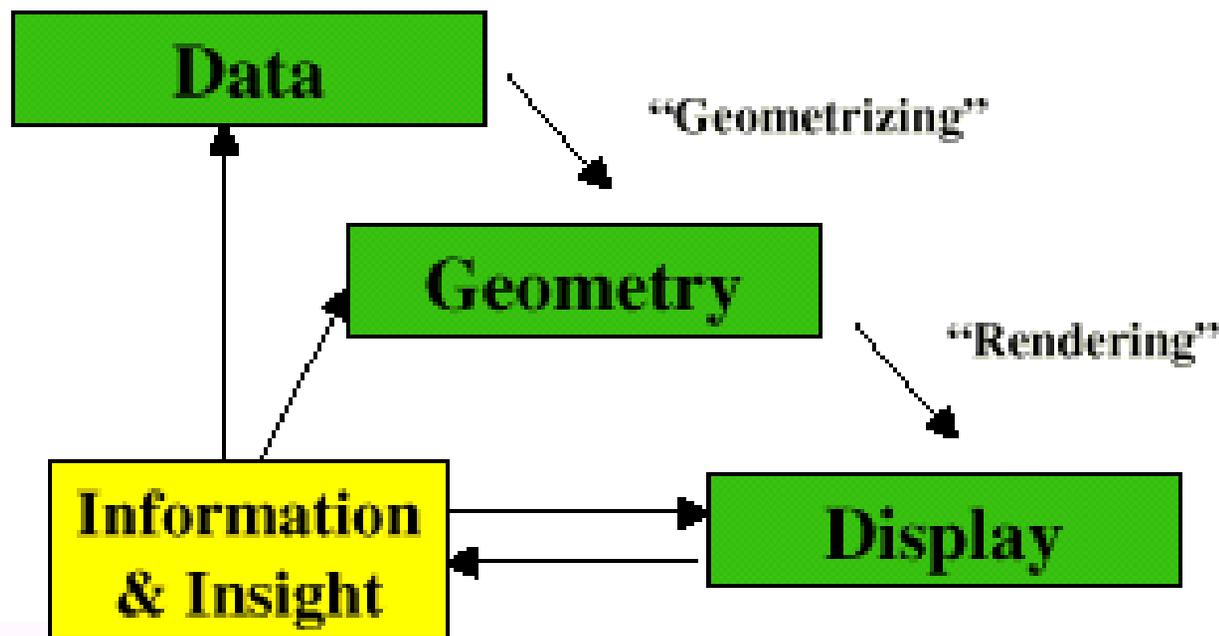




## Лекция 13а

### **Научная визуализация (Scientific Visualization)**

# Scientific Visualization



University of California, San Diego

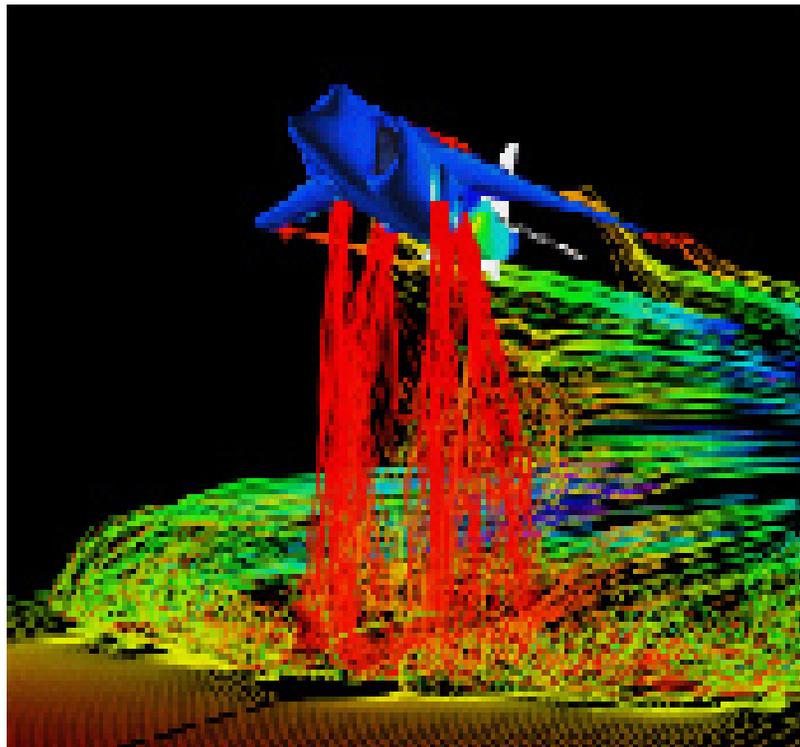
8 - 0 - 8 - 0

**SDSC**

# Научная визуализация

## Visualization: NASA's FAST

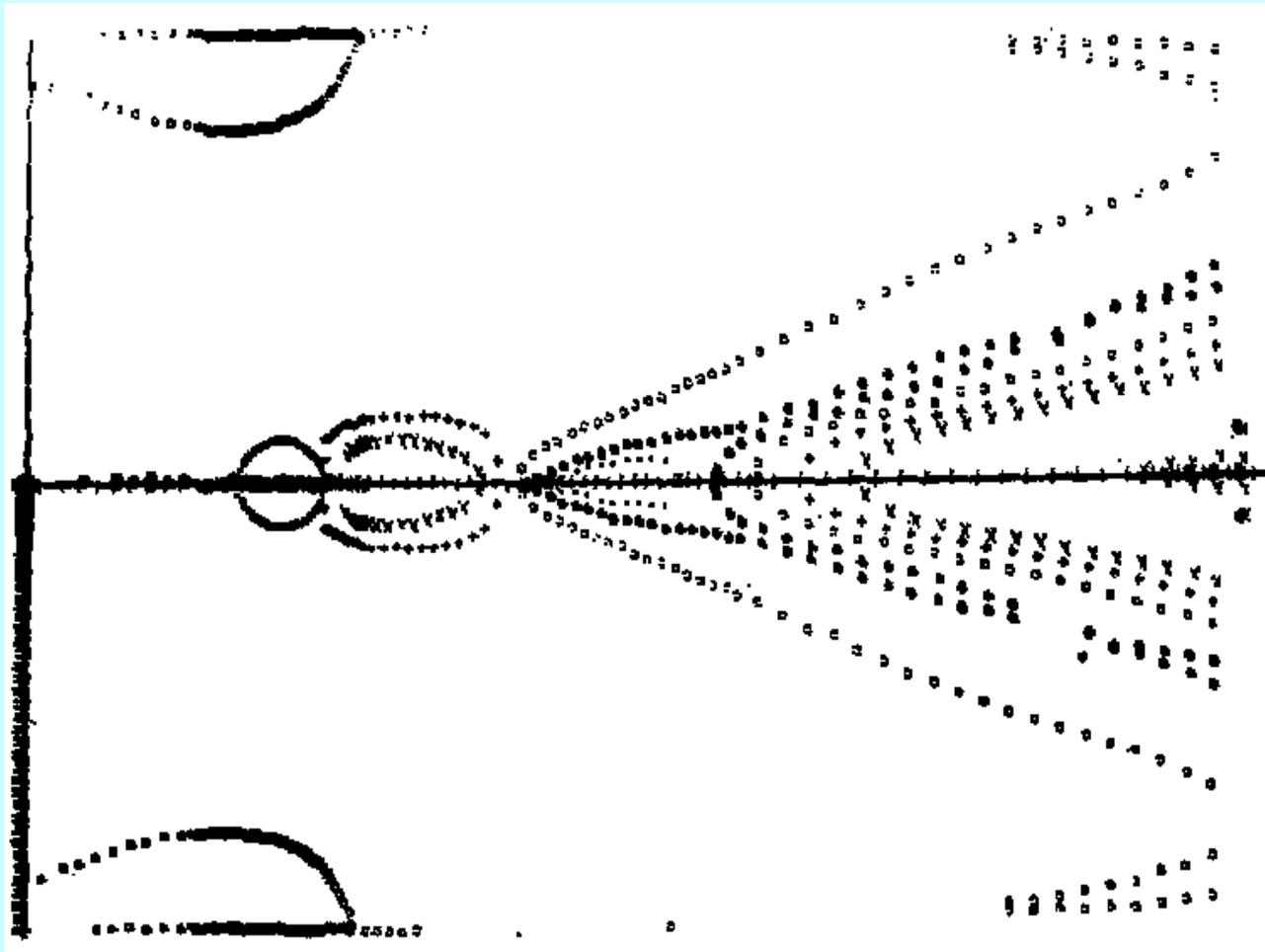
---



Airflow around a  
Harrier Jet  
FAST System

Mark Ames

# Обтекание цилиндра плазмой (1964 год)



5 мая

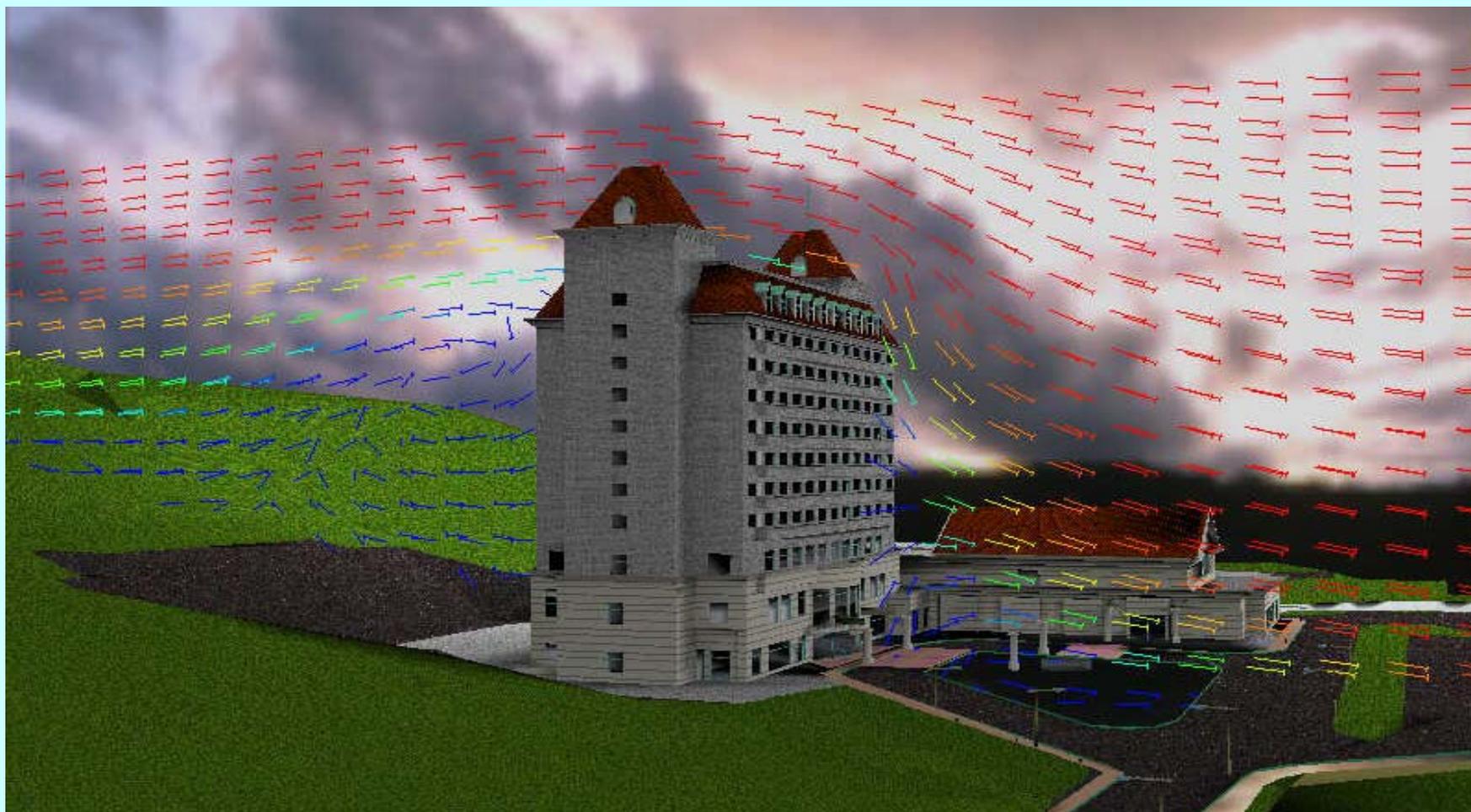
13-а.

4

# Векторное поле

0.0  1.0

Шкала скоростей



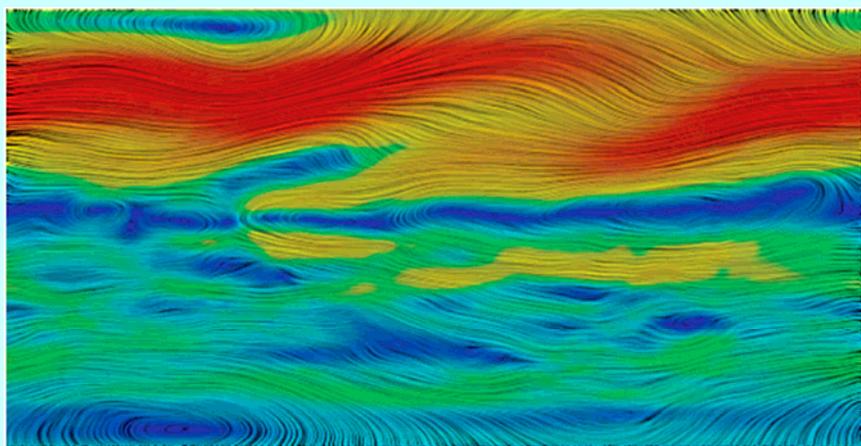
# Распределение температуры в салоне автомобиля



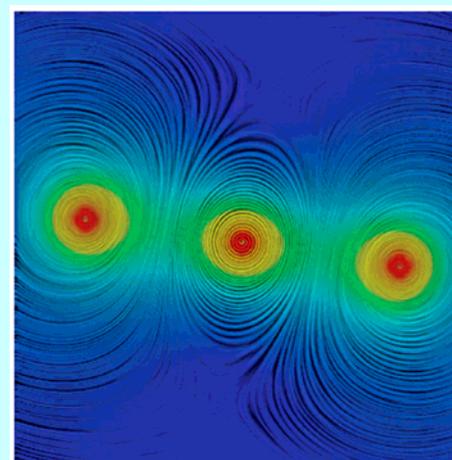
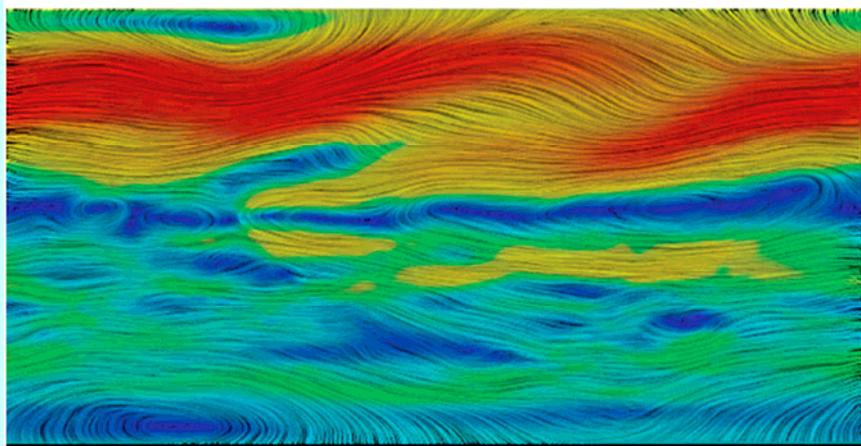
# Моделирование ткани



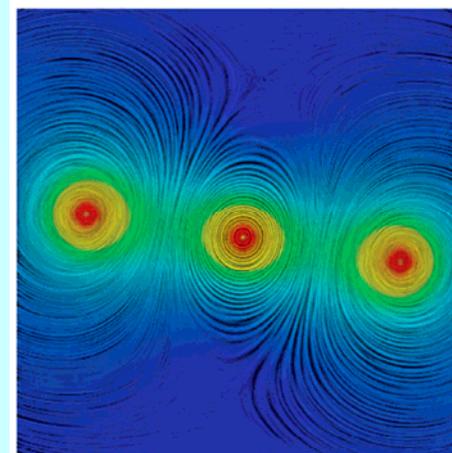
# Моделирование погоды и вихрей



(a)



(a)

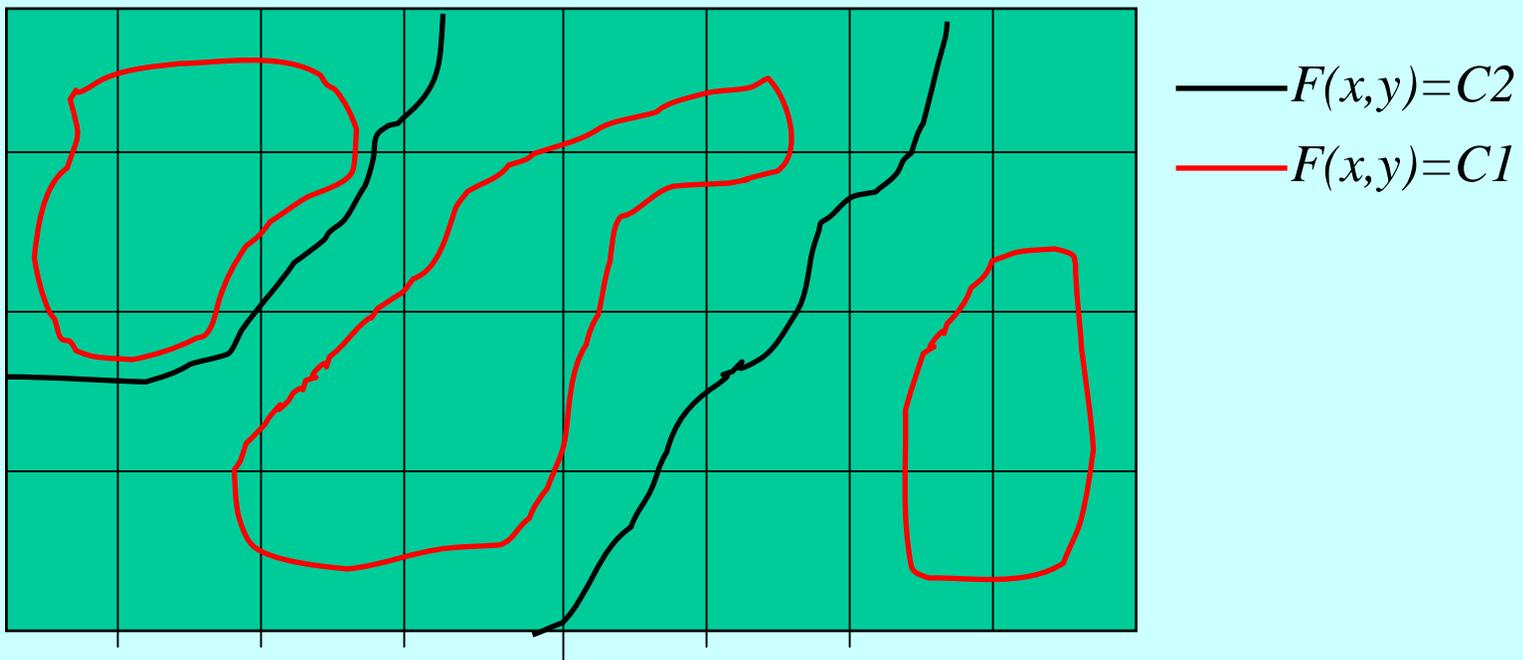


(b)

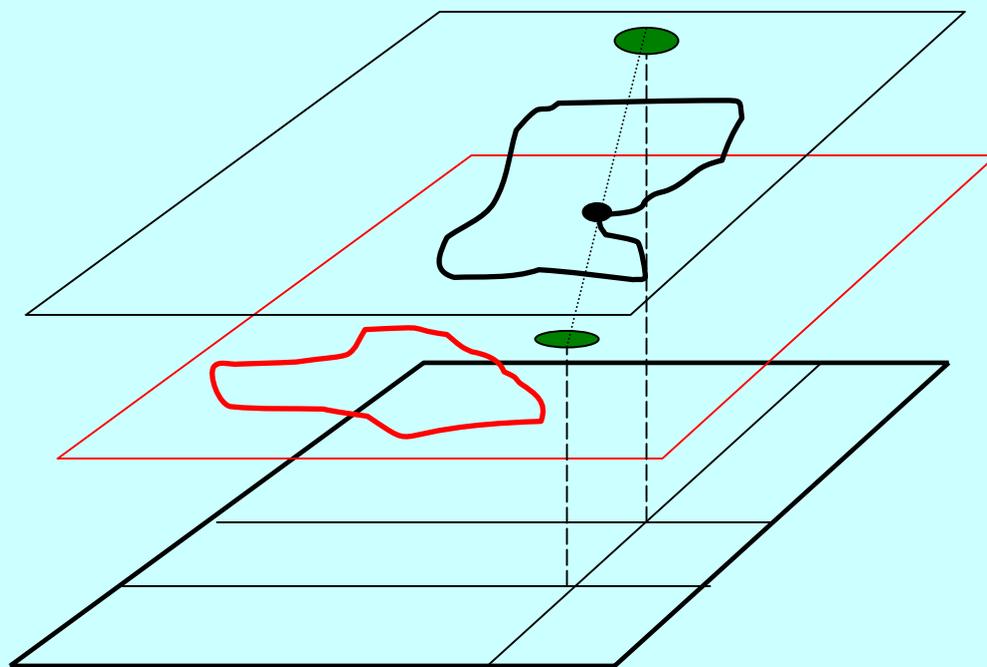
5 мая 2006 г.

Компьютерная графика. Лекция  
13-а.

# Изолинии (1)



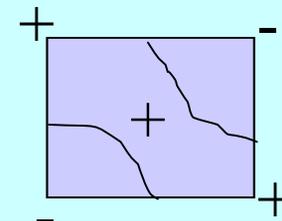
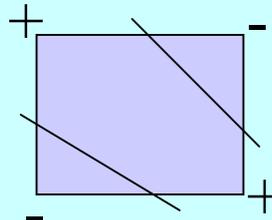
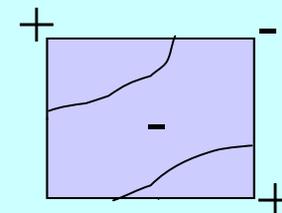
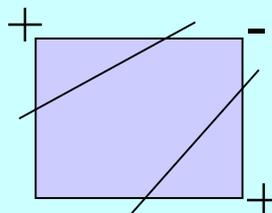
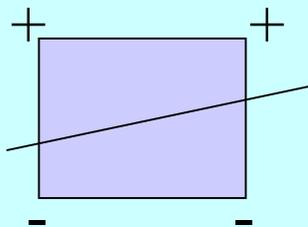
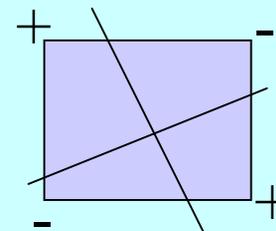
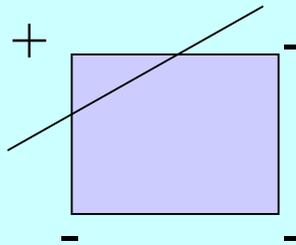
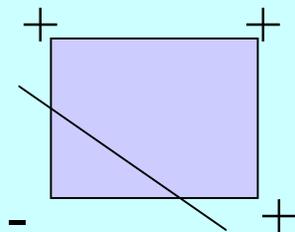
# Изолинии (2)

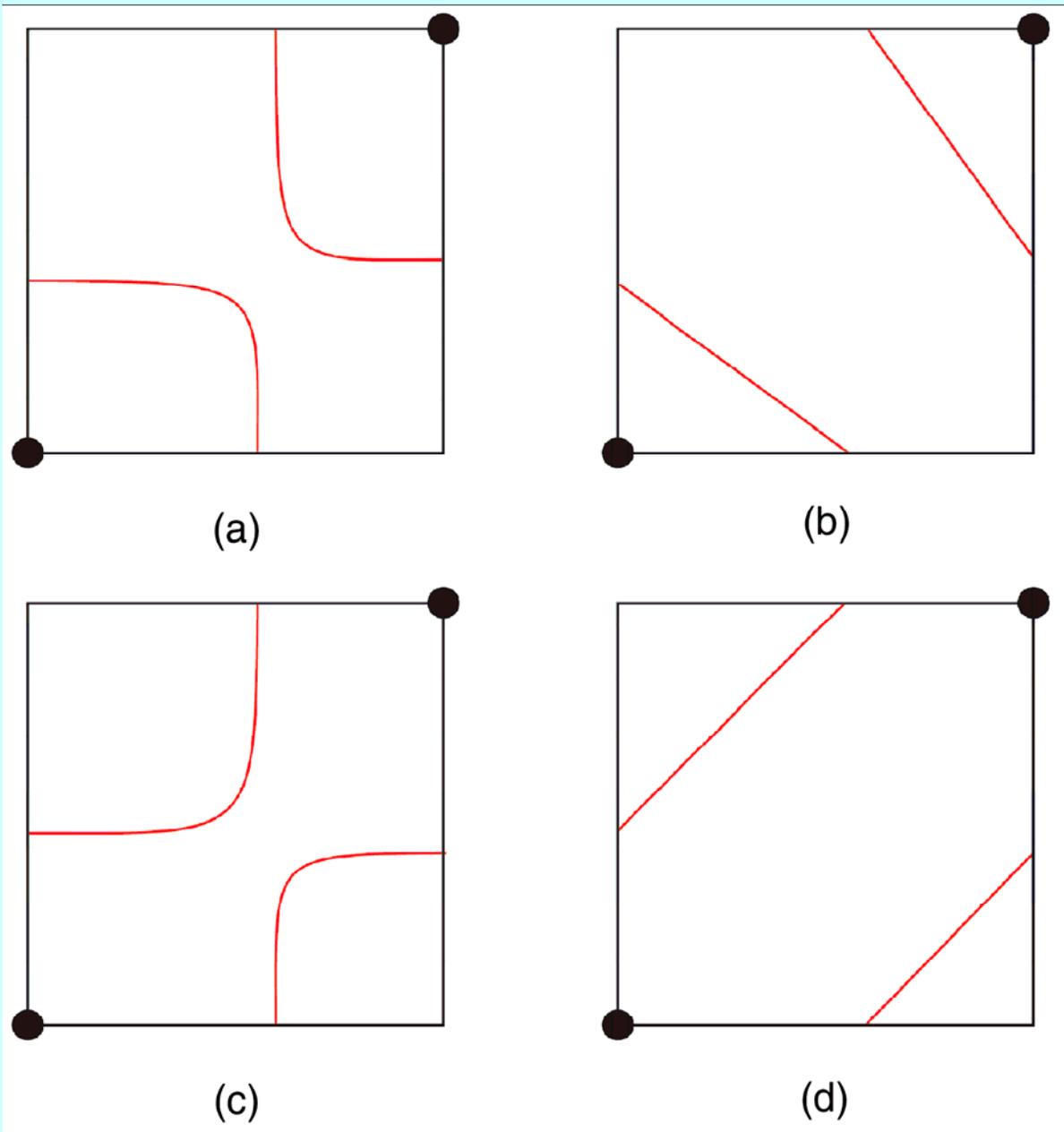


$$F(x,y)=C2$$

$$F(x,y)=C1$$

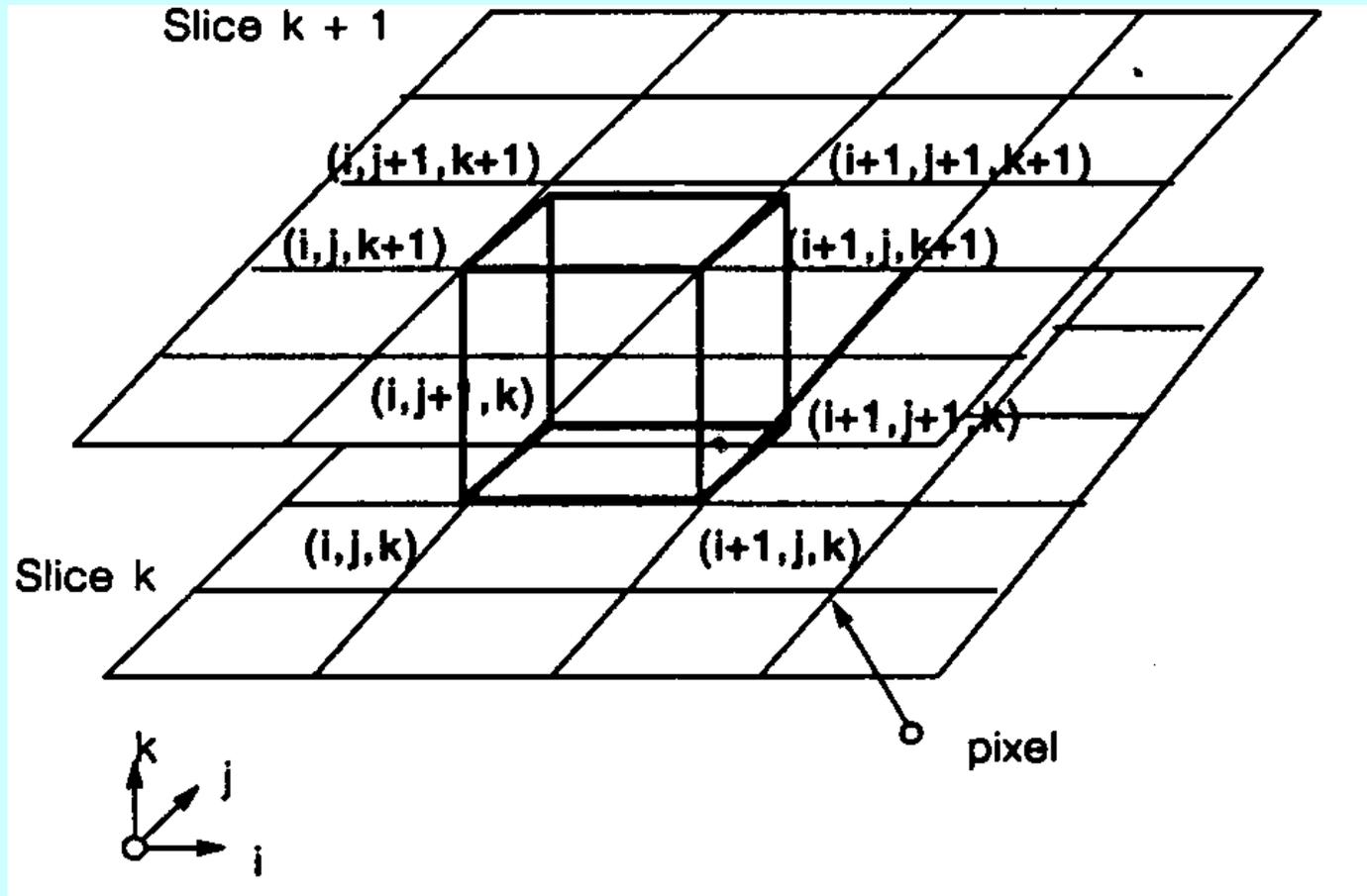
# Изолинии (3)





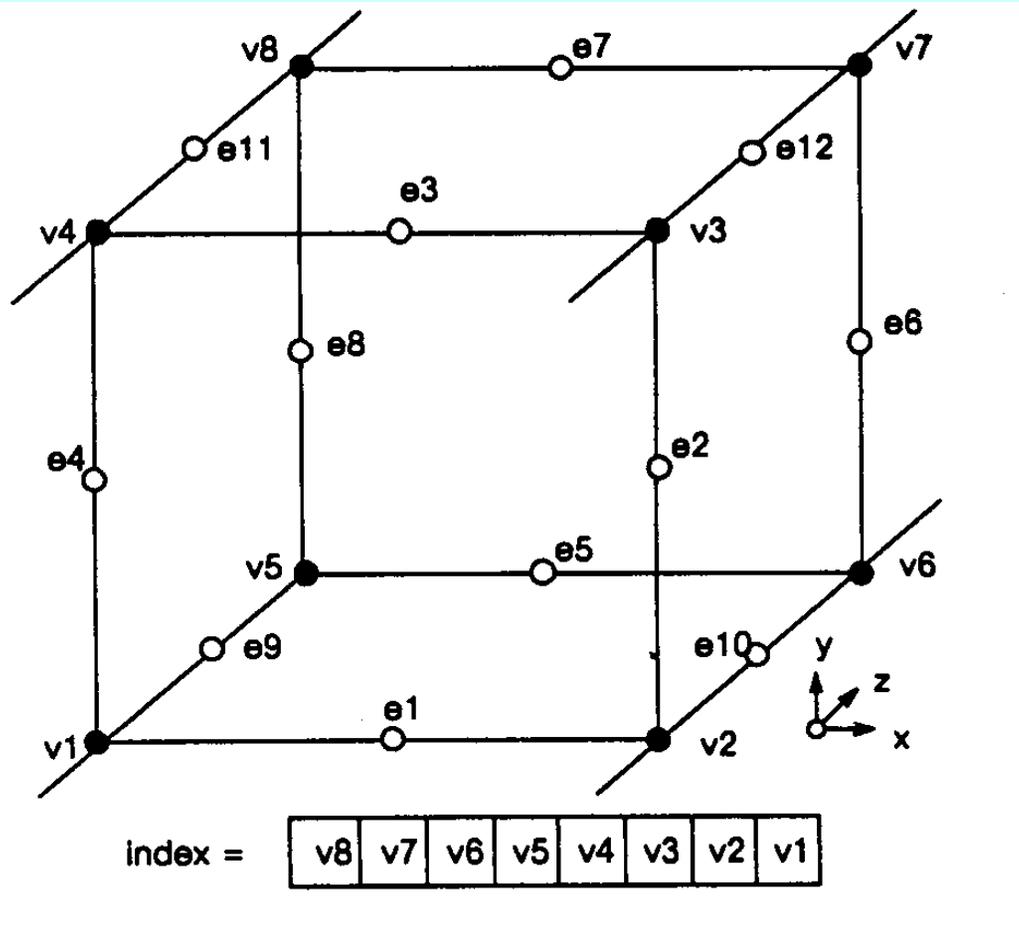
# Изоповерхности (1)

## Бегущий куб (Marching cubes)



# Изоповерхности (2)

## Вычисление индекса

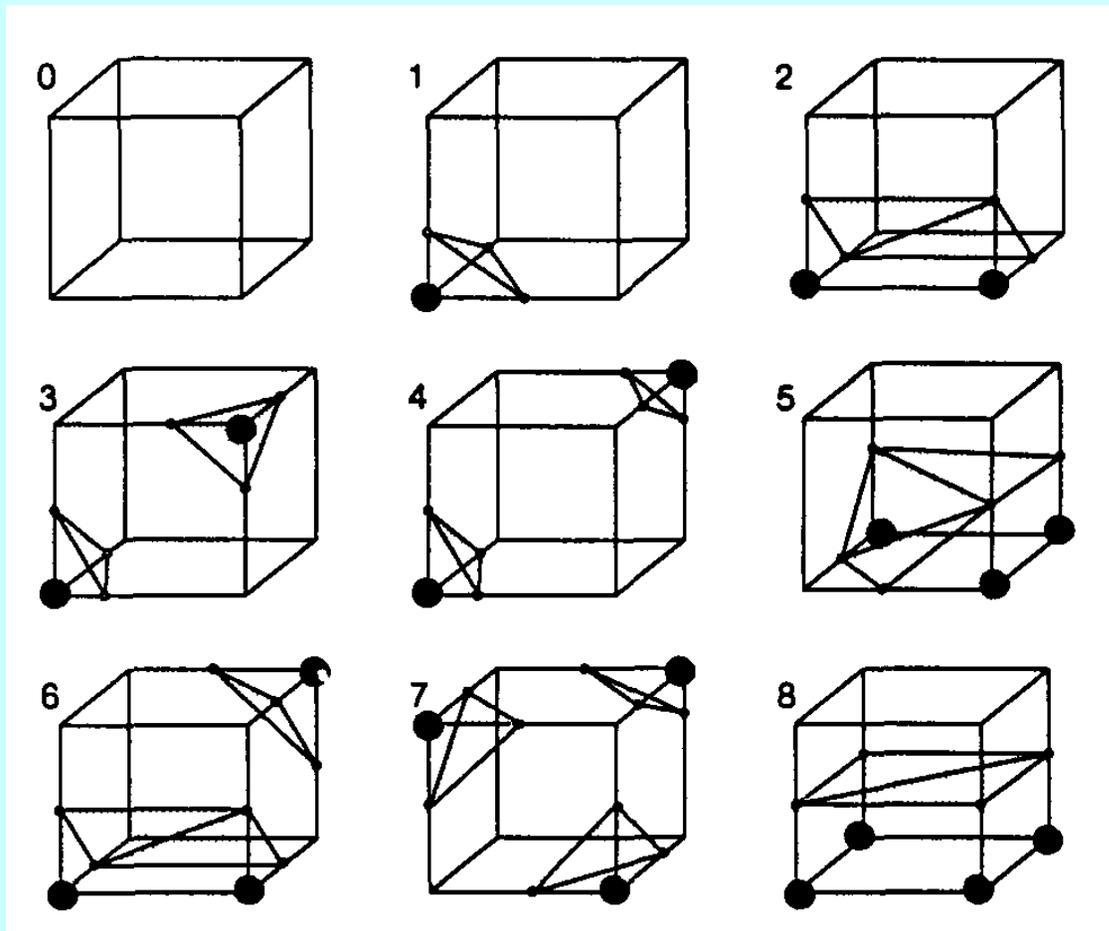


$v_i = 1$ , если значение в вершине  $\geq C$

$v_i = 0$ , если значение в вершине  $< C$

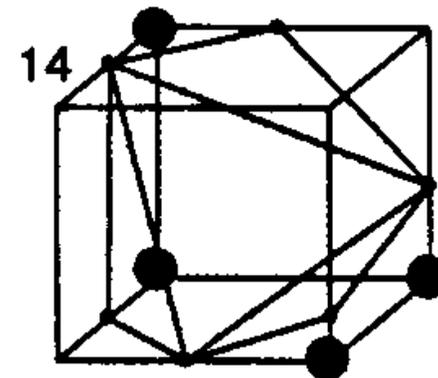
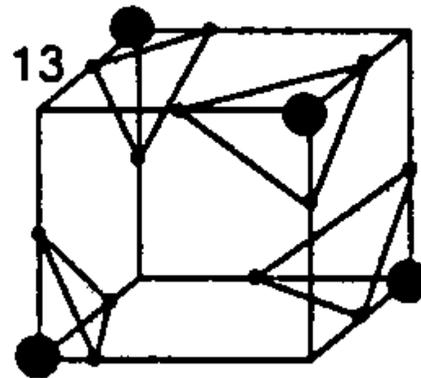
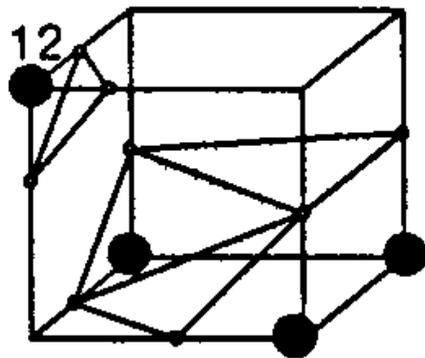
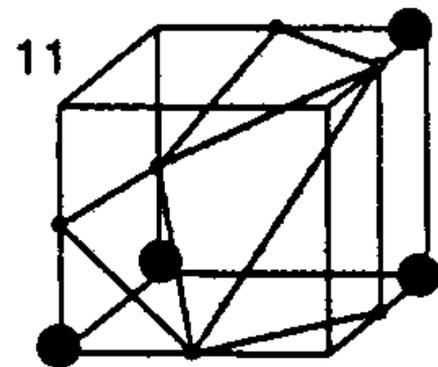
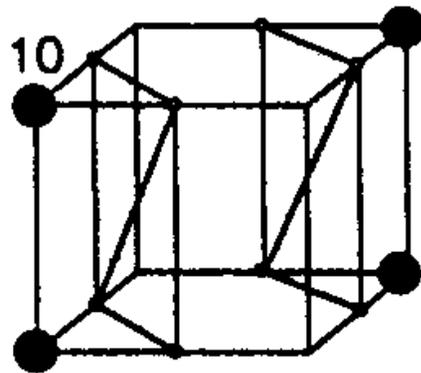
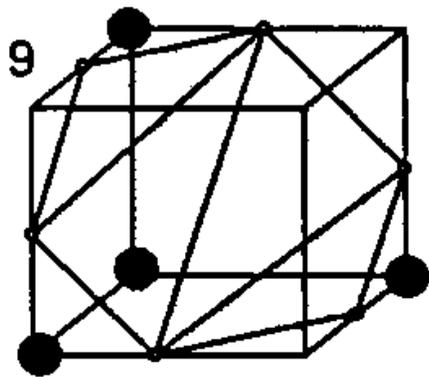
# Изоповерхности (3)

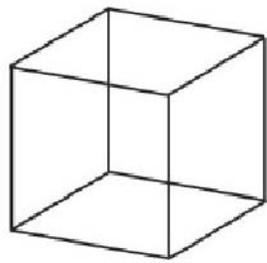
## 14 случаев



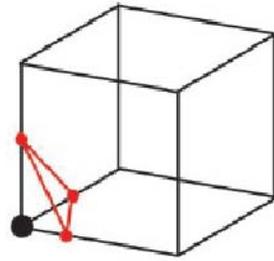
# Изоповерхности (4)

14 случаев

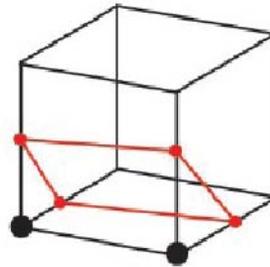




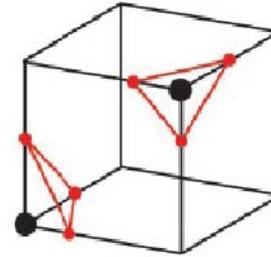
0



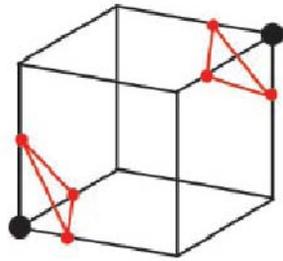
1



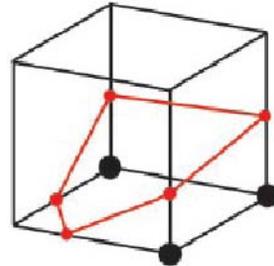
2



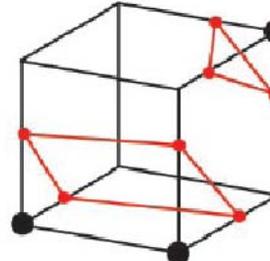
3



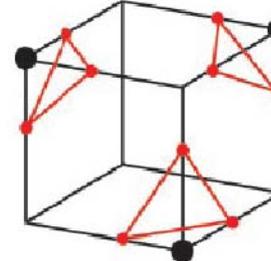
4



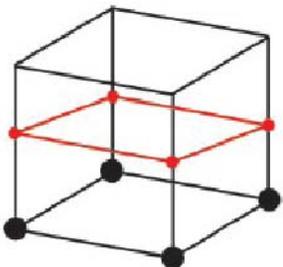
5



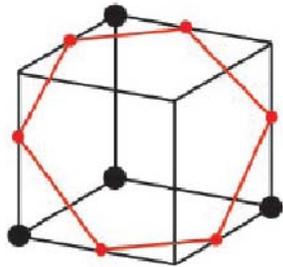
6



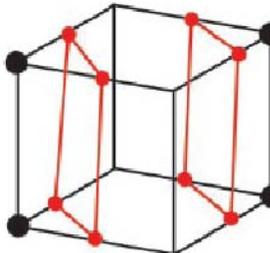
7



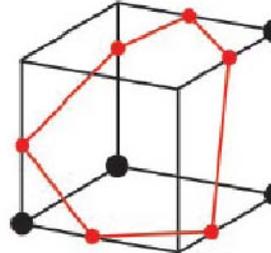
8



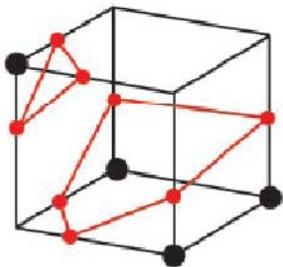
9



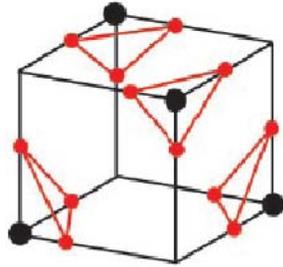
10



11



12



13

# Изоповерхности (6)

## Вычисление нормалей

$$G_x(i, j, k) = \frac{D(i+1, j, k) - D(i-1, j, k)}{\Delta x}$$

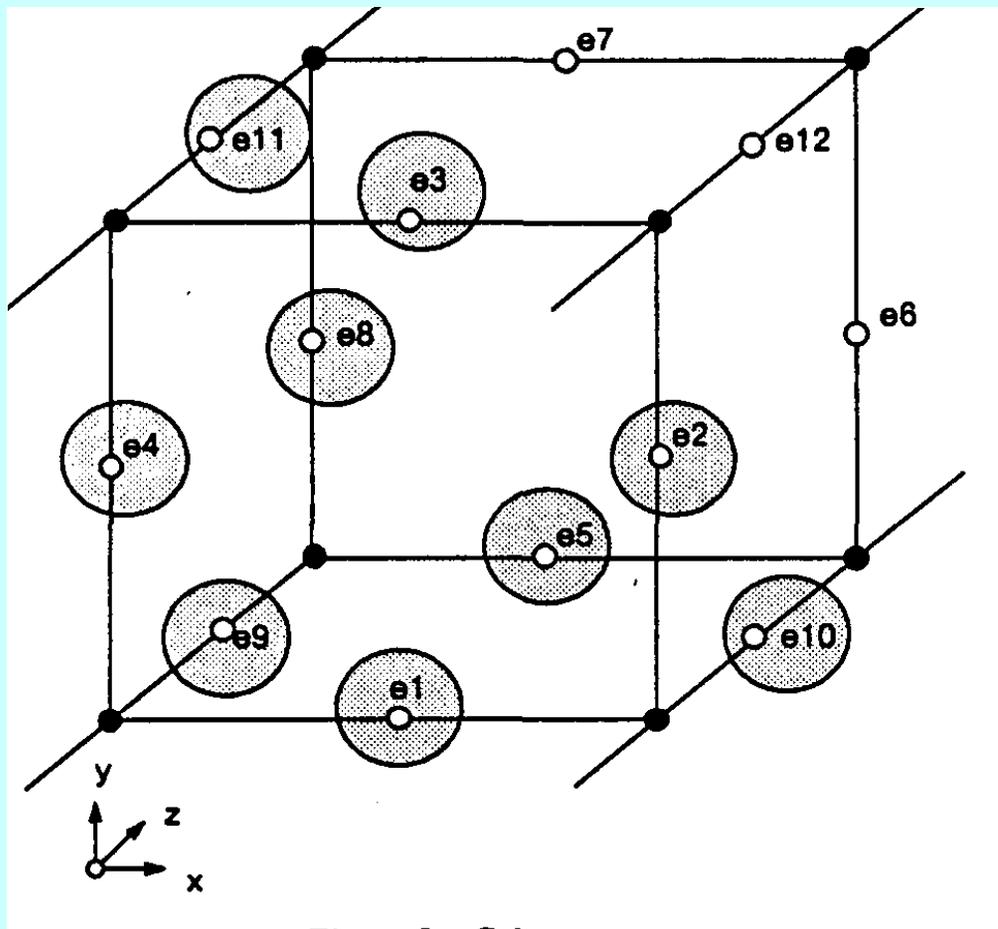
$$G_y(i, j, k) = \frac{D(i, j+1, k) - D(i, j-1, k)}{\Delta y}$$

$$G_z(i, j, k) = \frac{D(i, j, k+1) - D(i, j, k-1)}{\Delta z}$$

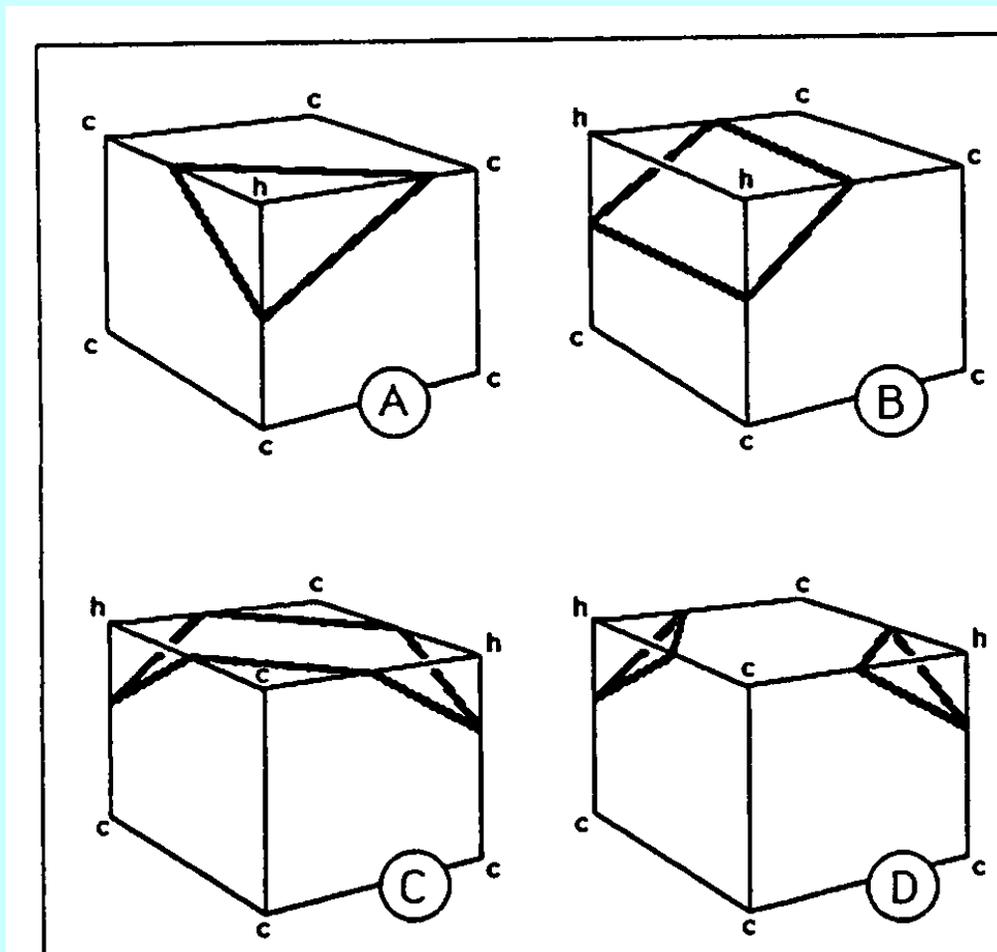
# Алгоритм бегущего куба

- Считать четыре слоя в память
- Сканируется 2 слоя и создается куб из соседей в одном слое и 4 соседей в другом
- Вычисляется индекс сравнением 8 значений в вершинах куба ( $v_i$ ) и константой поверхности  $C$
- Используя индекс, выбираем из таблицы заранее вычисленный список ребер
- Находим точки пересечения линейной интерполяцией
- Вычисляем ед. нормали в вершинах куба и интерполируем нормали в вершины треугольников
- Выдаем треугольники с нормальями (далее OpenGL)

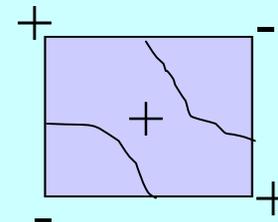
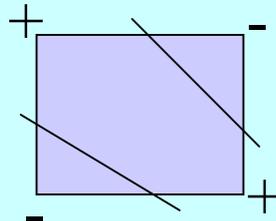
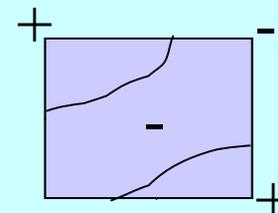
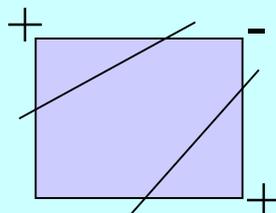
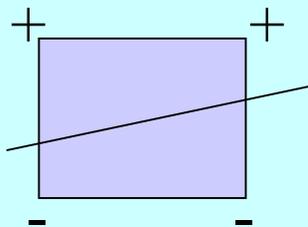
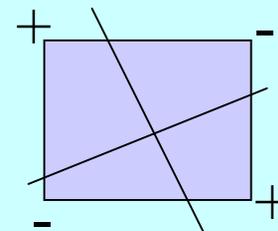
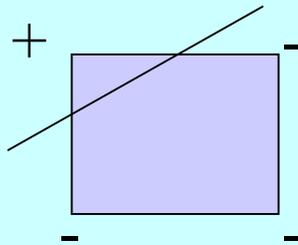
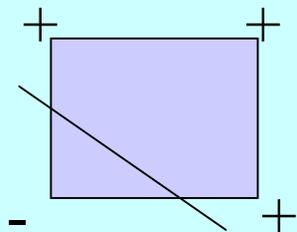
# Оптимизация алгоритма



# Проблемные ситуации



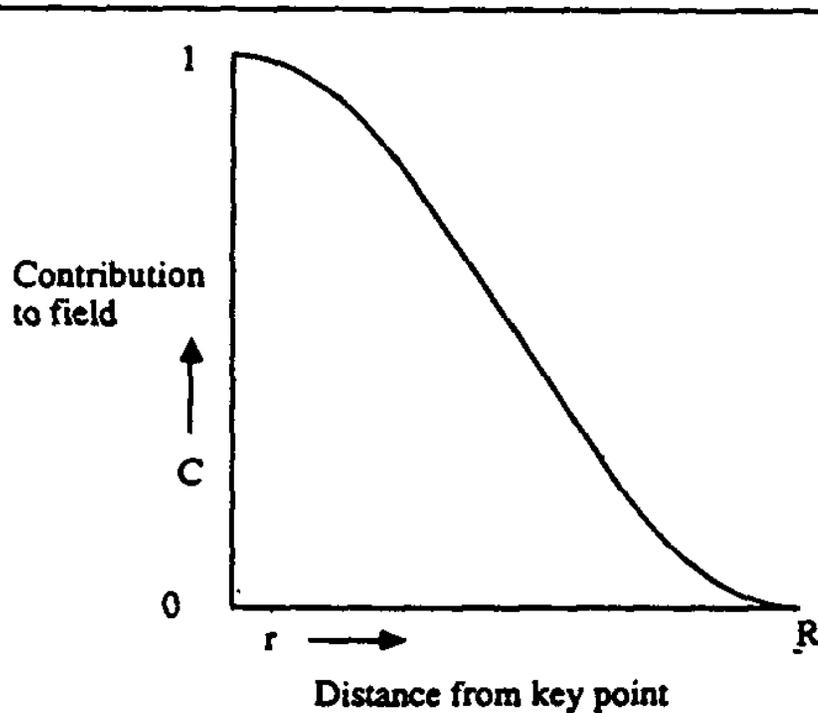
# Изолинии (3)



# Задание поля

Мы хотим построить функцию, которая позволяет создавать произвольные формы при изображении изоповерхностей. Следовательно, эта функция должна зависеть от набора заданных ключевых точек. Мы хотим, чтобы в наших моделях поле было непрерывным. Каждая точка имеет конечный радиус влияния. Мы вычисляем значение поля в произвольной точке, как сумму значений от нескольких ближайших ключевых точек.

# Функция ключевой точки



**Fig. 1. Field contribution as a function of distance**

Вклад каждой точки в поле распространяется на некоторое расстояние от точки (радиус влияния)

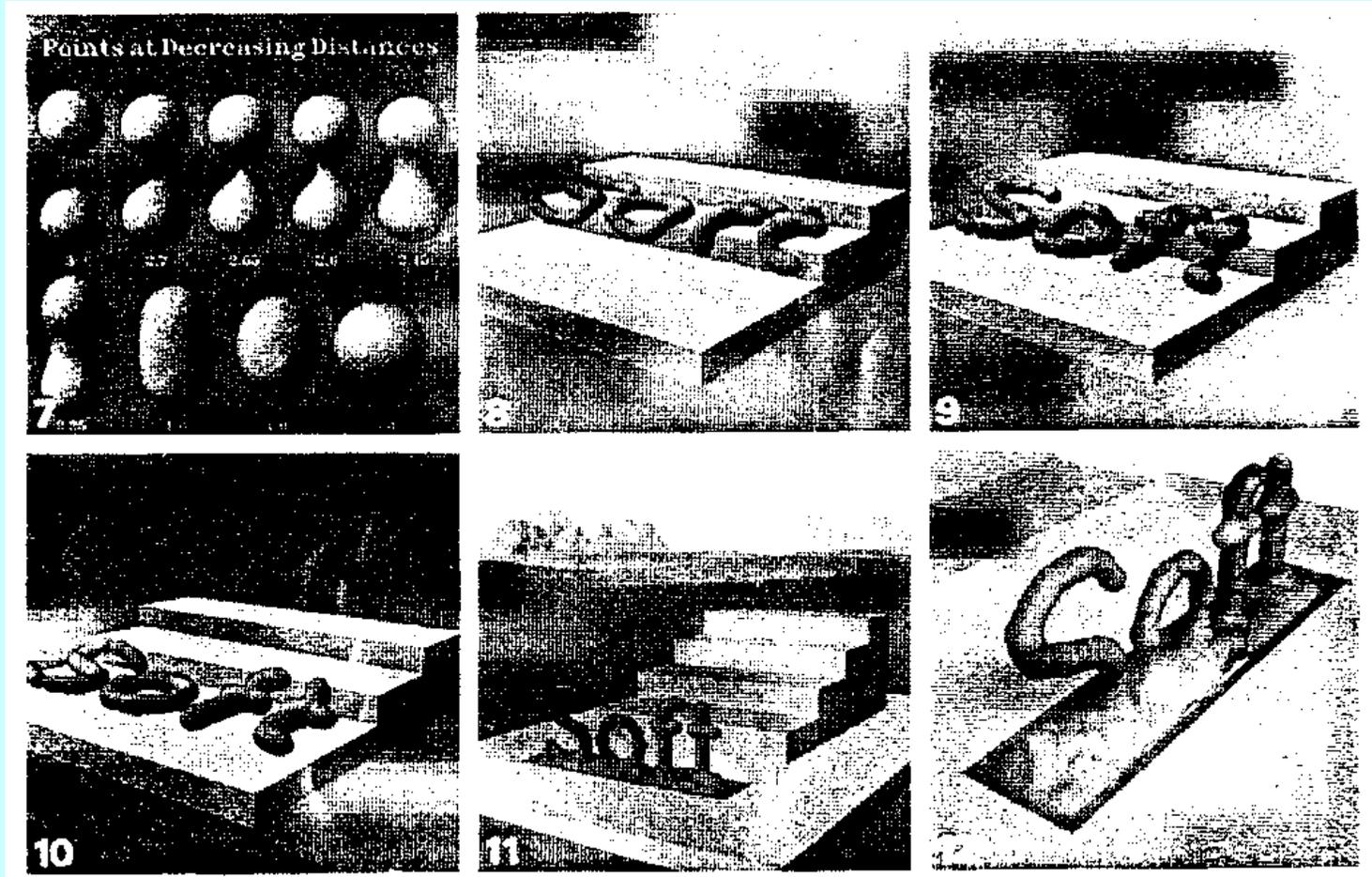
$$C(0.0) = 1.0 \quad C'(0.0) = 0.0$$

$$C(R) = 0.0 \quad C'(R) = 0.0$$

# Функция ключевой точки

- $C(r) = 2*(r^3/R^3) - 3*(r^2/R^2) + 1$
- Дополнительное условие  
 $C(R/2) = 0.5$
- $C(r) = a*(r^6/R^6) + b*(r^4/R^4) + c*(r^2/R^2) + 1$
- $a = -0.444444$      $b = 1.888889$      $c = -2.444444$

# Анимация



# Литература

- <http://graphics.cs.msu.su/courses/cg03b/assigns/hw6/index.html>
- [http://graphics.cs.msu.su/courses/cg\\_el01/wyvill.htm](http://graphics.cs.msu.su/courses/cg_el01/wyvill.htm)