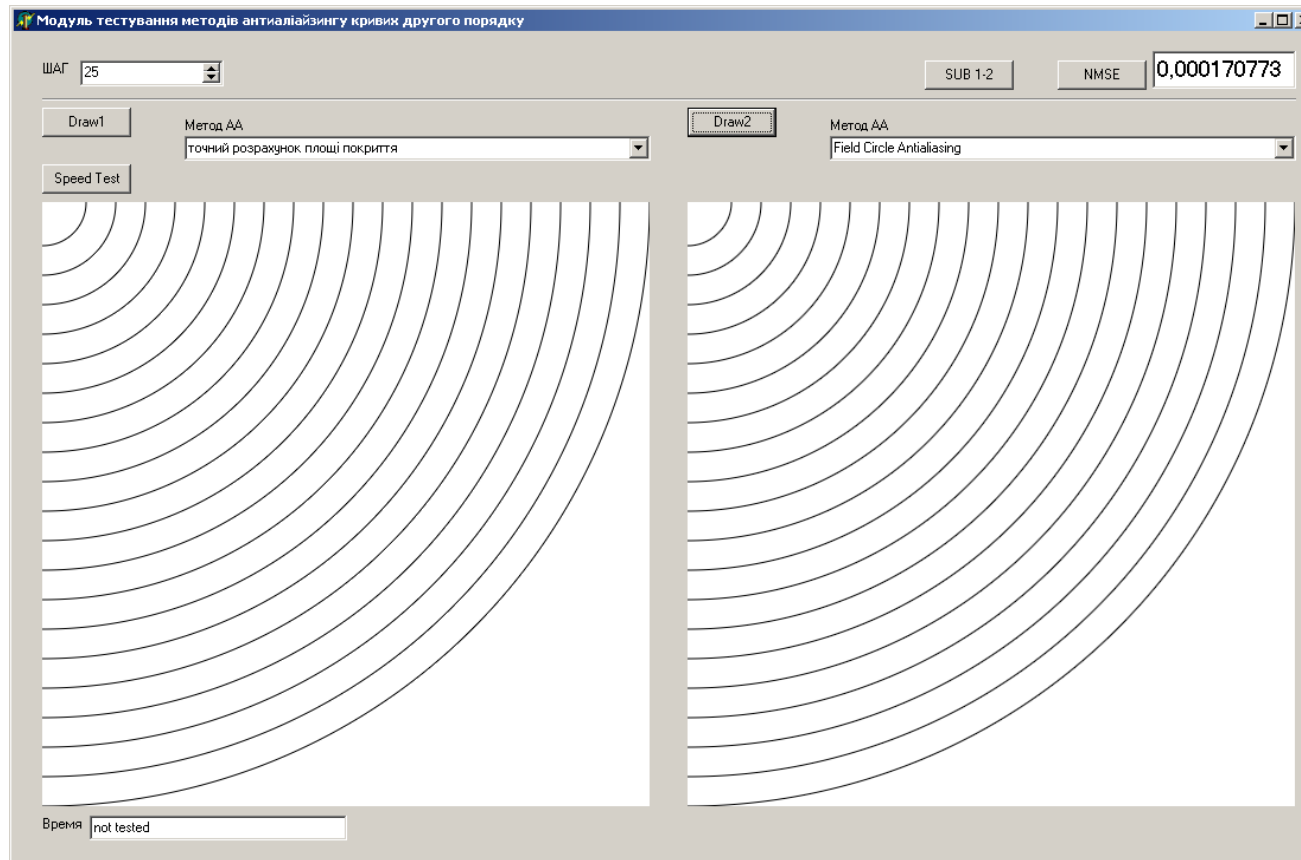


Граф-схема алгоритму антиаліазингу границі гіперболи

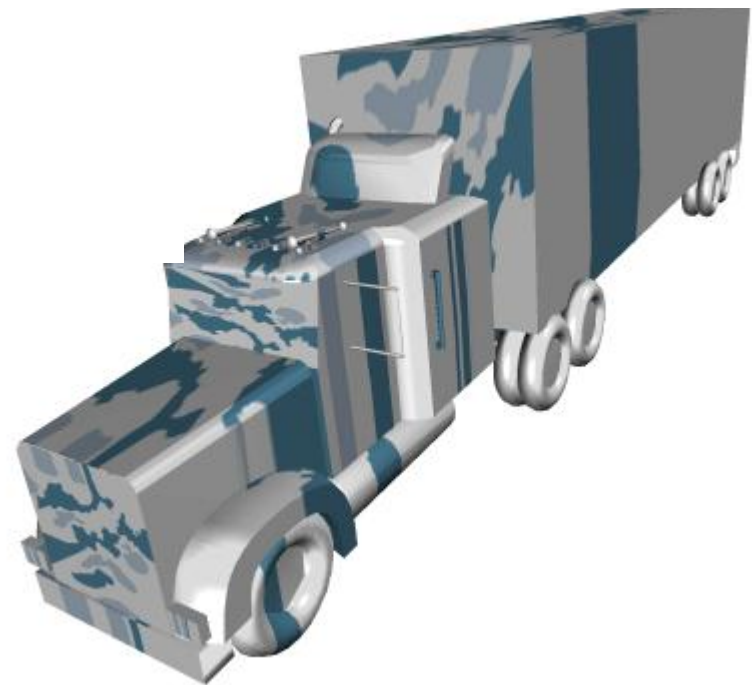
# Результат роботи алгоритму антиаліайзингу границь гіпербол



# Зовнішній вигляд інтерфейсу







Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше запропоновано метод антиаліайзингу зображень траєкторій кіл, особливість якого полягає у розбитті піксела на субпікселі з подальшим знаходженням для кожного з них знаків оцінювальних функцій, по яких розраховують площу покриття піксела траєкторією, що дозволяє підвищити продуктивність згладження;

- отримано нові аналітичні залежності для розрахунку площі покриття піксела траєкторією, що дозволило модифікувати табличний метод антиаліайзингу траєкторій кіл, що дозволило зменшити об'єми постійної пам'яті;

- подальшого розвитку отримали методи антиаліайзингу кривих другого порядку, в яких, на відміну від відомих, використано нові оцінювальні функції, що дозволило підвищити продуктивність згладження.

Достовірність отриманих результатів підтверджується збігом результатів теоретичних досліджень із результатами комп'ютерного моделювання.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що на основі проведених теоретичних досліджень і отриманих наукових результатів розроблено алгоритми та програми для антиаліайзингу кривих другого порядку.