



COMPUTER GRAPHICS

ЗАСОБИ ПРОГРАМУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

ЛЕКЦИЯ 8

ЗАПОЛНЕНИЕ, ЗАКРАСКА

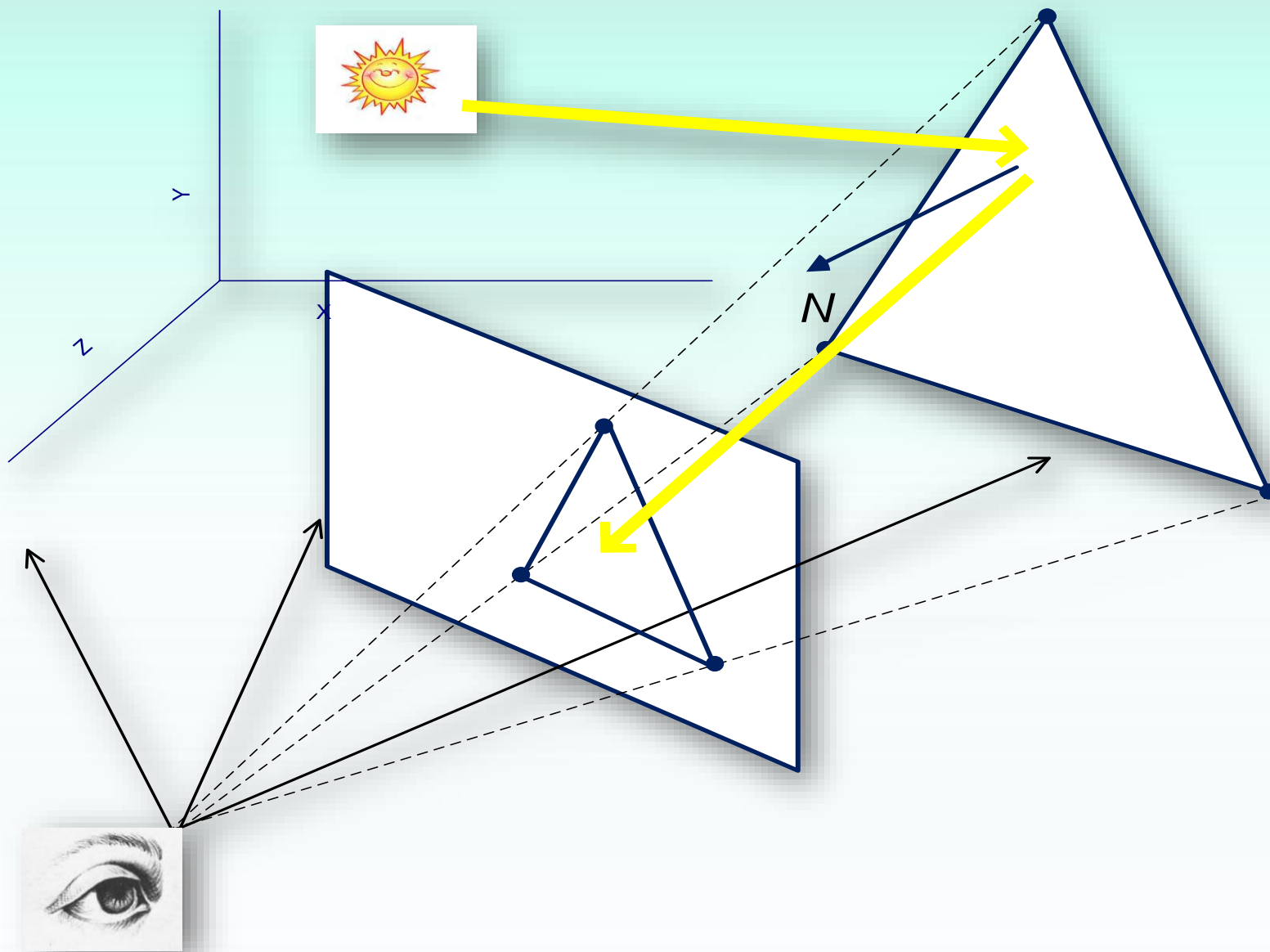
Генерация (заполнение) плоских полигонов

- АЛГОРИТМЫ С ЗАТРАВКОЙ
- АЛГОРИТМЫ СО СПИСКАМИ РЕБЕР
- АЛГОРИТМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИНВЕРСИЙ

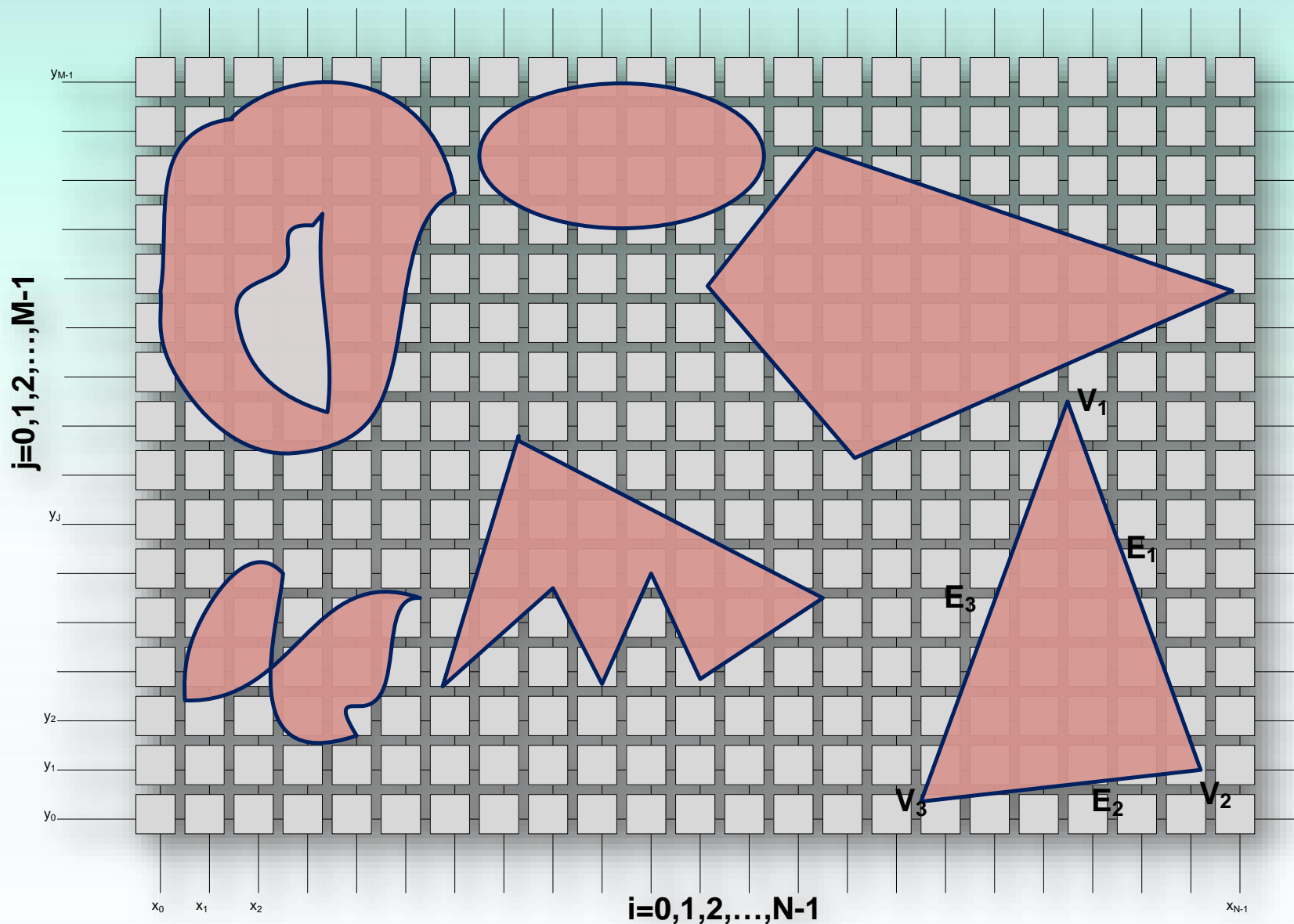
Закраска полигонов (тони́рование)

- ПЛОСКАЯ (FLAT)
- ГУРО (GOURAUD)
- ФОНГА (PHONG)
- ТЕКСТУРИРОВАНИЕ

ЗАПОЛНЕНИЕ, ЗАКРАСКА. Задача



ЗАПОЛНЕНИЕ, ЗАКРАСКА. Задача



ЗАПОЛНЕНИЕ, ЗАКРАСКА. Задача

МНОГОУГОЛЬНИК - фигура, ограниченная замкнутой ломаной без самопересечения.

Задается:

Списком вершин

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_L\}, v_i = \{x_i, y_i\},$$

L -кол-во вершин в многоугольнике

Списком ребер (edges)

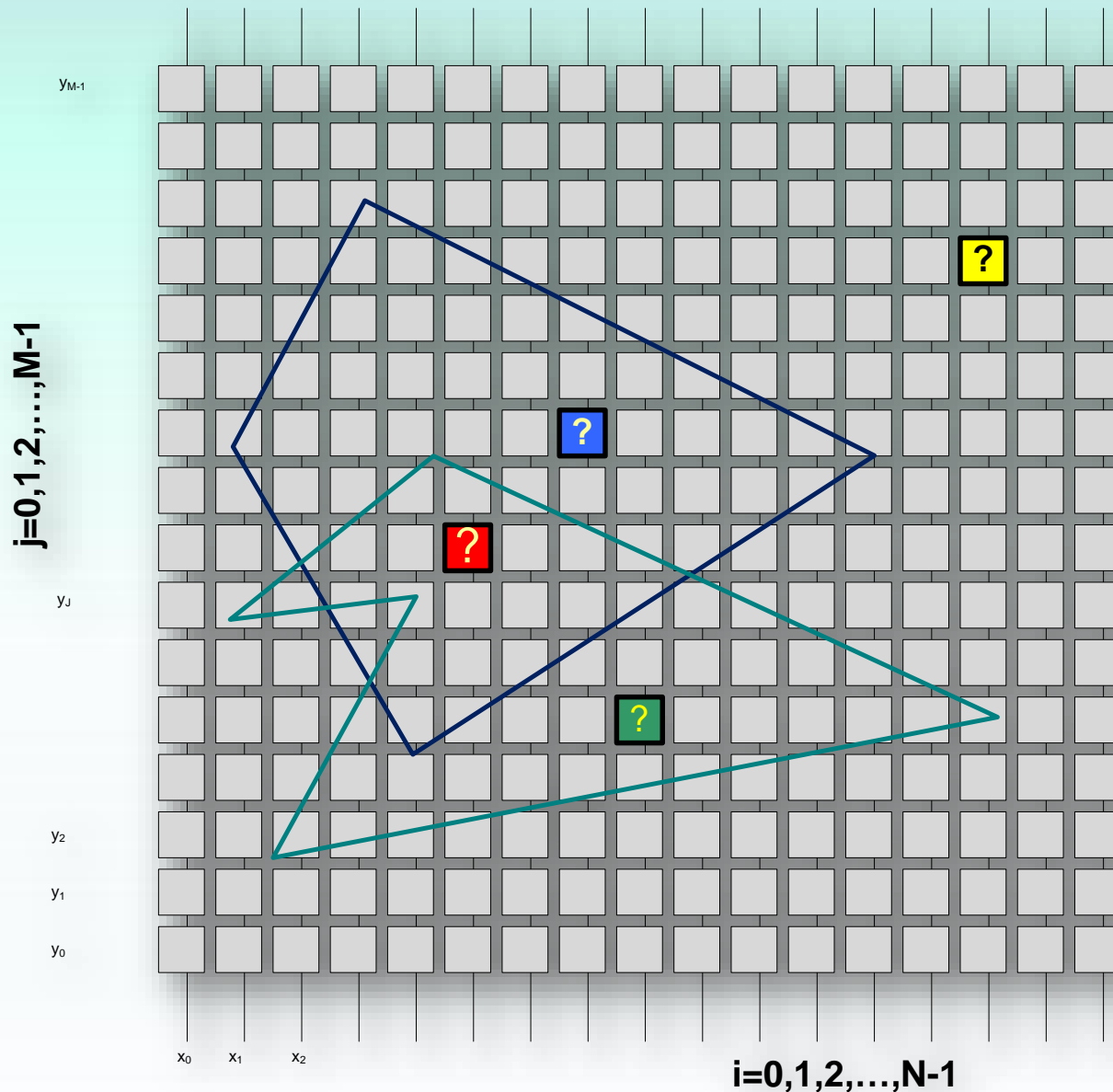
$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_L\}, e_j = \{pv_j, pv_{j+1}\} \text{ (! Соседние)}$$

ЗАПОЛНЕНИЕ (ГЕНЕРАЦИЯ)

АЛГОРИТМЫ ЗАПОЛНЕНИЯ

1. АЛГОРИТМ ЭКЛАНДА (простейший)
2. ЗАТРАВОЧНОЕ ЗАПОЛНЕНИЕ
 - Простой с затравкой
 - Построчный с затравкой
3. РАСТРОВАЯ РАЗВЕРТКА (Scan Line)
 - С упорядоченным списком ребер
 - С упорядоченным списком ребер + список активных ребер (CAP)
4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИНВЕРСИЙ (XOR - алгоритм)

ПРОСТЕЙШИЙ АЛГОРИТМ



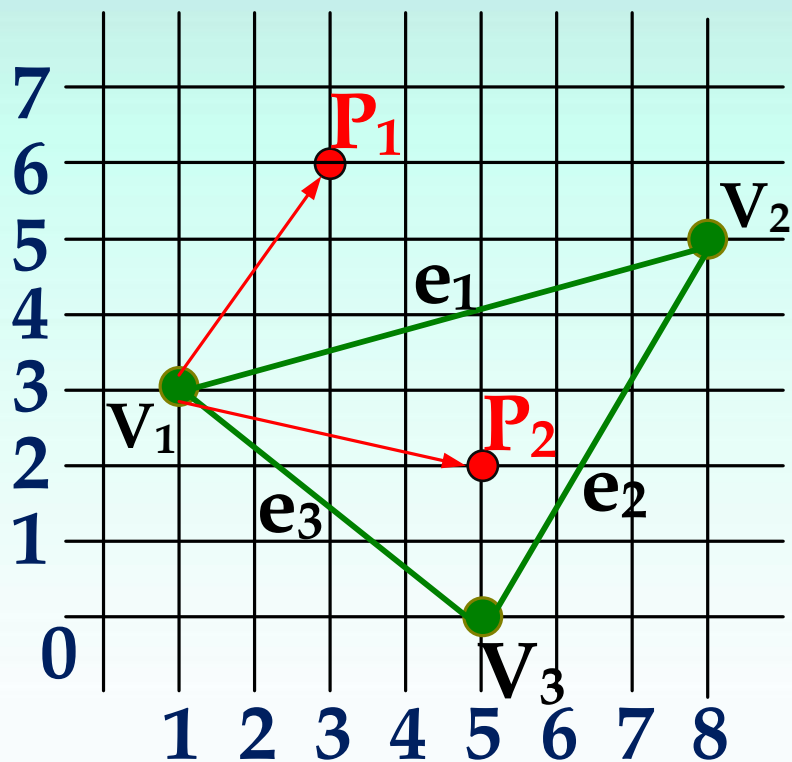
Пиксел i, j

ВНУТРИ ?
ВНЕ ?
НА ГРАНИЦЕ ?

При обходе по
часовой все
косые (псевдо-
скалярные)
произведения
пикселя
относительно
ребер должны
быть

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫ

ПРОСТЕЙШИЙ АЛГОРИТМ



Косое произведение

$$S = [w, e]$$

$$= w \wedge e = w_x * e_y - w_y * e_x$$

$$w = P_1 - V_1 = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

$$e_1 = V_2 - V_1 = \begin{bmatrix} 7 \\ 2 \end{bmatrix}$$

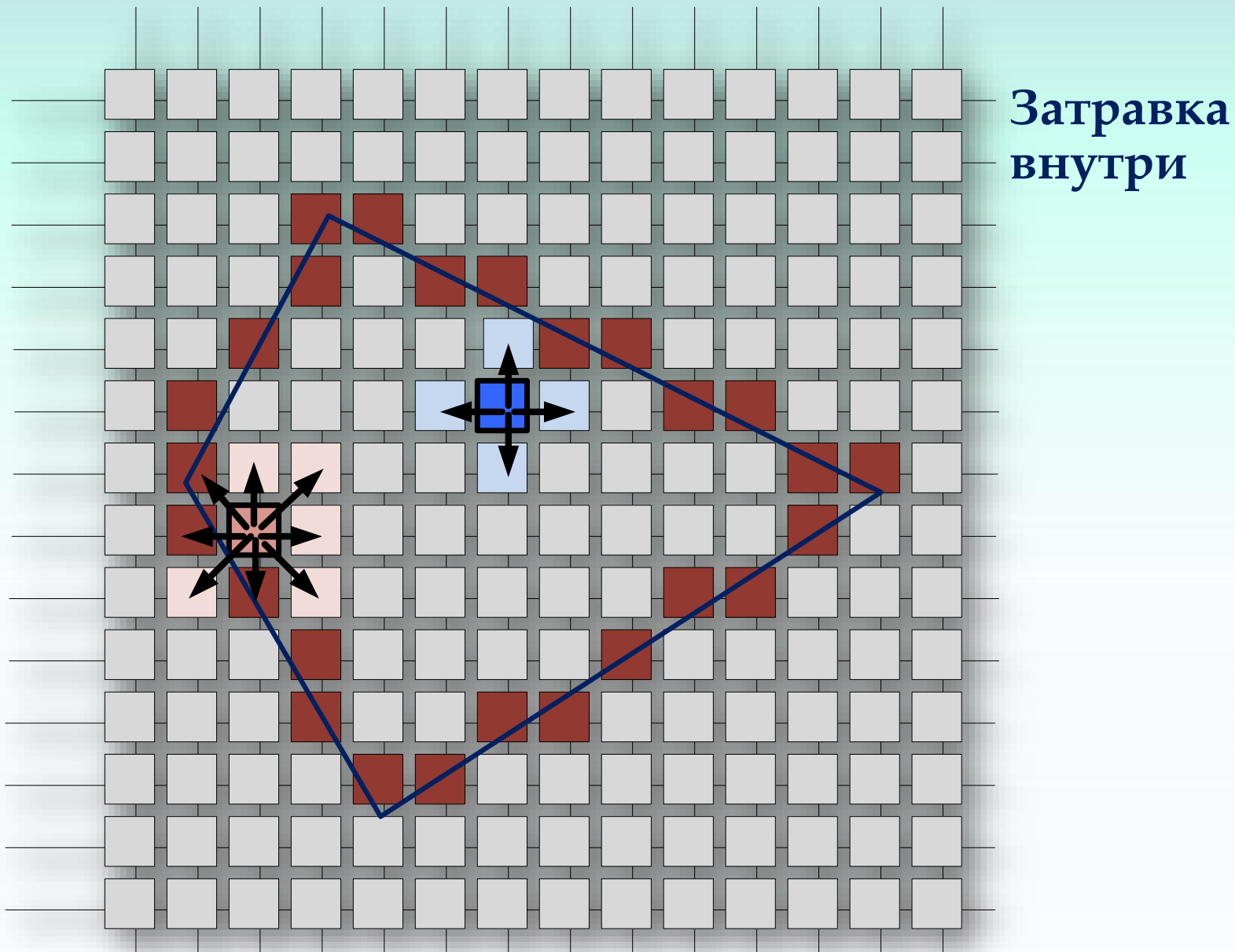
$$S(P_1) = 2 * 2 - 3 * 7 = -17$$

$$w = P_2 - v_1 = \begin{bmatrix} 4 \\ -1 \end{bmatrix}, e_1 = \begin{bmatrix} 7 \\ 2 \end{bmatrix}, S(P_1) = 4 * 2 - (-1) * 7 = 15$$

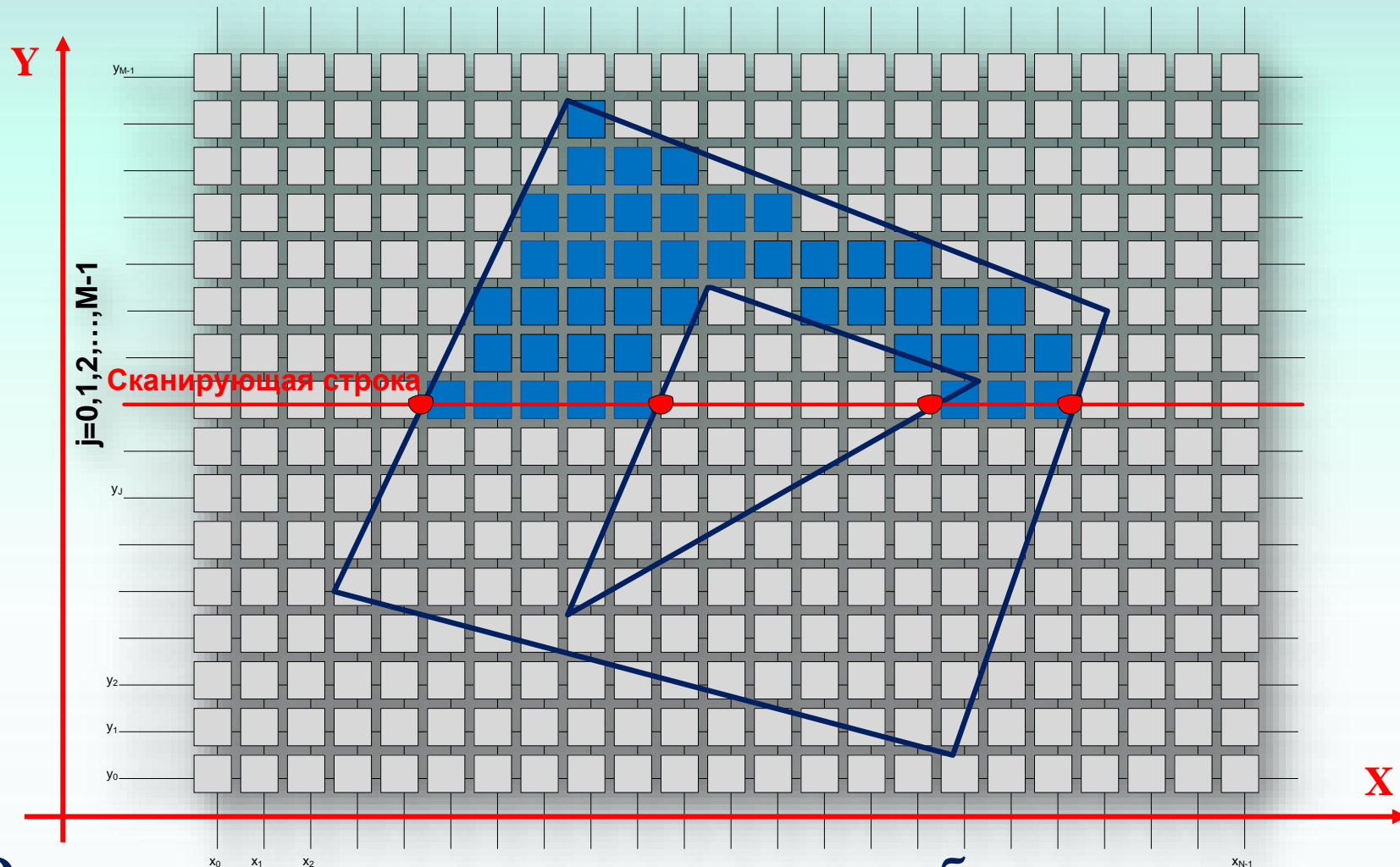
$$w = P_2 - v_2 = \begin{bmatrix} -3 \\ -3 \end{bmatrix}, e_2 = \begin{bmatrix} -3 \\ -5 \end{bmatrix}, S(P_2) = (-3) * (-5) - (-3) * (-3) = 7$$

$$w = P_2 - v_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}, e_3 = \begin{bmatrix} -4 \\ 3 \end{bmatrix}, S(P_3) = -(2) * (-4) = 8$$

АЛГОРИТМЫ с ЗАТРАВКОЙ



АЛГОРИТМЫ РАСТРОВОЙ РАЗВЕРТКИ



Основан на предположении, что любое горизонтальное сечение контура многоугольника состоит из четного числа точек.

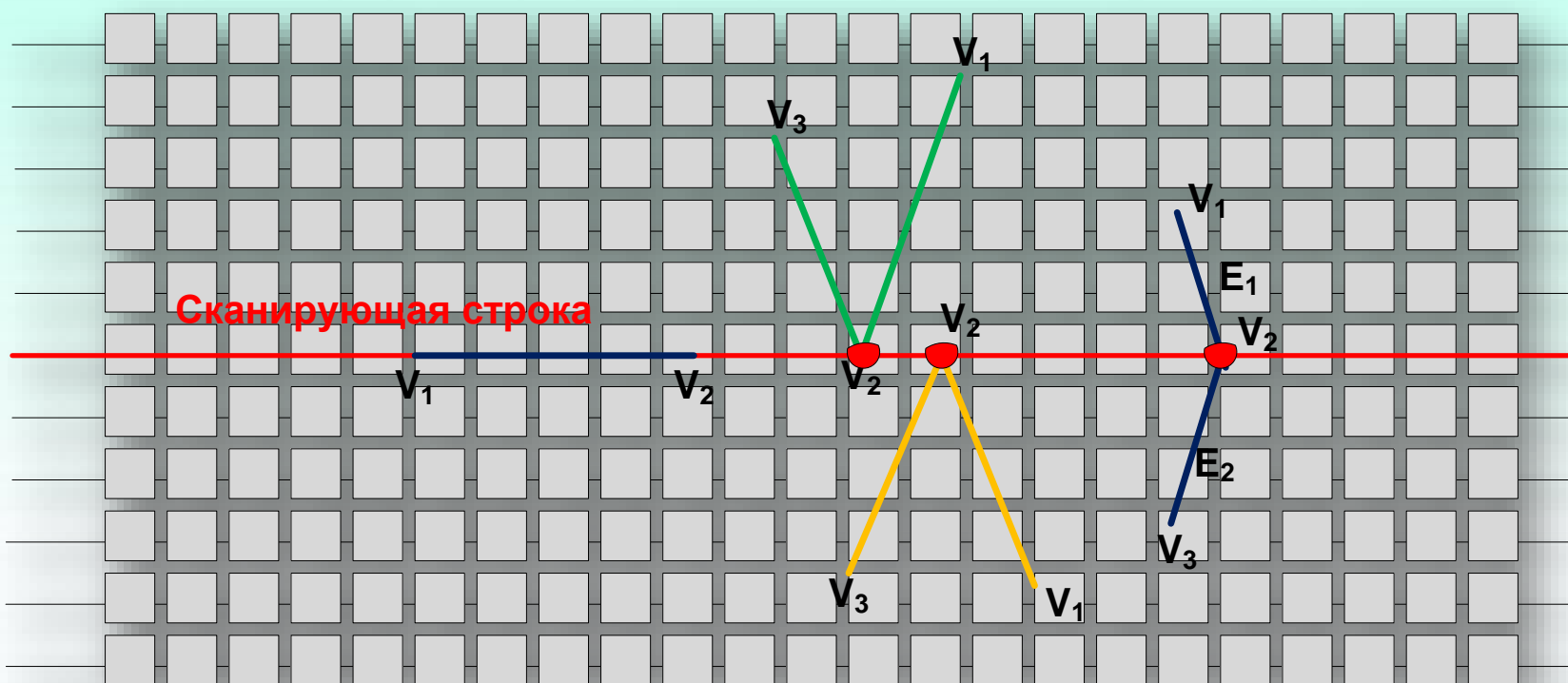
АЛГОРИТМЫ РАСТРОВОЙ РАЗВЕРТКИ

ОБЩАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

- Приводим многоугольник к экранным координатам
- Для каждой сканирующей строки определяем точки пересечения со сторонами полигона.
- Вычисляем промежутки строк, соответствующих внутренним частям многоугольника
- Промежутки закрашиваем требуемым цветом

АЛГОРИТМЫ РАСТРОВОЙ РАЗВЕРТКИ

ОСОБЕННОСТИ



- Горизонтальное ребро $\rightarrow 0$
- Отдельная вершина – локальный экстремум $\rightarrow 2$
- Отдельная вершина – не локальный экстремум $\rightarrow 1$

АЛГОРИТМЫ РАСТРОВОЙ РАЗВЕРТКИ (САР)

Подготовка.

Для каждого ребра создается структура:

- начальная (минимальная) точка ребра по y координате $y = \text{int}(y_{\min} + 1)$
- x_0 - координата точки пересечения ребра с наинизшей сканирующей строкой
- dx - смещение по x при движении вдоль ребра, соответствующее увеличению y - координаты на 1
- Δy - число пересекаемых ребром строк

Каждое ребро заносится в соответствующую y - группу

АЛГОРИТМЫ РАСТРОВОЙ РАЗВЕРТКИ (САР)

Отрисовка.

Для каждой сканирующей строки проверяется - группа на наличие ребер. Если есть - занести в САР.

- отсортировать x координаты точек пересечения ребер из САР с текущей строкой;
- выделить пары пересечений из отсортированного по x списка;
- закрасить выделенные интервалы;
- для все ребер из САР
 - вычислить новые x координаты точек пересечения (нарастить x - координату на dx);
 - уменьшить Δy на 1;
- проверить Δy для всех ребер из САР. Если $\Delta y < 0$ - исключить из САР;
- перейти к следующей сканирующей строке.

АЛГОРИТМ РАЗВЕРТКИ (САР)



Реберная структура
 $J_{\min}, I_0, d_x, \Delta_y$

Ребро 1

Ребро 2

Ребро 3

[5] [2] [0,5] [6]

[1][14][-0,9][10]

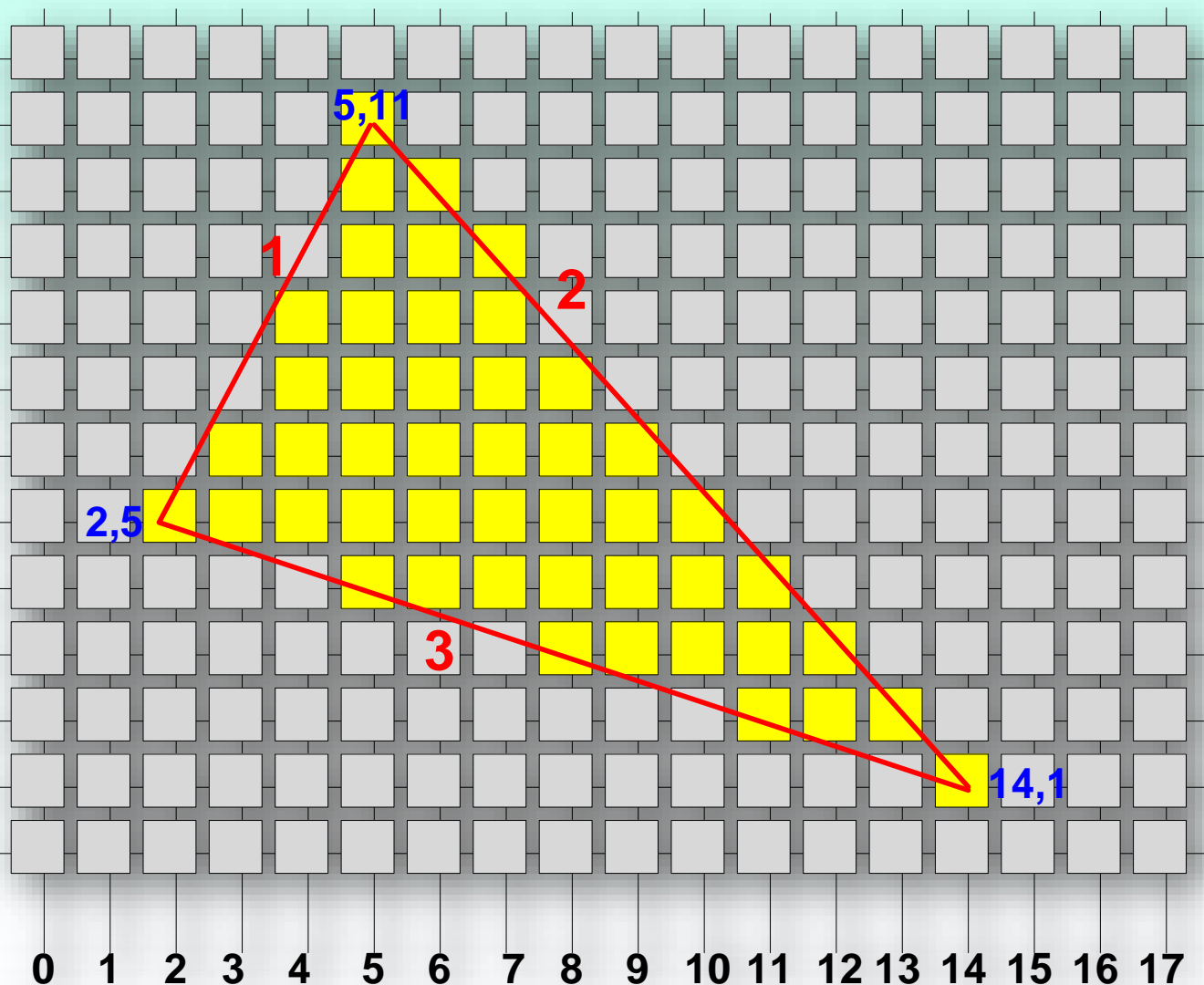
[1][14][-3] [4]

АЛГОРИТМ РАЗВЕРТКИ ВЫПУКЛЫХ ПОЛИГОНОВ

Xmin

-1
5
5
5
4
4
3
2
5
8
11
14
-1

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

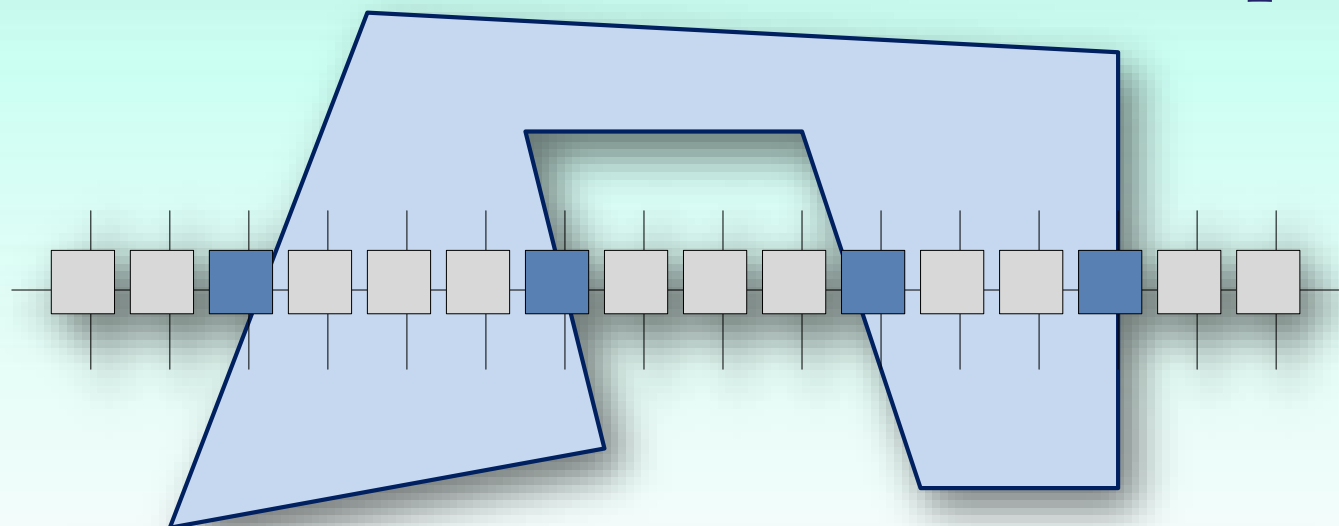


Xmax

18
5
6
7
7
8
9
10
11
12
13
14
18

АЛГОРИТМЫ XOR

(последовательных инверсий)



A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Продвижение вдоль строки



Продвижение вдоль строки

$$I(x+1, y) = I(x+1, y) \text{ XOR } I(x, y)$$

Модификации: перерисовка границ, XOR с флагом

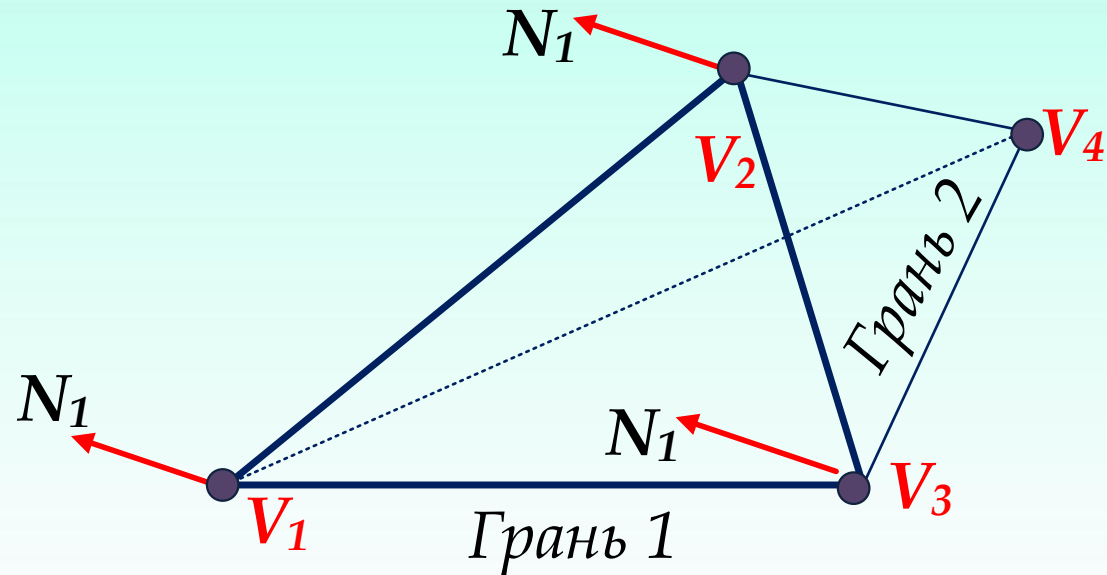
ЗАКРАСКА (ТОНИРОВАНИЕ)

МОДЕЛИ ЗАКРАСКИ

1. ПЛОСКАЯ (простейшая).
2. ГУРО
3. ФОНГА
4. *ТЕКСТУРИРОВАНИЕ (СЛЕД. ЛЕКЦИЯ!)*

ЗАКРАСКА

ПЛОСКАЯ ЗАКРАСКА (FLAT)



ИДЕЯ:

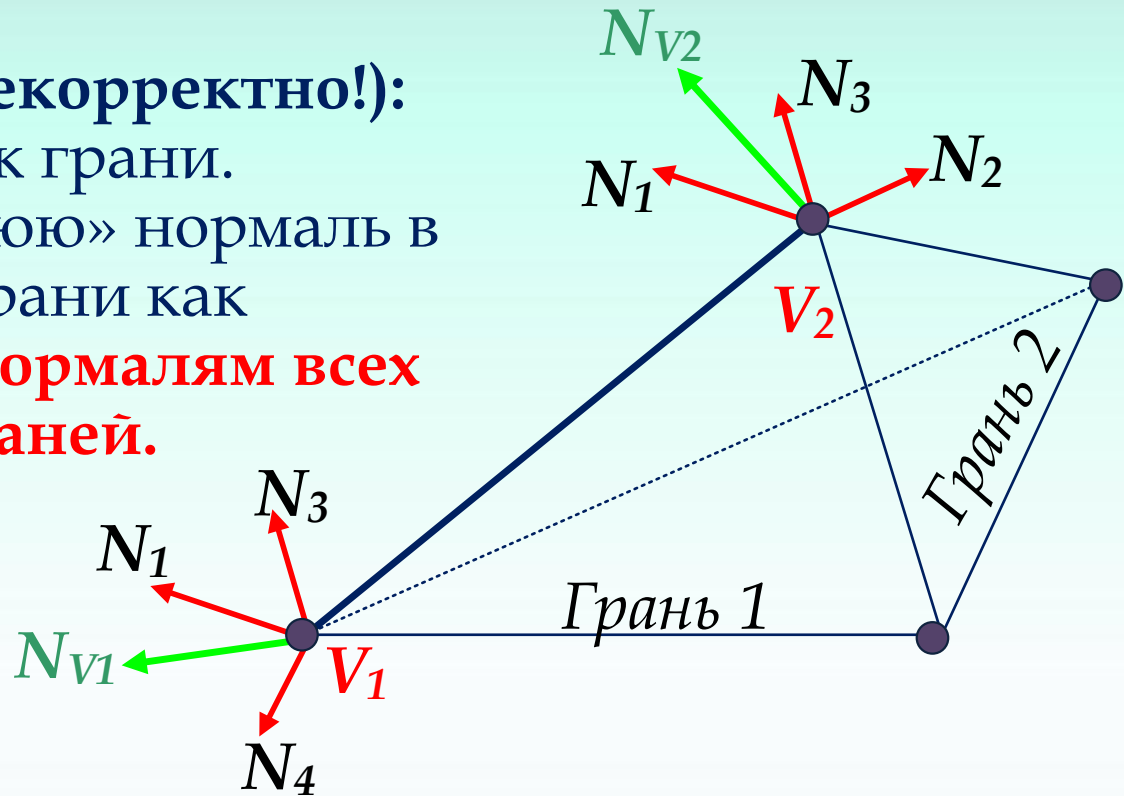
- Находим нормаль к грани
- Вычисляем интенсивность освещенности (по любой модели, три компоненты !)
- Все пиксели грани окрашиваем в данный цвет

ЗАКРАСКА

ЗАКРАСКА ГУРО (HENRI GOURAUD. 1971)

ИДЕЯ (**физически** некорректно!):

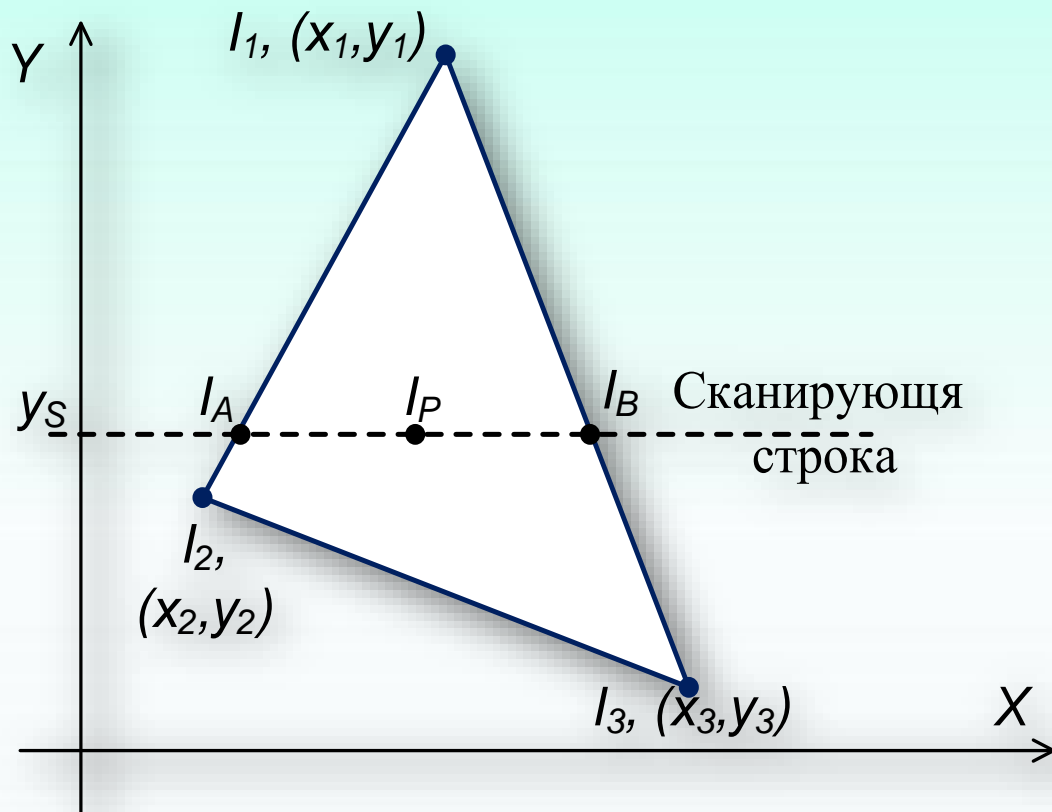
- Находим нормаль к грани.
- Вычисляем «среднюю» нормаль в каждой вершине грани как **усредненную по нормальям всех примыкающих граней.**



- Определяем интенсивность освещенности (по любой модели, три компоненты !) для каждой вершины грани.
- Пиксели грани окрашиваются с **помощью линейной интерполяции цветов в вершинах грани.**

ЗАКРАСКА

ЗАКРАСКА ГУРО (HENRI GOURAUD. 1971)



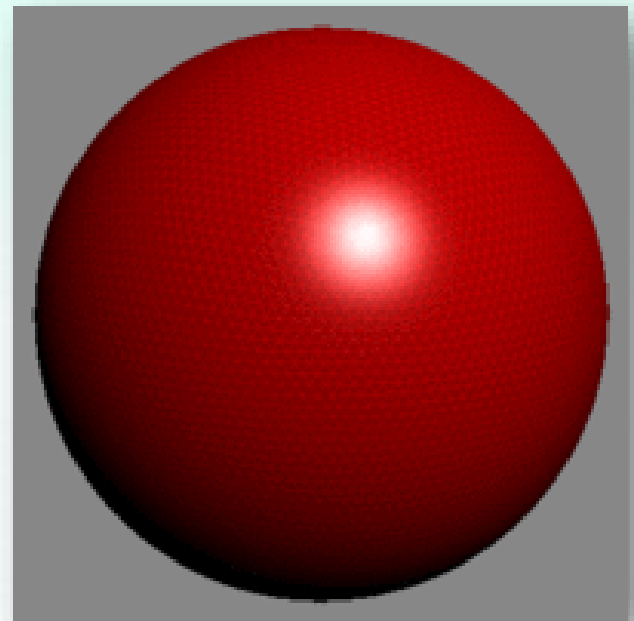
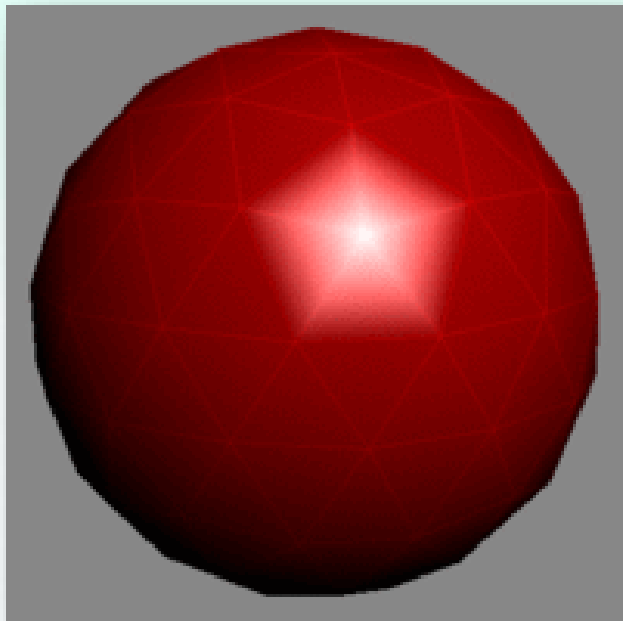
$$I_A = I_1 \frac{y_S - y_2}{y_1 - y_2} + I_2 \frac{y_1 - y_S}{y_1 - y_2}$$

$$I_B = I_1 \frac{y_S - y_3}{y_1 - y_3} + I_3 \frac{y_1 - y_S}{y_1 - y_3}$$

$$I_P = I_A \frac{y_B - y_P}{y_B - y_A} + I_B \frac{y_P - y_A}{y_B - y_A}$$

ЗАКРАСКА

ЗАКРАСКА ГУРО (HENRI GOURAUD. 1971)

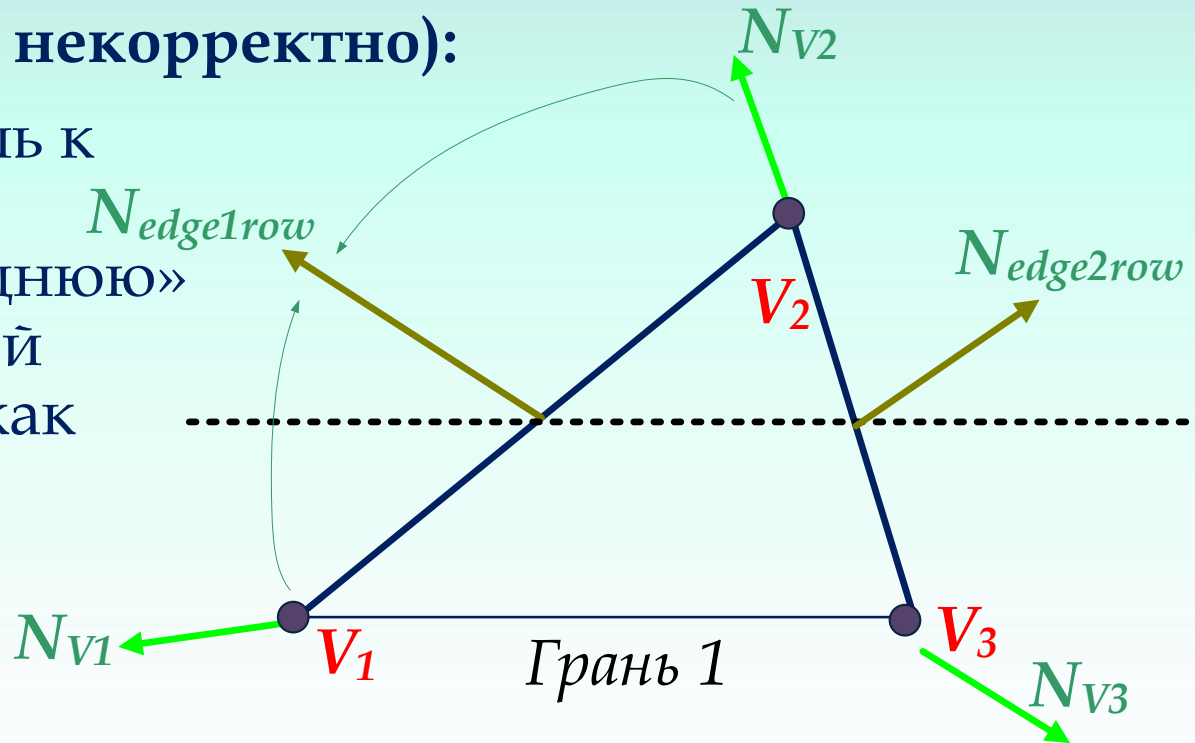


ЗАКРАСКА

ЗАКРАСКА ФОНГА (PHONG. 1974)

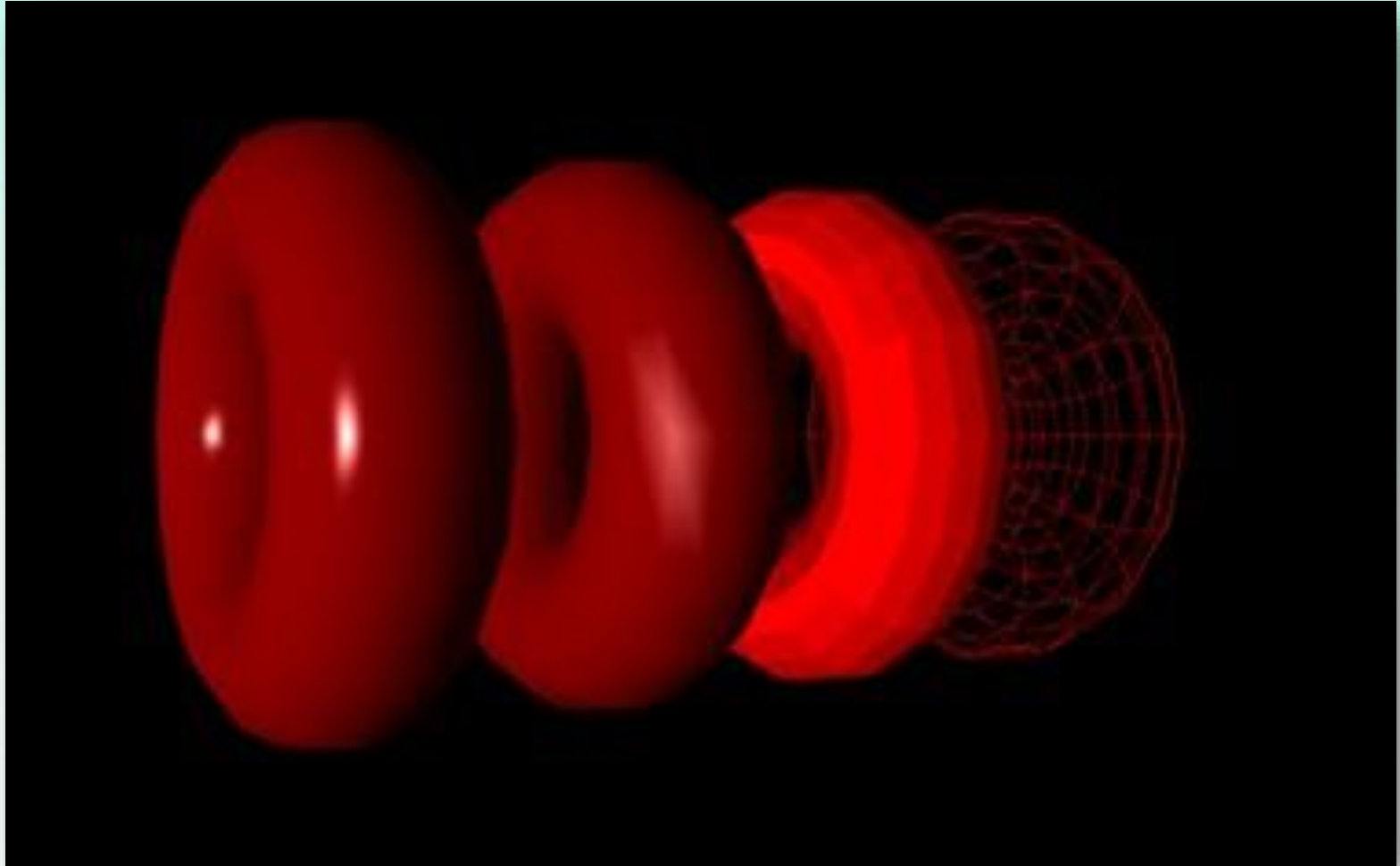
ИДЕЯ (**физически** некорректно):

- Находим нормаль к грани.
- Вычисляем «среднюю» нормаль в каждой вершине грани как усредненную по нормальям всех примыкающих граней.
- Определяем нормаль в каждой точке (пикселе) грани с помощью линейной интерполяции.
- Определяем интенсивность освещенности (по любой модели, три компоненты !) для каждой точки (пиксела) грани.



ЗАКРАСКА

ЗАКРАСКА ФОНГА (PHONG. 1974)

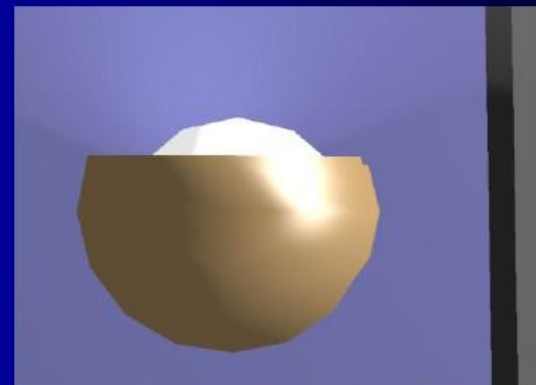
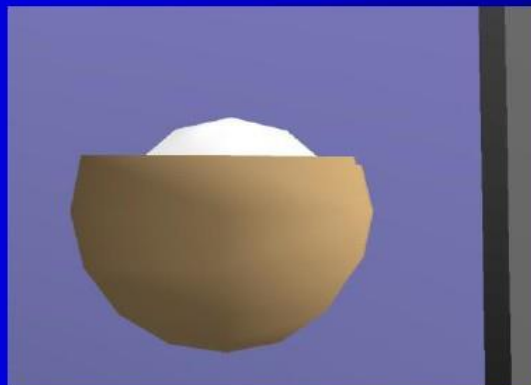
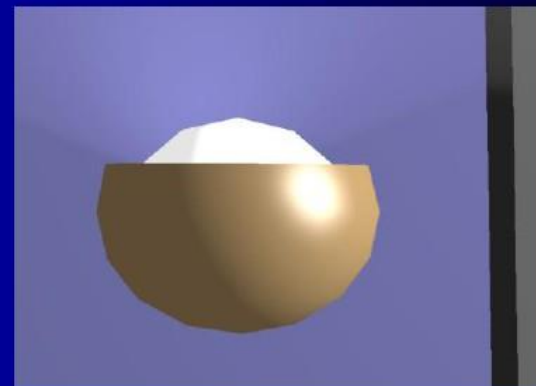
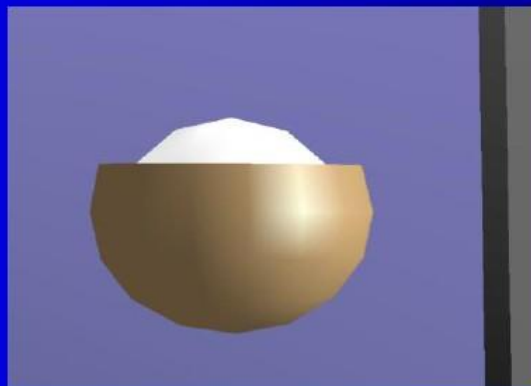


ЗАКРАСКА

Плоская

Гуро

Фонг



Вопросы

ТЕМА: ЗАПОЛНЕНИЕ

1. Общая идея алгоритмов заполнения
2. Алгоритмы заполнения с затравкой
3. Алгоритмы заполнения сканирующей строки
4. Алгоритмы XOR

Литература:

<http://www.mari-el.ru/mmlab/home/kg/Lection11/index.html>

<http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/lecture/2094?page=1>

Вопросы

ТЕМА: ЗАКРАСКА

1. Плоская закрашка. Идея. Достоинства и недостатки
2. Закраска Гуро. Идея. Достоинства и недостатки
3. Закраска Фонга. Идея. Достоинства и недостатки

Литература:

<http://www.ray-tracing.ru/>

http://compgraph.tpu.ru/Meth_Fill.htm

END # 8