

Соловьев С.Ю.

Постановки задач современной информатики
park.glossary.ru/modern/

Задачи компьютерной визуализации

2015 – 2022

Напоминание: **Задача**

<p>Дано</p> <p><i>Исходные данные</i></p>	<p>Известно</p> <p><i>Свойства исх. данных</i></p>
<p><i>Алгоритм / Метод / Способ / Схема</i></p>	
<p>Требуется</p> <p><i>Результирующие данные</i></p>	<p>такое, что</p> <p><i>Свойства рез. данных</i></p>

Компьютерная визуализация – раздел информатики, ориентированный на разработку алгоритмов преобразования данных в наглядное представление.



Данные	
---------------	--

Алгоритм ?

Образ	
--------------	--

Предпосылки

ИТ

Дизайн

Энгельбарт Д.
"Мать всех презентаций",
9 декабря 1968

Боумен У. Графическое
представление информации
– М.: Мир, 1971 (1968)

Визуализация



W.J.Bowman Graphic Communication

Визуальный язык

Словарь форм: точка | линия | плоская фигура | цвет | текстура

Грамматика пространства: плоское(7) | многоплановое(8) | непрерывное (6)

Идиомы перспективы: параллельная | угловая | наклонная

Построение визуальной фразы: связь (8) | дифференциация (8) | доминирование (8)

Графические высказывания

Визуальный перевод: объективное | символическое | абстрактное

Конструирование графического высказывания: Внешний вид | Структура | Организация | Движение | Система | Процесс | Размер | К-во | Тенденция | Деление | Место | Расположение | Положение

Редактирование рисунка: языковые ошибки | смысловые ошибки | экономичность рис.

Смысловое значение образа: содержание | размещение | шрифт

Как показывать "что"

Внешний вид: физический | формализованный | - поверхности | - с окружением | - прозрачного объекта | композиционный

Структура: внешняя | невидимая | - интерьера | внутренняя | составная | - увеличение | - вскрытая | - в частичном разрезе | - в разрезе | - в двойном разрезе | - вырезка | - разобранная

Организация: элементарная | символическая | - орг. связей | непрерывная | - акцентировка | - сложная | групповая | - подразделение | - внутренняя | иерархическая | количественная | структурная | пространственная

Как показывать "как"

Движение: поступательное | фиксированное | круговое | - входа/выхода | составное | множественное | - с препятствиями | модифицированное | ответное | циркулярное | - маршрут -

Система: регулярная | разделенная | - с акцентировкой | сложная | - с разрывом | с количественной характеристикой | - с указанием фаз

Процесс: регулярный | дифференцированный | - с ударением | сложный | - взаимодействия | фазовый | - с количественными характеристиками

Как показывать "сколько"

Размер: объемный | плоский | линейный

Количество: сравнительное | разделенное | составное | акцентированное | неопределенное | стандартное | расщепленное | периодическое | - с разрывом | сложное | кумулятивное | соотносимое

Тенденция: координатная | шкалированная | - дифференцирование | - акцентирование | - квалифицированная | модифицированная | многофазная | нерегулярная | вариативная | кумулятивная | подразделенная

Деление: - с сохранением единства | дифференцированное | акцентированное | сгруппированное | неопределенное | сложное | расширенное

Как показывать "где"

Место: физическое | формализованное | охарактеризованное | - с окружением | выделенное

Расположение: родственные | дифференцированные | описательные | - маршрута | - сети | - границ | - области | сложное | - движения | - количественные характеристики | - увеличенное

Положение: родственное | акцентированное | дифференцированное | - маршрутов | подразделенное | - области | - увеличенное



деловая графика

научная
визуализация

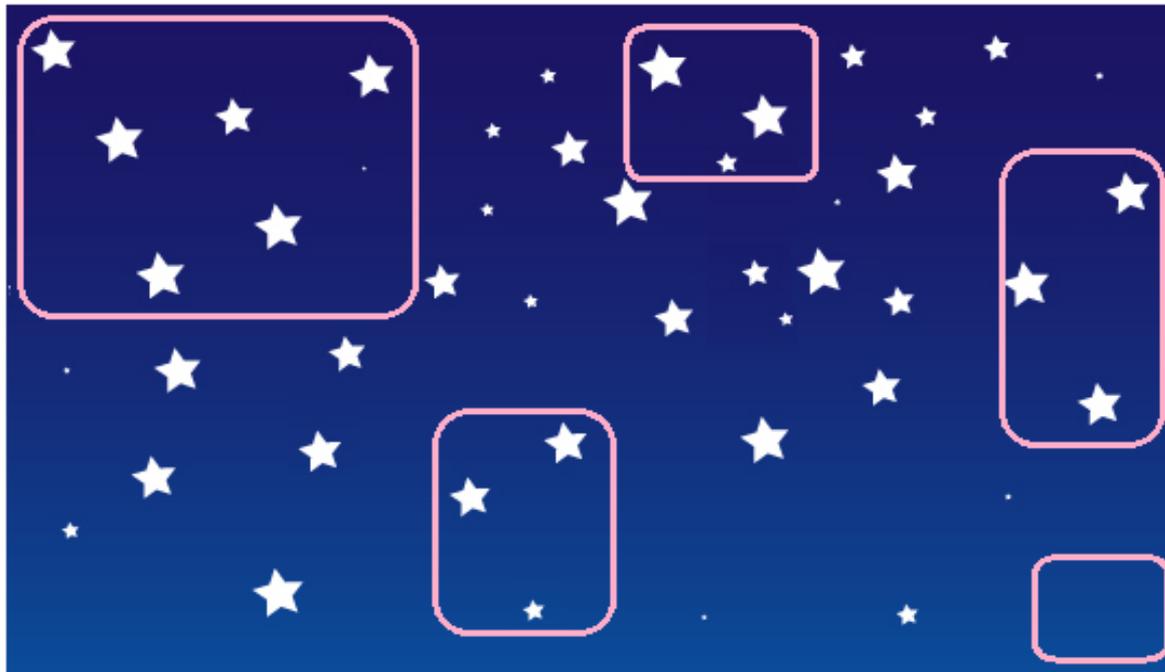
химия

Компьютерная визуализация

Современное состояние

Картография
(ГИС)

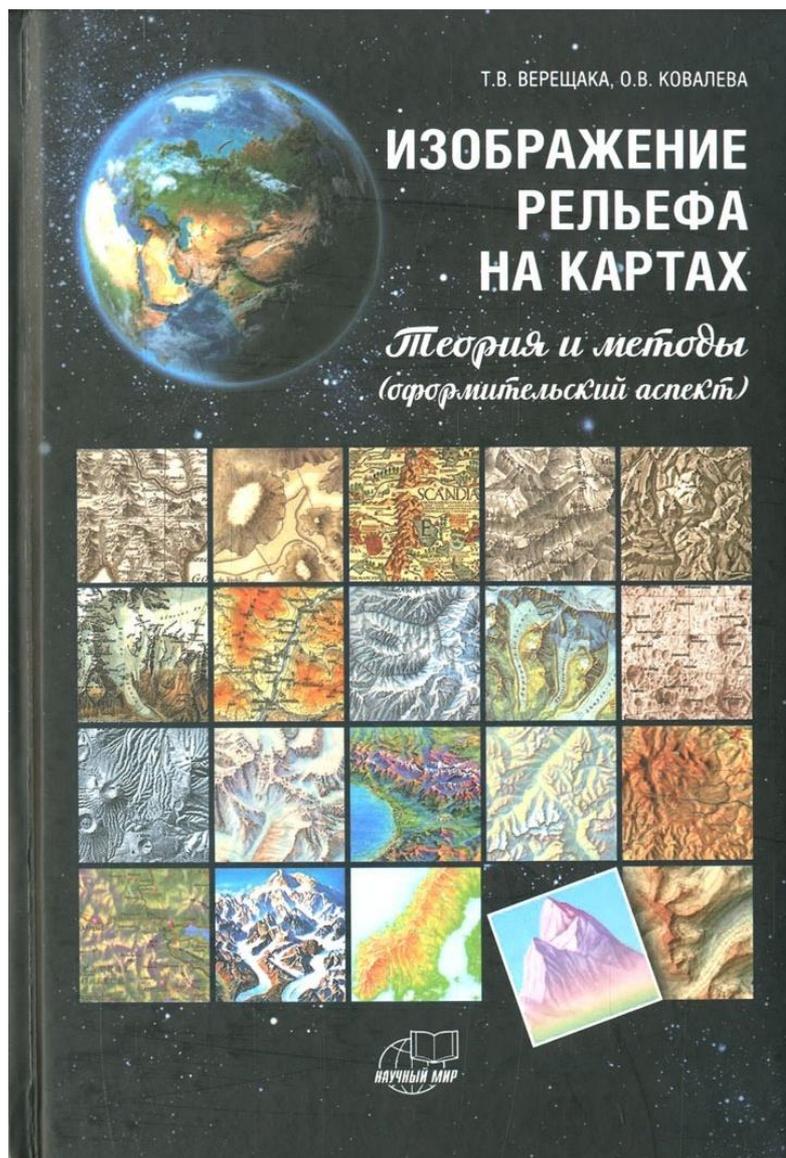
Химия



Медицинская
визуализация

Технический
анализ

Картография



≈12 (параметрических) методов изображения рельефа



Картография (продолжение)



Фрагменты карты Греции с оформлением рельефа в многоцветных гипсометрических шкалах («утро», «день», «вечер», «ночь»). Работа О.В. Ковалевой

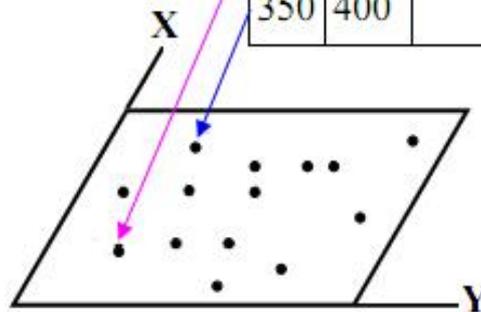
Электронные карты

Данные	
--------	--

ГИС

Географическая карта	
----------------------	--

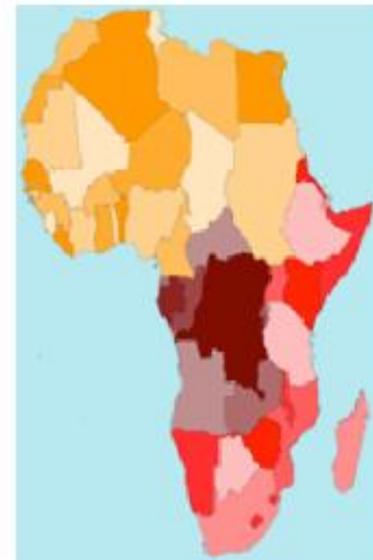
X	Y	Размер
185	137	12
350	400	7



Объекты X Способы

точечные
линейные
площадные

катрографического
изображения



Технический анализ (анализ графиков)

Исторические данные ; ; ; Период	котировки в реальном времени
--	------------------------------------

Технический анализ

График	
--------	--



Line Chart

Линейный график
(цены закрытия)



Bar Chart

Палочковый
график



Candlestick Chart

Японские
свечи



Крестики-нолики

+ График Ренко

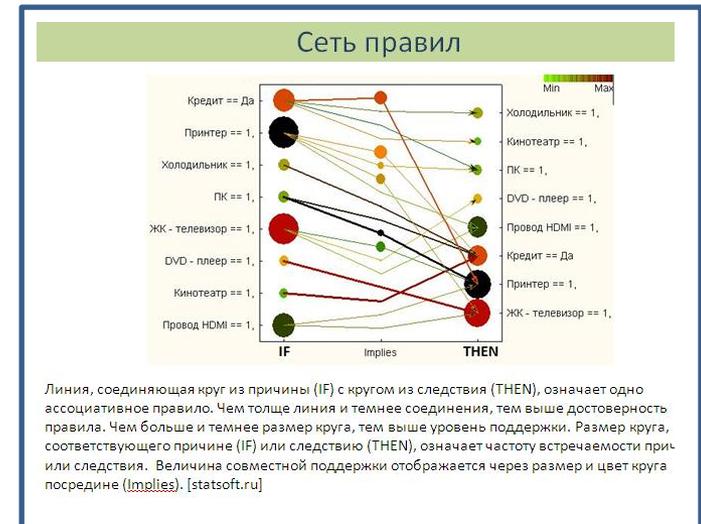
+ График Каги



Хорошая визуализация

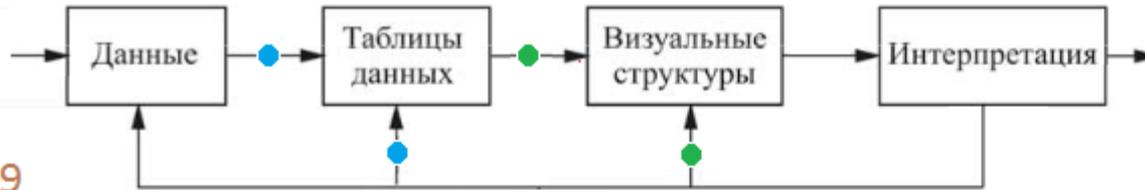
- эффективная;
- оригинальная:
 - ❖ предлагает свежий взгляд на вещи;
 - ❖ выводит анализ на новый уровень;
- информативная:
 - ❖ содержит необходимую информацию;
- простая;
- визуально привлекательная:
 - ❖ выбор варианта;
 - ❖ авторство.

VS.

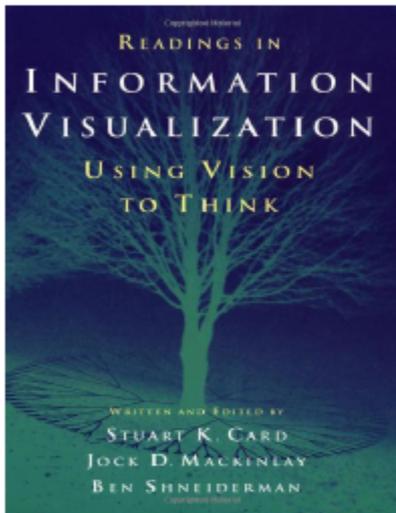


[≈Козловская]

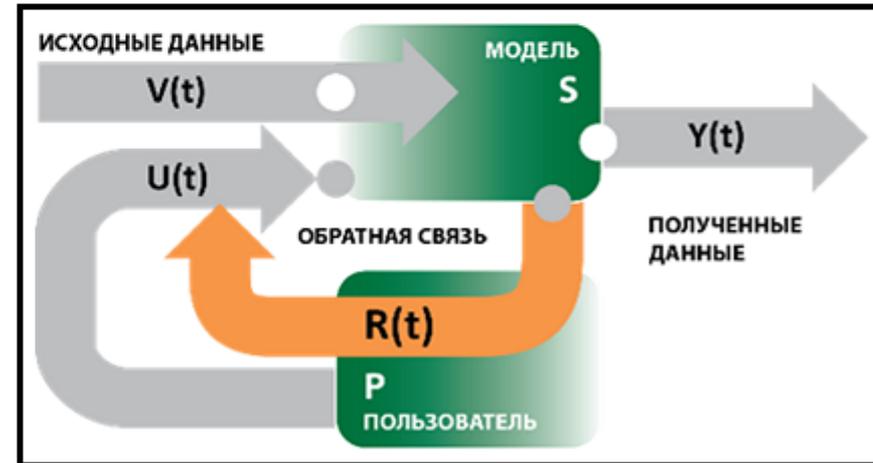
Эталонная модель визуализации



1999



- атрибуты
- цвет
- форма
- размер
- текстура
- ориентация
- позиция



[Манаков, 2019]

Виды визуализации

Научная визуализация

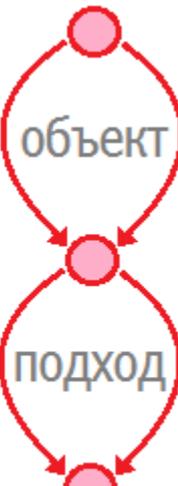
— компьютерная визуализация (закономерно построенных) численных результатов научных исследований.



Информационная визуализация

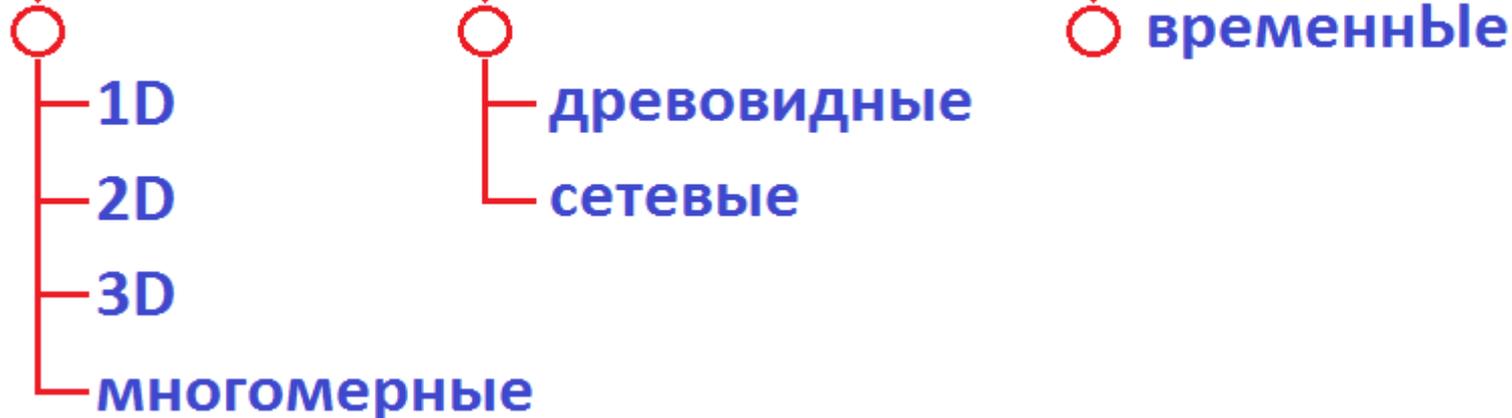
— компьютерная визуализация данных с целью анализа и/или интерпретации. 

Статический



Интерактивный

методы



Задача 1D-визуализации (1)

Набор элементов

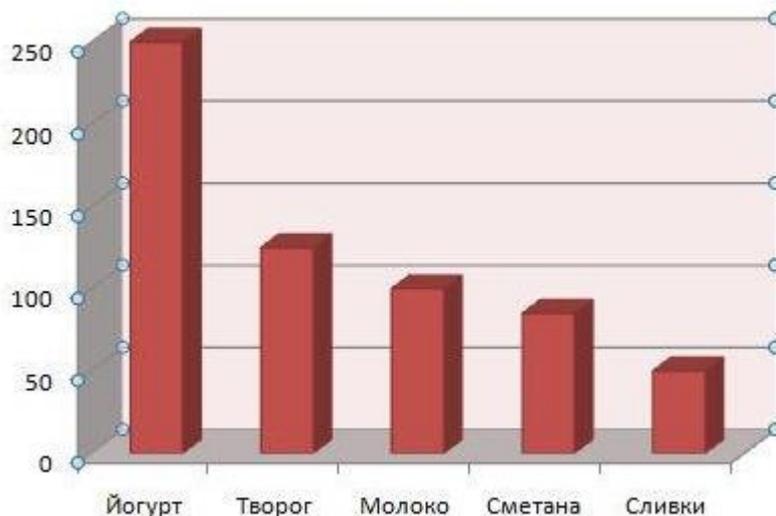
= ≠

Визуализация: таблица частот → образ

Диаграмма частот

Деловая графика

Столбчатая диаграмма



Круговая диаграмма



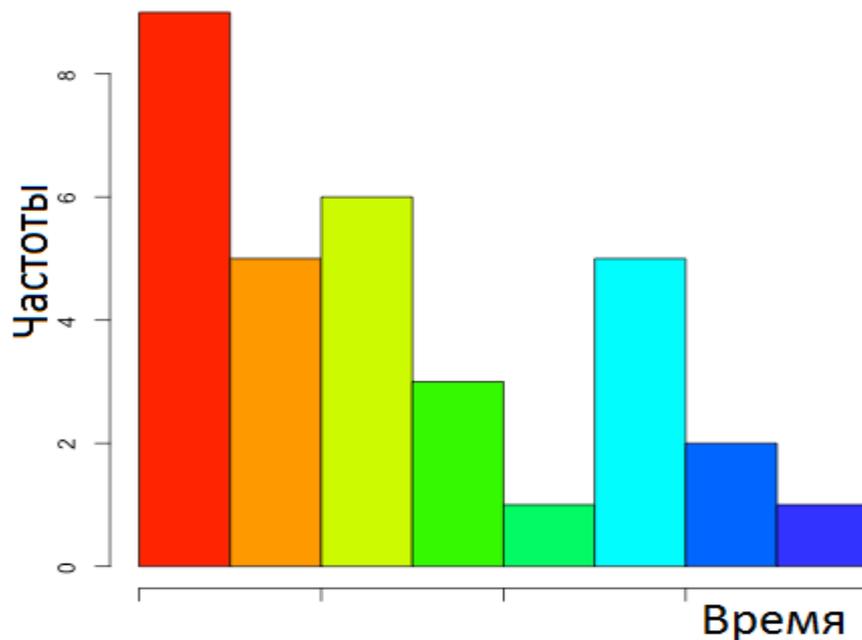
Задача 1D-визуализации (2)

Набор чисел ; ; ;
Интервал группировки

$=$ \neq $<$ \leq $>$ \geq

Визуализация: частоты в интервалах \rightarrow образ

Гистограмма



Задача 2D-визуализации

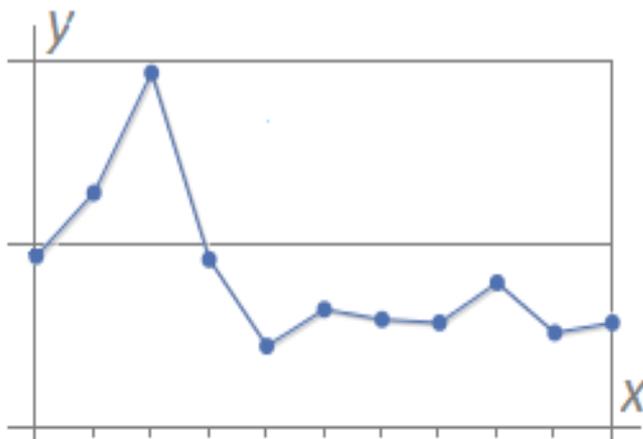
Набор пар чисел (x,y)

$=$ \neq $<$ \leq $>$ \geq

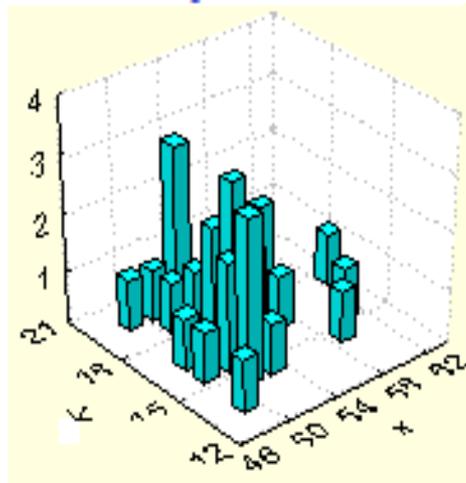
Алгоритм [Интерполяция]

Графики | Гистограммы

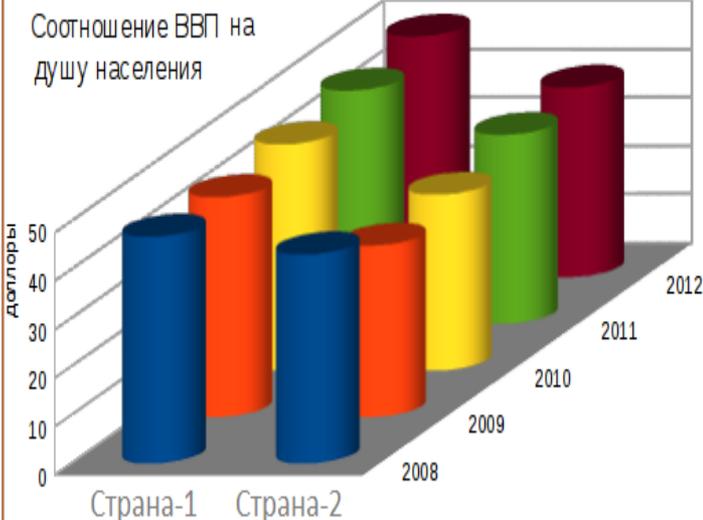
График



Гистограмма 2В



Сравнение графиков



Задача 2D-визуализации

Числа $n, m,$

a_1, \dots, a_n

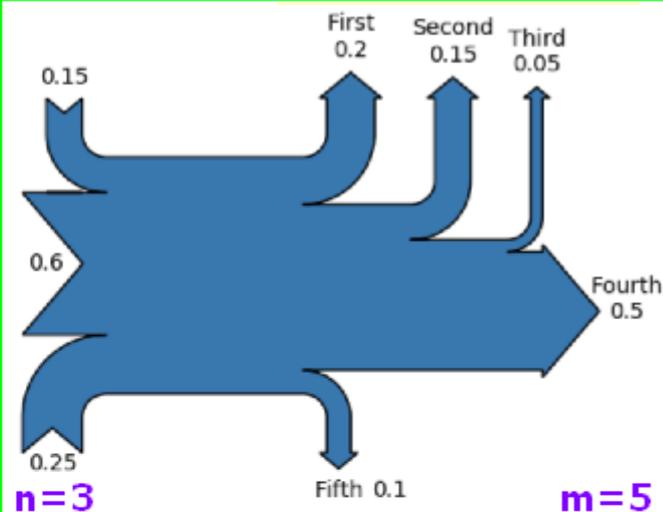
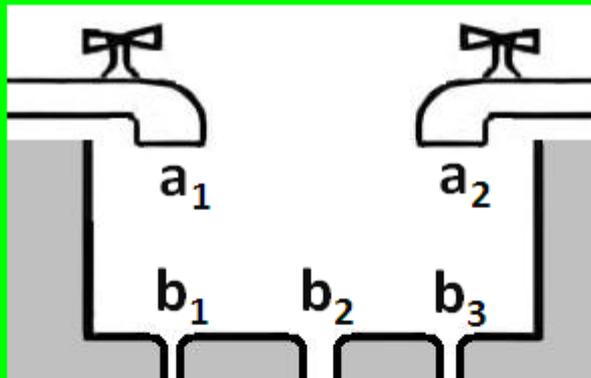
b_1, \dots, b_m

$a_1 + \dots + a_n =$

$b_1 + \dots + b_m$

Алгоритм

Диаграмма Сэнки



Война в Сирии.
Потоки беженцев

Lebanon
950000

Jordan
670000

Iraq
250000

Egypt
180000

Syria
6918000

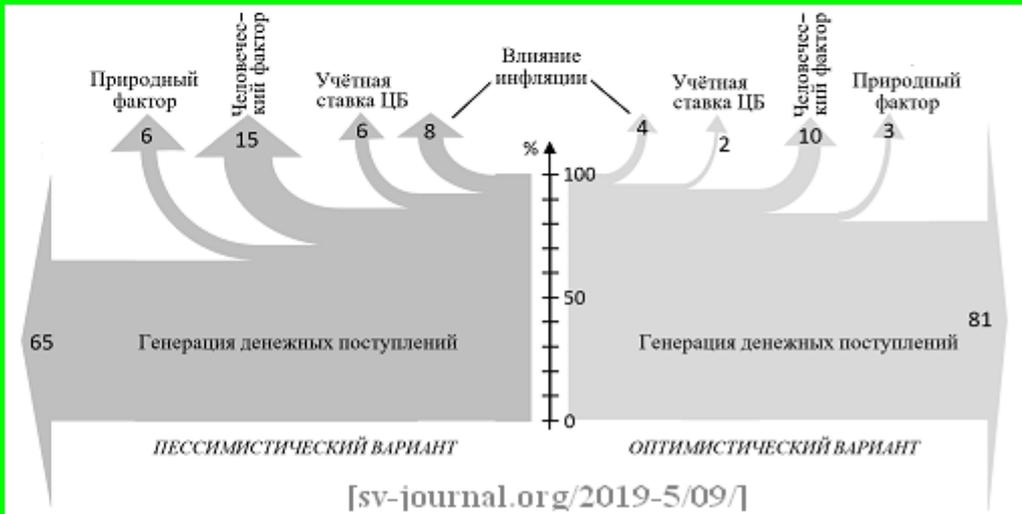
Turkey
3600000

USA
180000

Europe
1300000

$n=1$

$m=7$



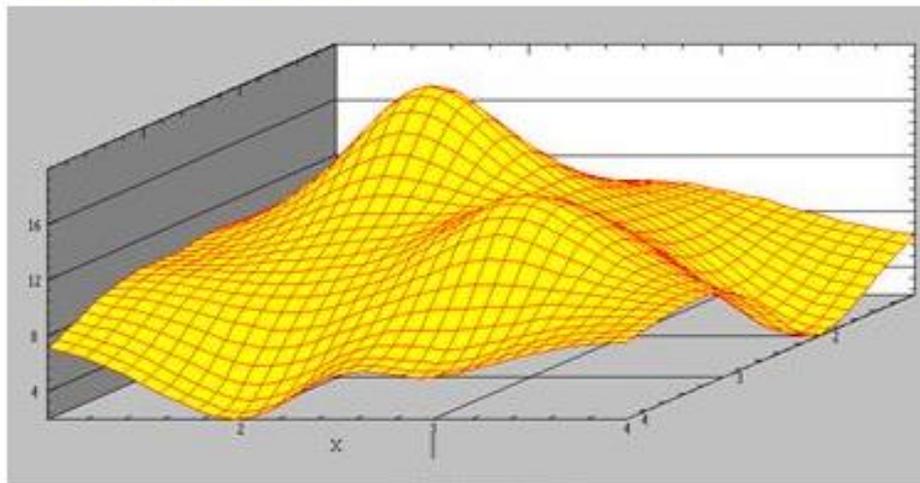
Задача 3D-визуализации

Набор троек чисел (x, y, z)

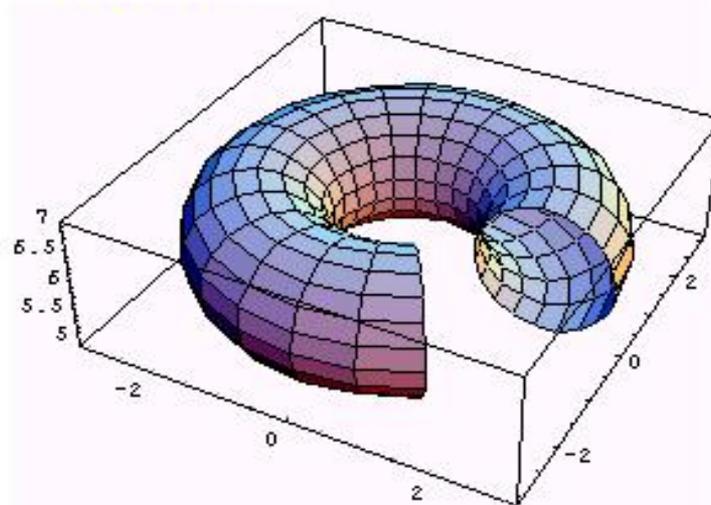
Визуализация в зависимости от интерпретации

Поверхность | Объем

Поверхность



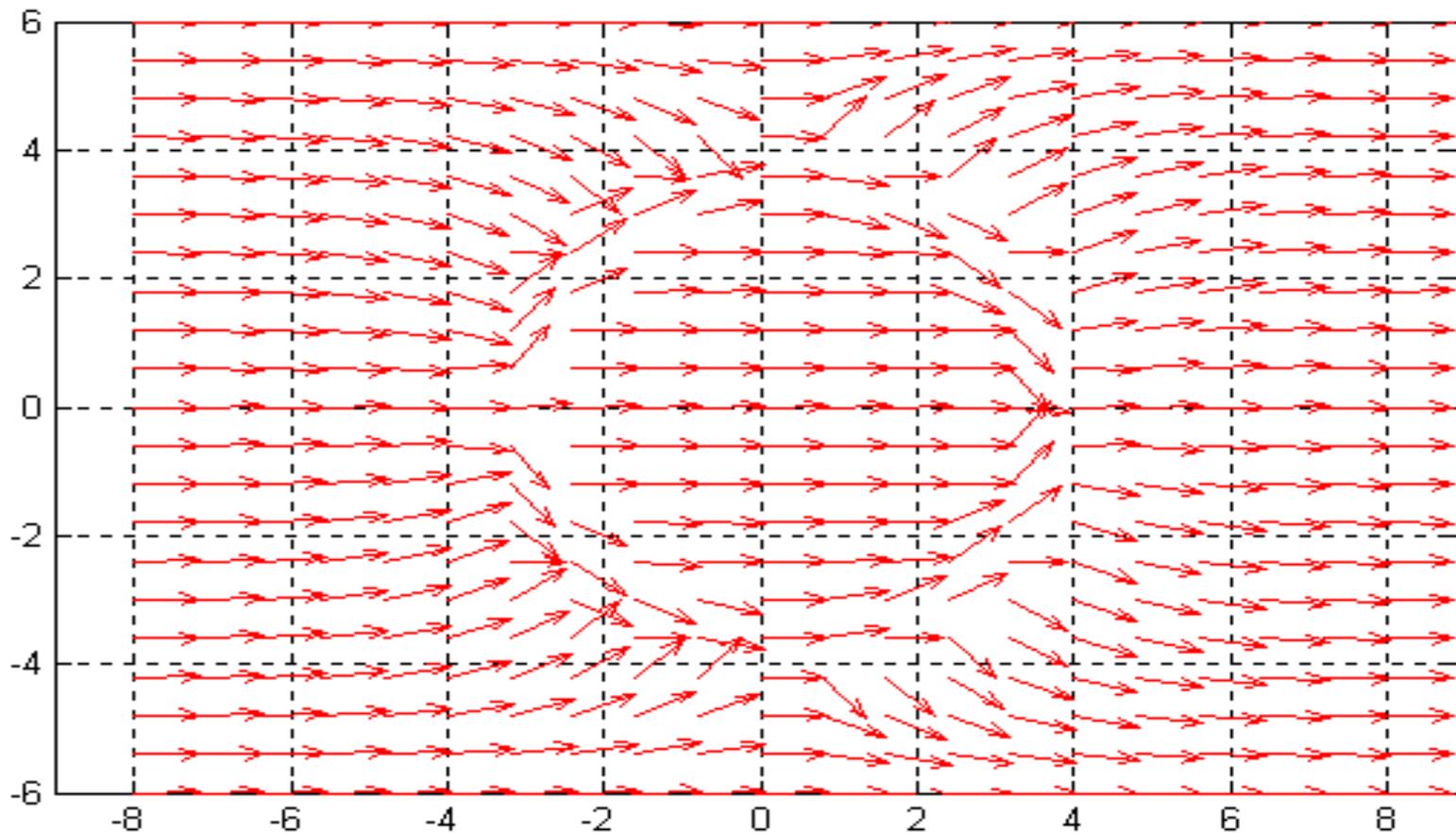
Объем



Визуализация 2D+

Векторное поле

Трёхмерные данные **vs.** Двумерный образ



Задача визуализации многомерных данных

Таблица чисел ($x_1 \dots x_n$)

Лица Чернова и др.

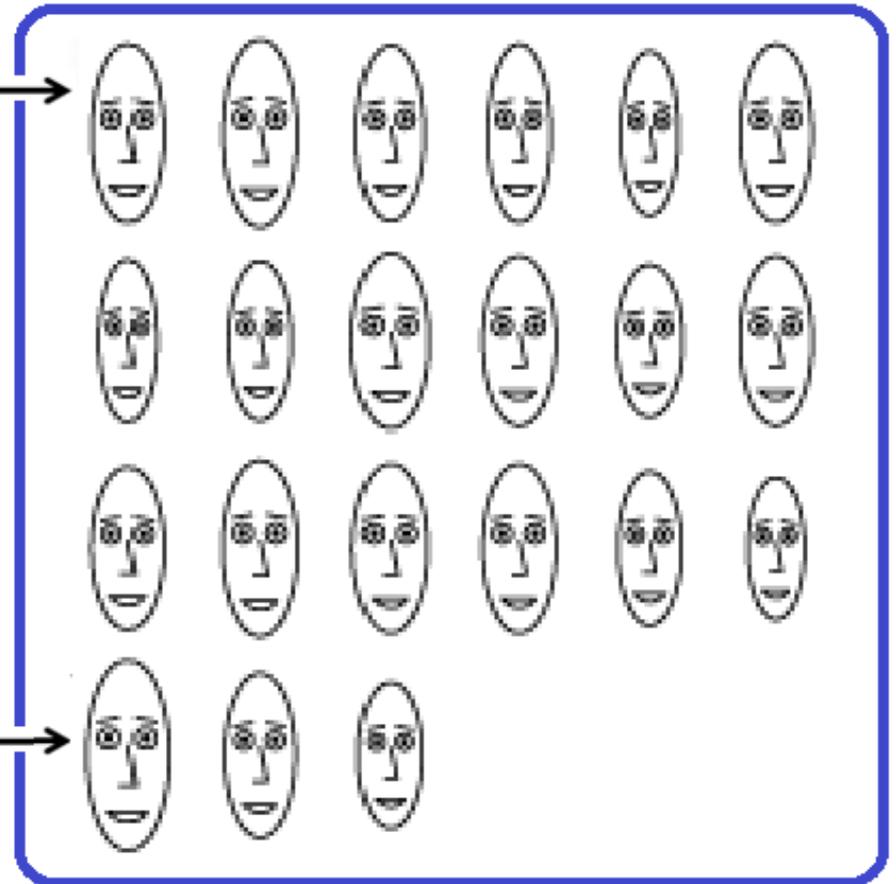
Образ



Визуализация многомерных данных

Лица Чернова

X1	X2	X3	...	Xn
40077	32504	29555	...	49508
40350	33550	30422	...	50003
41305	33707	30324	...	51047
36955	31901	29134	...	46358
40754	33790	30765	...	49071
40785	33706	30129	...	48097
41375	34154	30582	...	48824
40381	33446	30603	...	48811
41836	34435	30852	...	51418
42198	34813	31371	...	50796
40560	34244	30957	...	47563
40824	34298	31398	...	47347
40684	33386	30223	...	49498

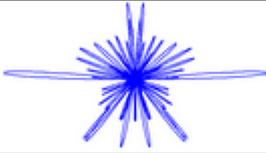
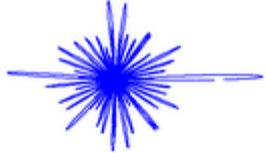
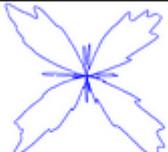
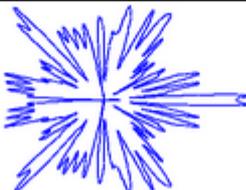


↓
Ширина лица
Высота лица

Визуализация многомерных данных

Методы полярных разверток

Емельянова Ю.Г., Хачумов М.В. Визуальный когнитивный контроль радиотехнических сигналов систем космического назначения // Научная визуализация, 2020, том 12, No.2, с.53-73.

$\rho(\varphi) = \sum_{k=1}^n x_k \sin(k\varphi)$ <p style="text-align: right;">[Гришин]</p>	 A polar plot showing a single sinusoidal wave centered at the origin, with the longest rays extending horizontally to the right.
$\rho(\varphi) = \sum_{k=1}^n x_k (\cos(k\varphi) + \sin^k(k\varphi))$	 A polar plot showing a complex wave with a primary horizontal lobe pointing right and several smaller lobes extending in other directions.
$\rho(\varphi) = \sum_{k=1}^n x_k (1 + k(\cos(k\varphi) + \sin(k\varphi)))$	 A polar plot showing a complex wave similar to the second row, but with a more pronounced horizontal lobe pointing right.
$\rho(\varphi) = \sum_{k=1}^n x_k (e(\sin(k\varphi)) - 2 \cos(4\varphi))$	 A polar plot showing a four-lobed flower-like shape, symmetric about the vertical axis.
$\rho(\varphi) = \sum_{k=1}^n x_k (1 + 7 \cos(k\varphi) + 4 \sin^2(k\varphi) + 3 \sin^4(k\varphi))$	 A polar plot showing a complex, multi-lobed shape with a primary horizontal lobe pointing right and many smaller lobes extending in various directions.

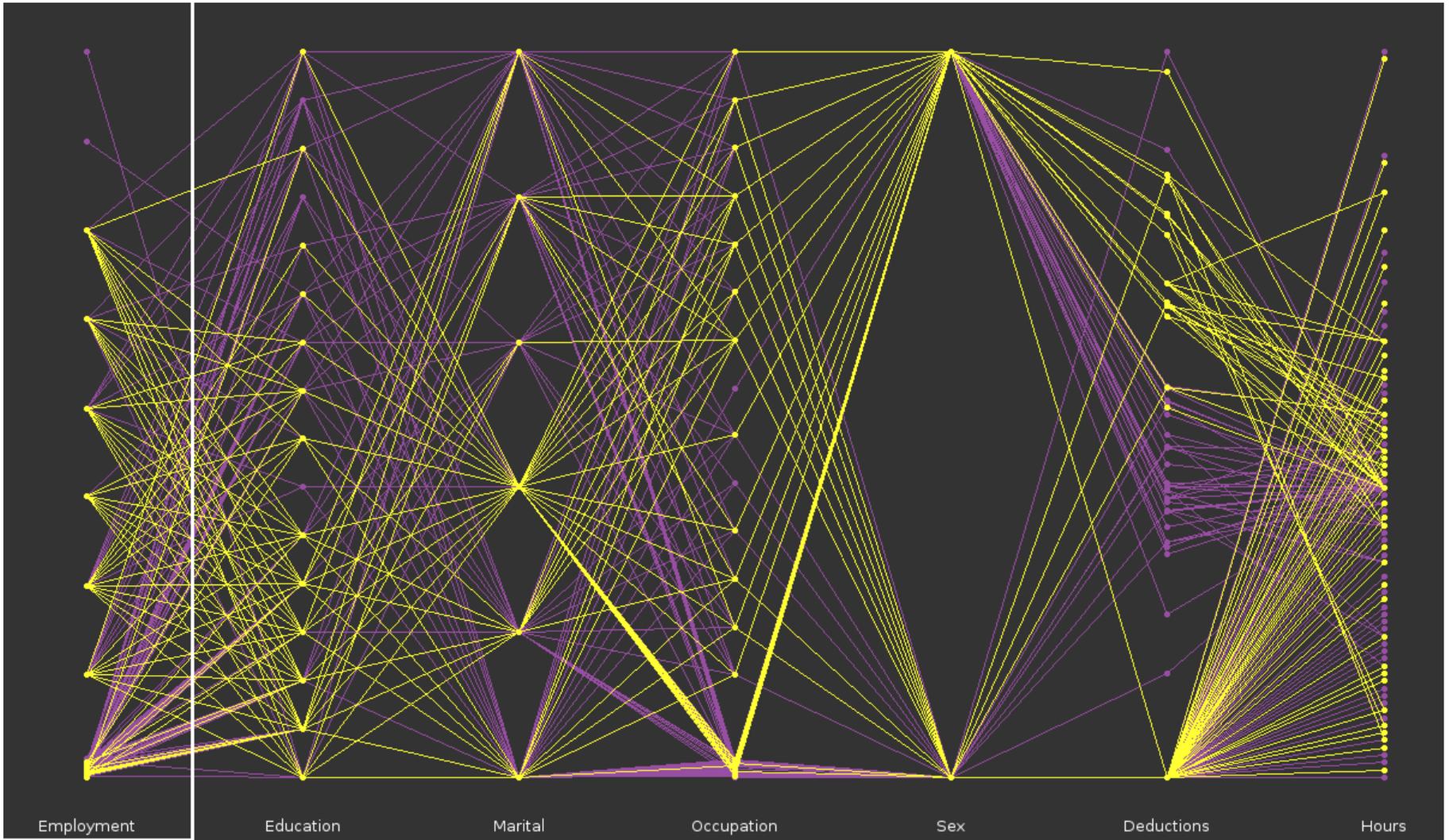
(x_1, \dots, x_n) – вектор.

Образ: $(\varphi, \rho(\varphi))$,

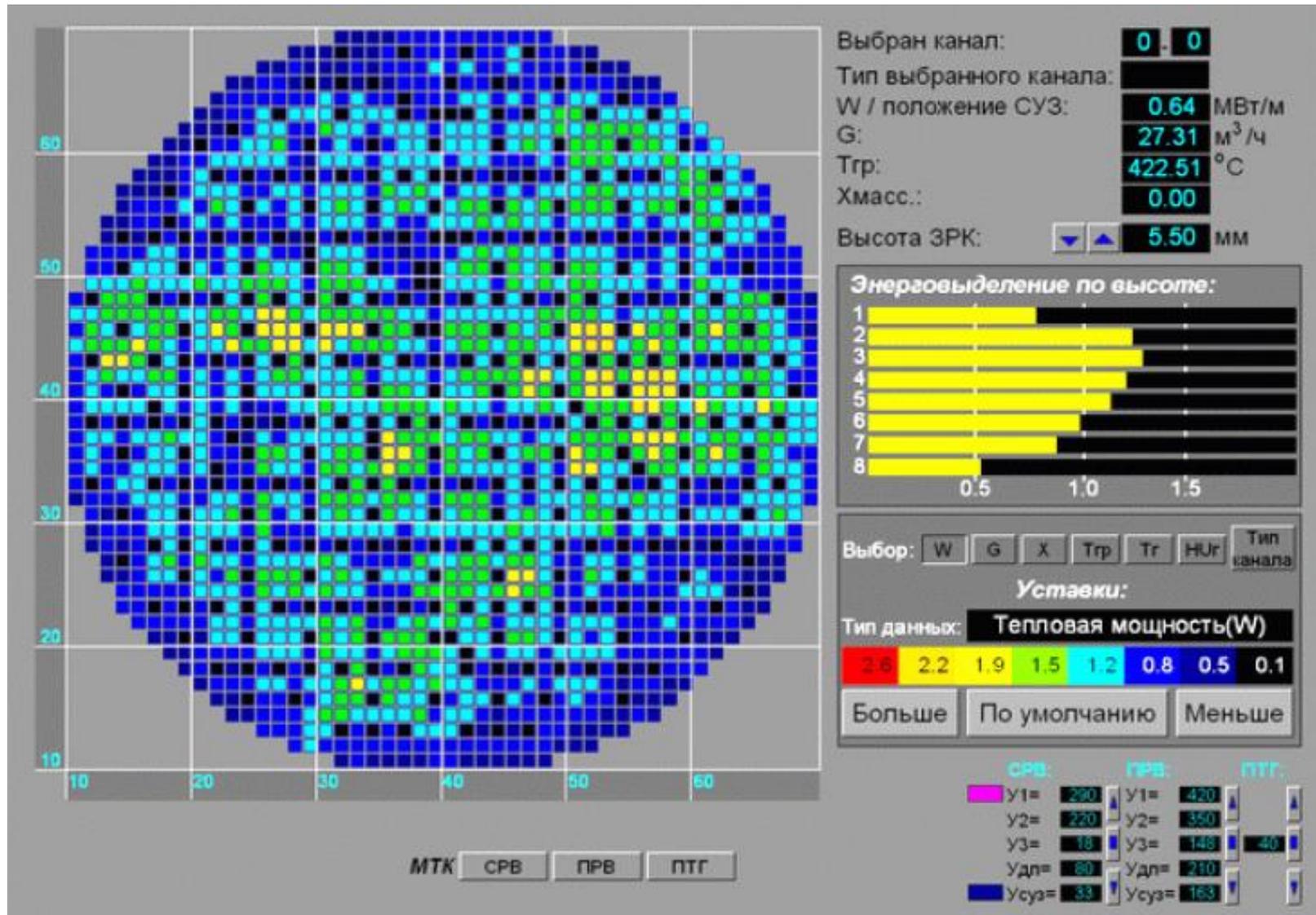
где $0 \leq \varphi < 360$.

Визуализация многомерных данных

параллельные координаты



Глобус Башлыкова



Состояние энергоблока

Глобус Башлыкова

Офсет

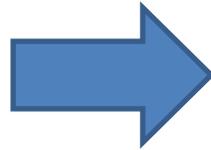
Период реактора

Контроль неравно-
мерностей нейтрон-
ного поля

Контроль мощности;
термоконтроль

Контроль системы
измерения

Контроль активной
зоны



Параллели

Меридианы,

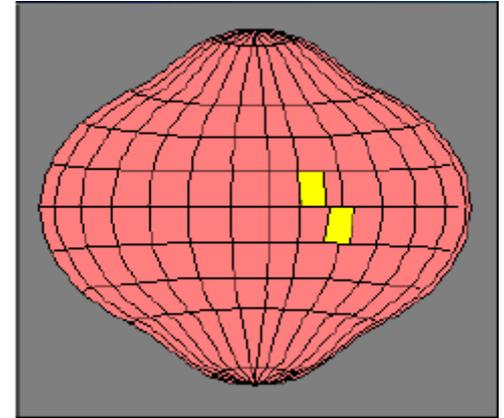
Форма шара

Цвет

Скорость вращения
вокруг оси

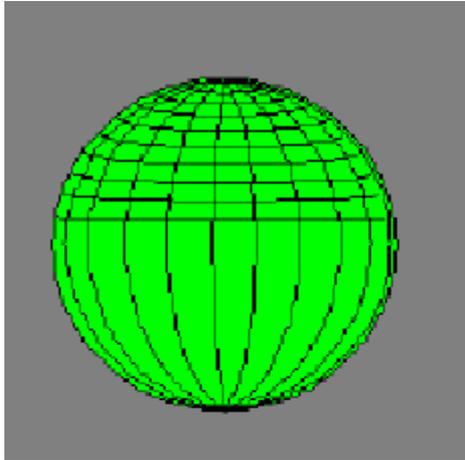
Оси

Пятна на глобусе



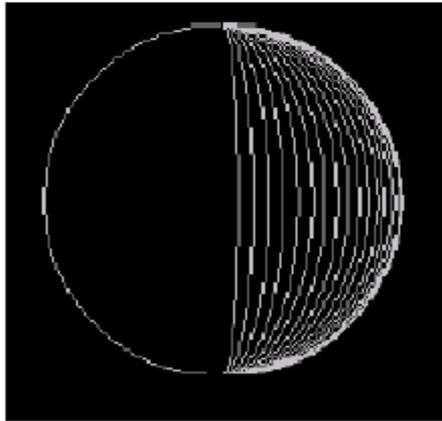
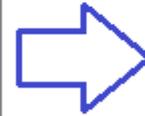
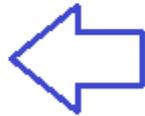
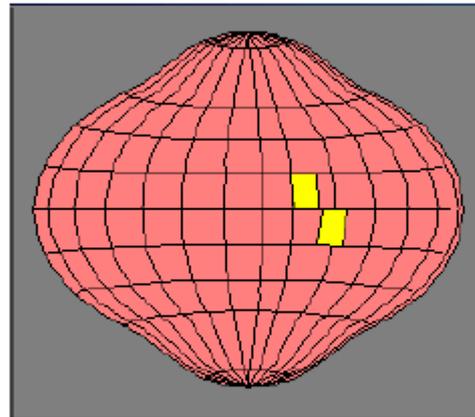
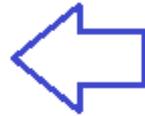
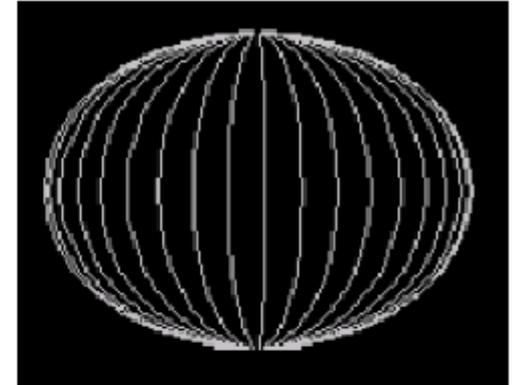
Правило 1: Знак и значение офсета управляет изменением положения параллелей: > 0 - параллели группируются выше линии экватора;
 $= 0$ - параллели равномерно распределены по глобусу;
 < 0 - параллели группируются ниже линии экватора.

Глобус Башлыкова



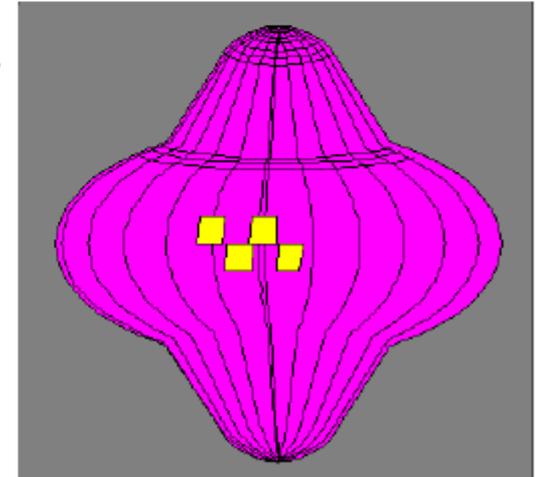
Изменение
офсета характеристика
равномерности
энерговыведения

Нарушения
режимов
поддержания
мощности



Неравномерность
нейтринного
поля

Нарушения
термоконтроля



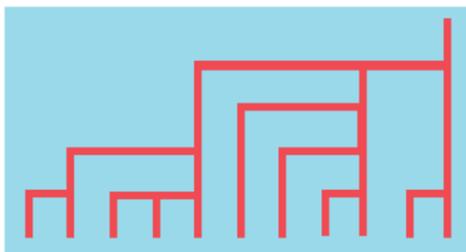
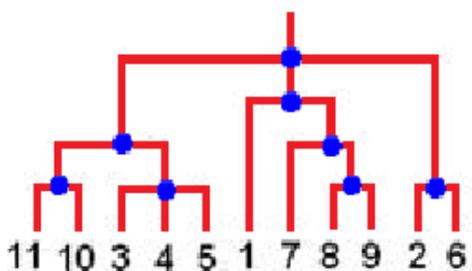
Задача визуализации иерархических структур

Дерево

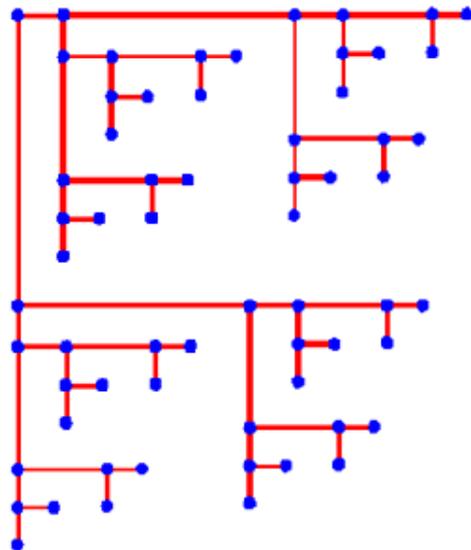
Алгоритмы: TreeMap, Cone Map, Hyperbolic Map и др.

Образ

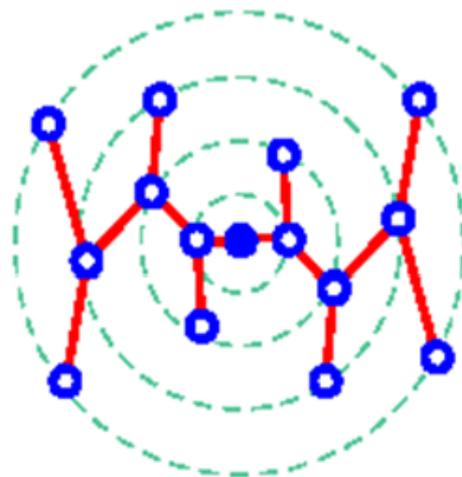
дендрограмма



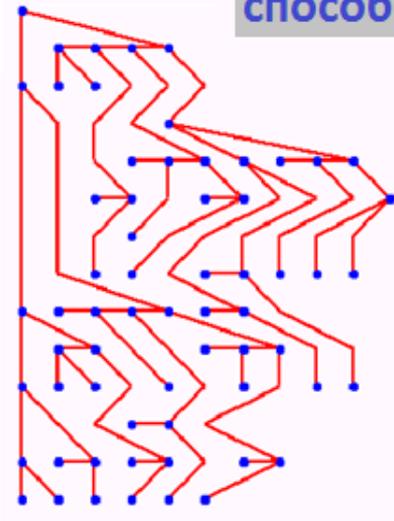
hv-дерево



радиальный способ



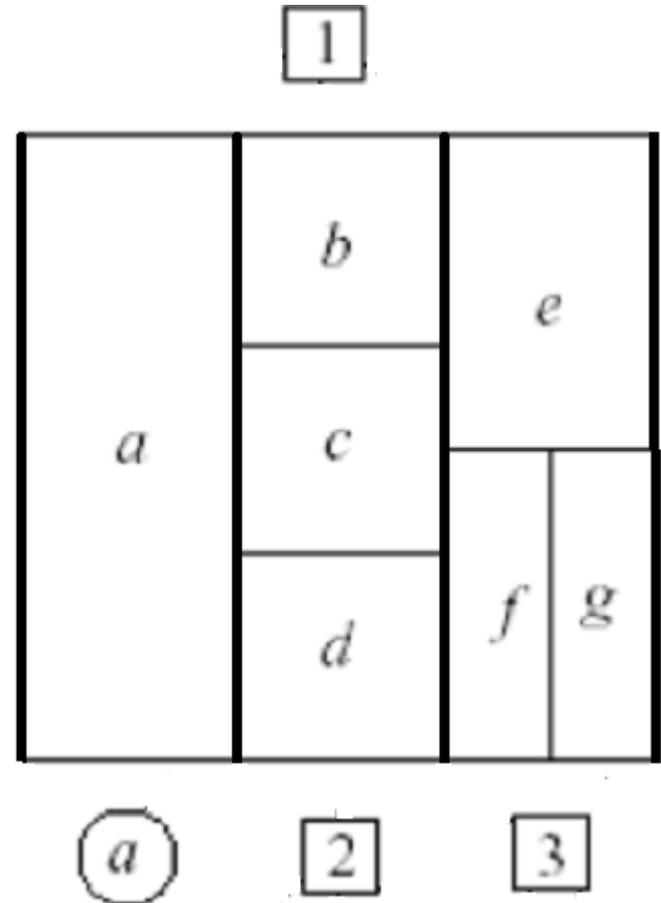
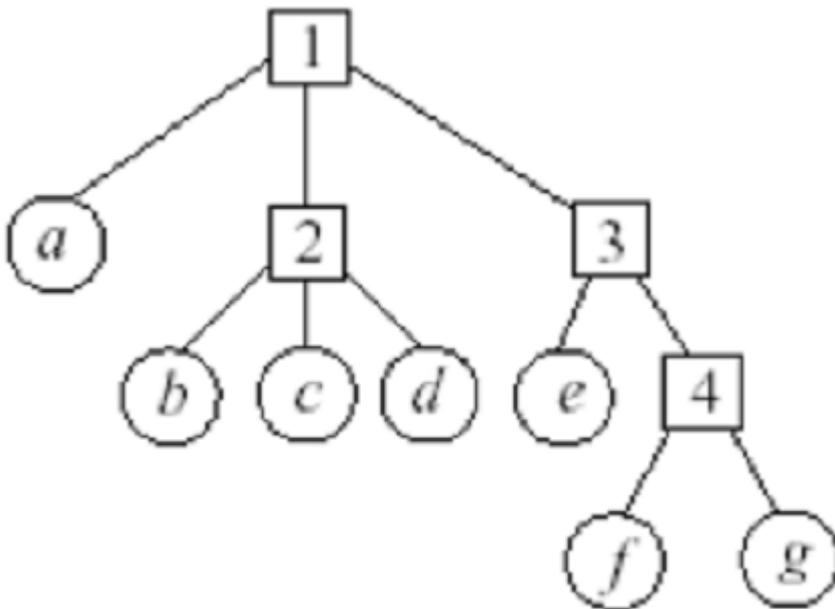
полилинейный способ



Визуализация деревьев

Карта дерева [Шнейдерман; 1990]

>> TreeMap >>



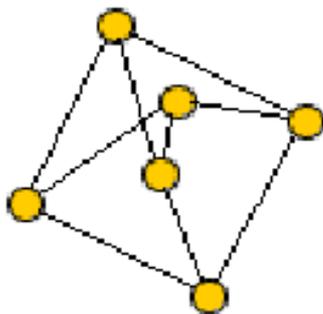
Задача визуализации графов

Граф

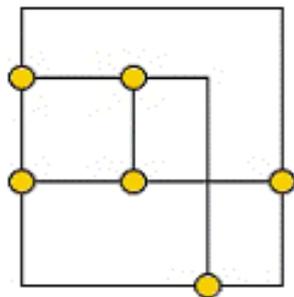
Изобразительное соглашение + Метод

Раскладка графа на плоскости

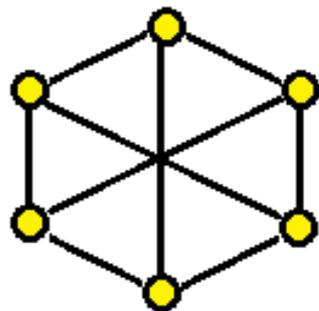
прямолинейное



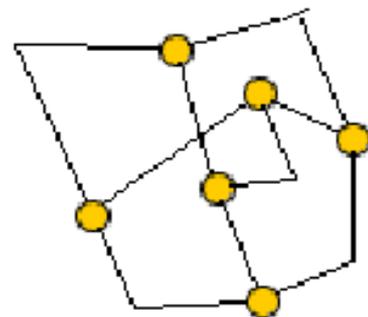
ортогональное



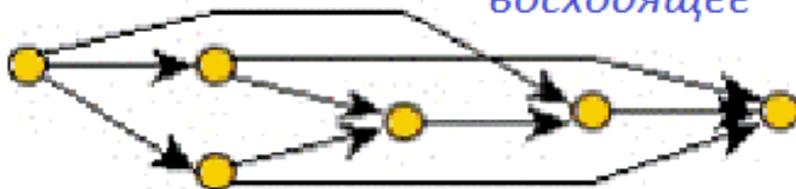
круговое



полилинейное



восходящее



Визуализация графов по В.Н.Касьянову

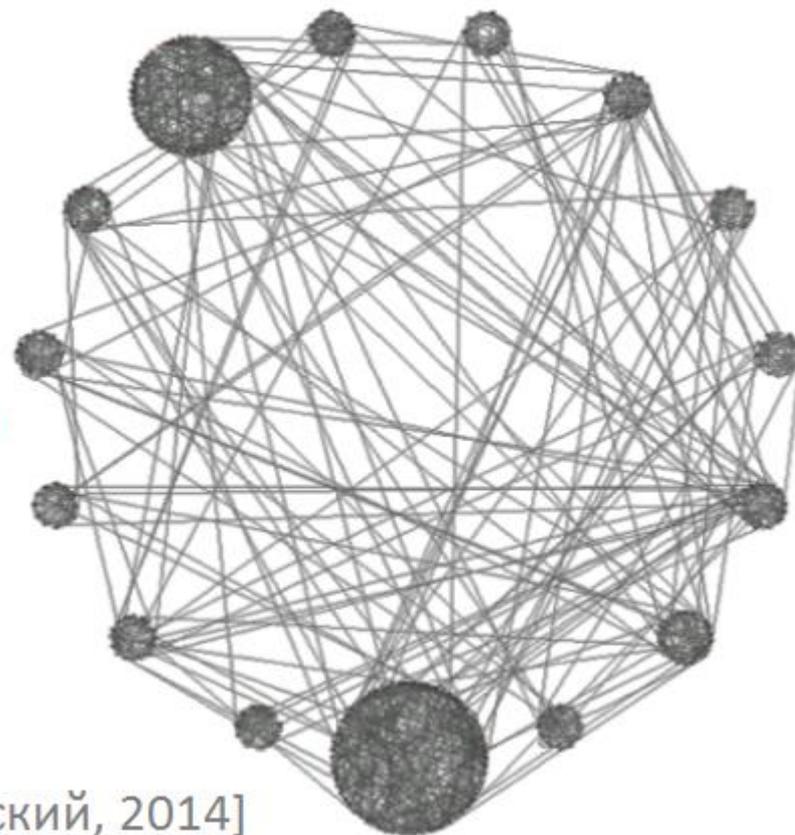
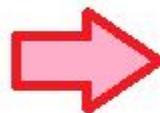
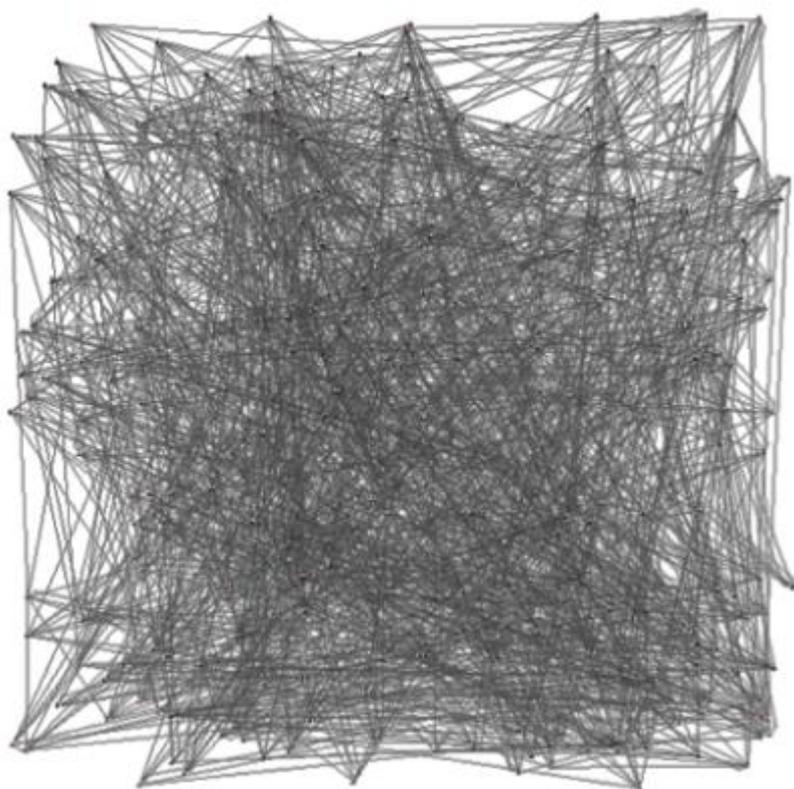
Методы визуализации:

- планаризация;
- метод физической аналогии;
- поуровневые методы;
- потоковые методы;
- визуализация больших графов; →
- интерактивная визуализация

Изобразительные соглашения:

- полилинейное (ребра -- ломаные);
- ортогональное;
- сетчатое
- восходящее/нисходящее.

Визуализация больших графов



[Чеповский, 2014]

Когнитивная графика

Данные;
параметры

Методы компьютерной графики

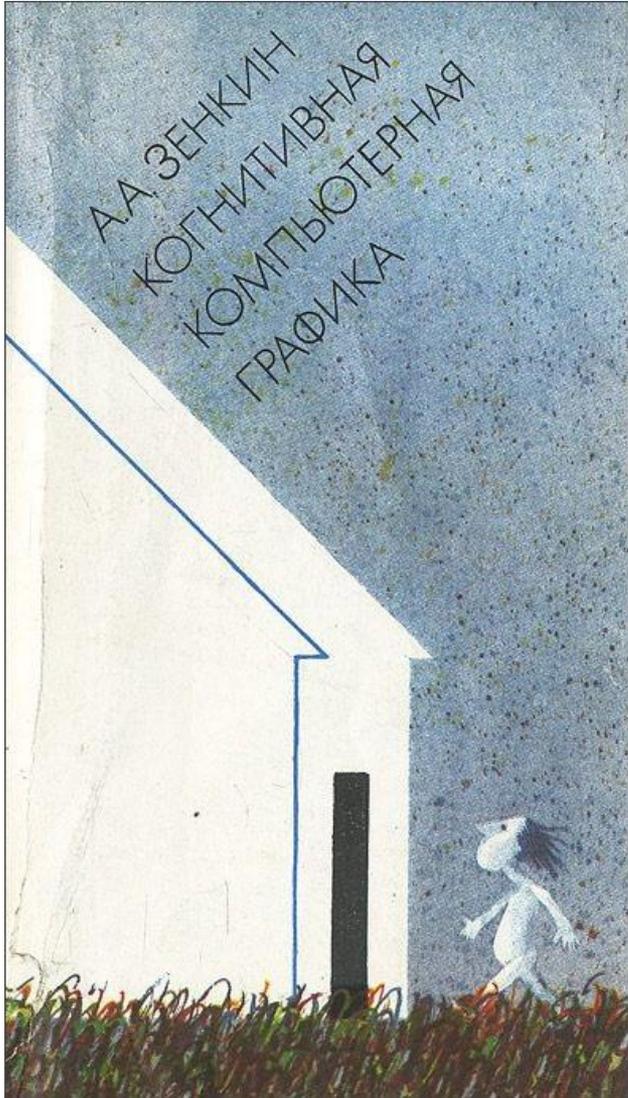
Образ

^к
Гипотеза:

Данные

Вывод

Когнитивная графика-2



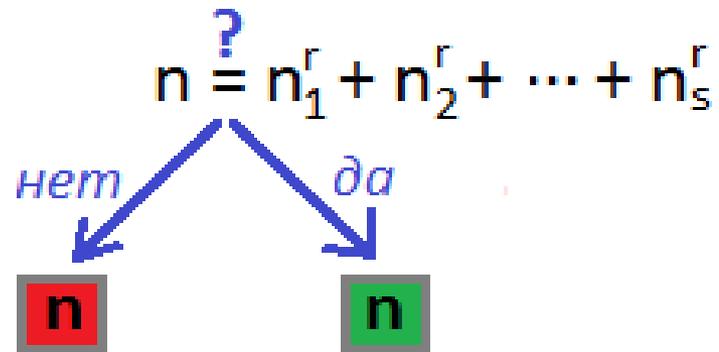
Александр Александрович Зенкин
1937 – 2006; ВЦ РАН

Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. – М.: Наука, 1991.

- Теория чисел
 - • Классическая проблема Варинга
- ➔ Интерактивная компьютерная графика (ИКТ)

ИКТ: Классическая проблема Варинга

Натуральные
 s и r



Утверждение (Гильберт, Виноградов, ...)

$$N(r,s) \stackrel{\text{def}}{=} \{ n : \boxed{n} \}$$

ИКТ: Пифограммы (Пифагор)

Параметр L ($L=5$)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	...
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	-----

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15

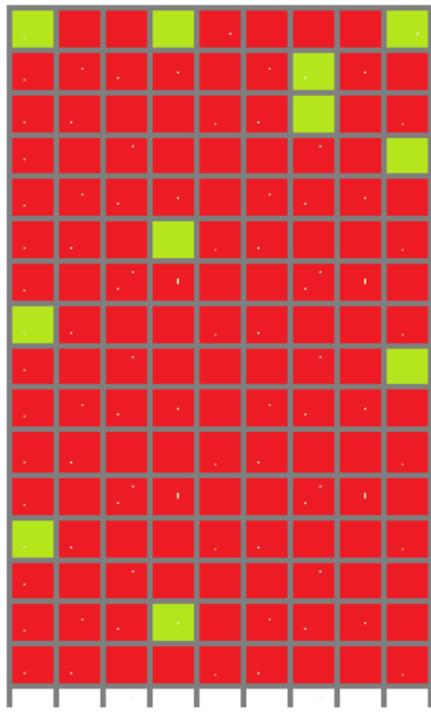


Пифограмма

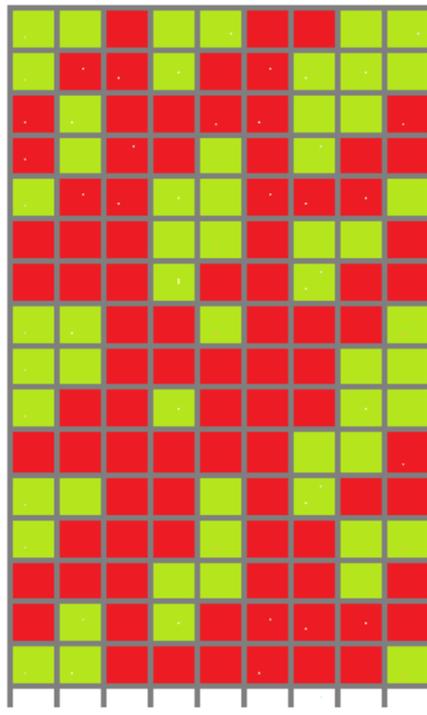
ИКТ: $r = 2, L = 9$

$r = 2$

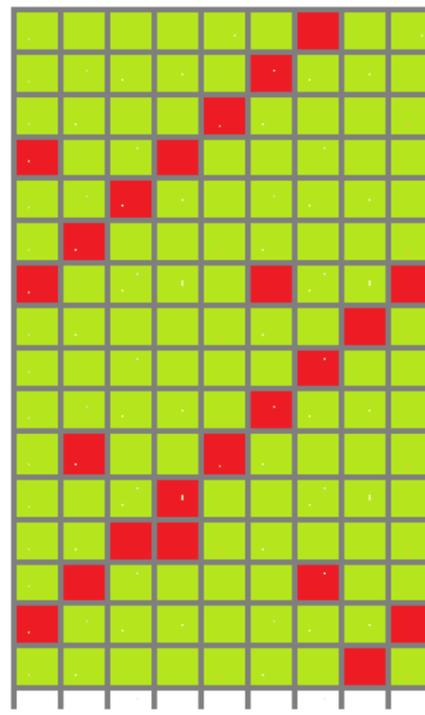
$s = 1$



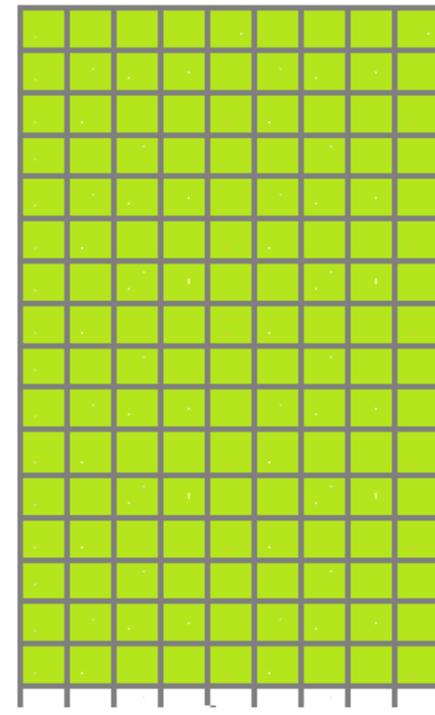
$s = 2$



$s = 3$



$s = 4$



! !
Если $n \bmod 9 \in \{3, 6\}$,
то $n \in N(2,2)$ [Зенкин].

!
Каждое натуральное число можно
представить в виде суммы четырех
квадратов неотрицательных целых
чисел [Лагранж, 1770].

Задача научной визуализации

Численные результаты
научных исследований

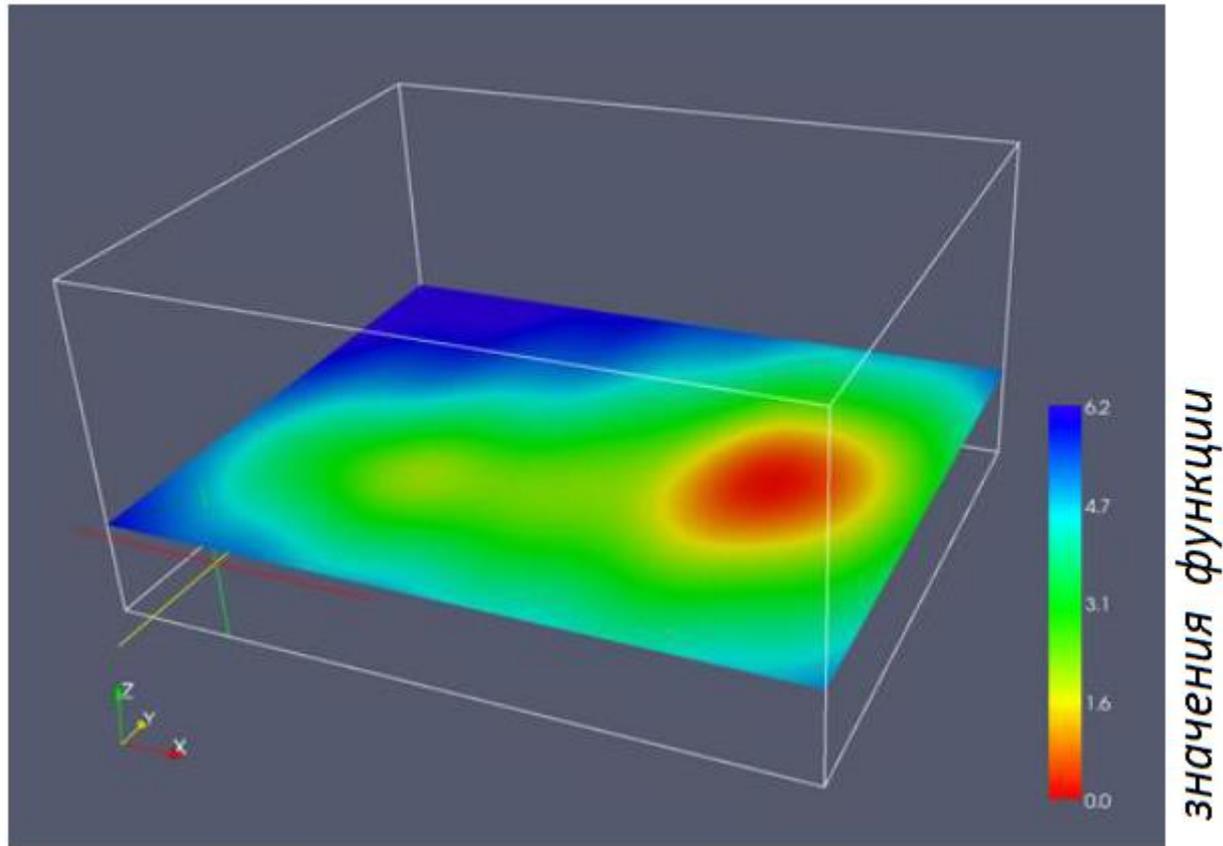
Методы компьютерной графики

Образ

к

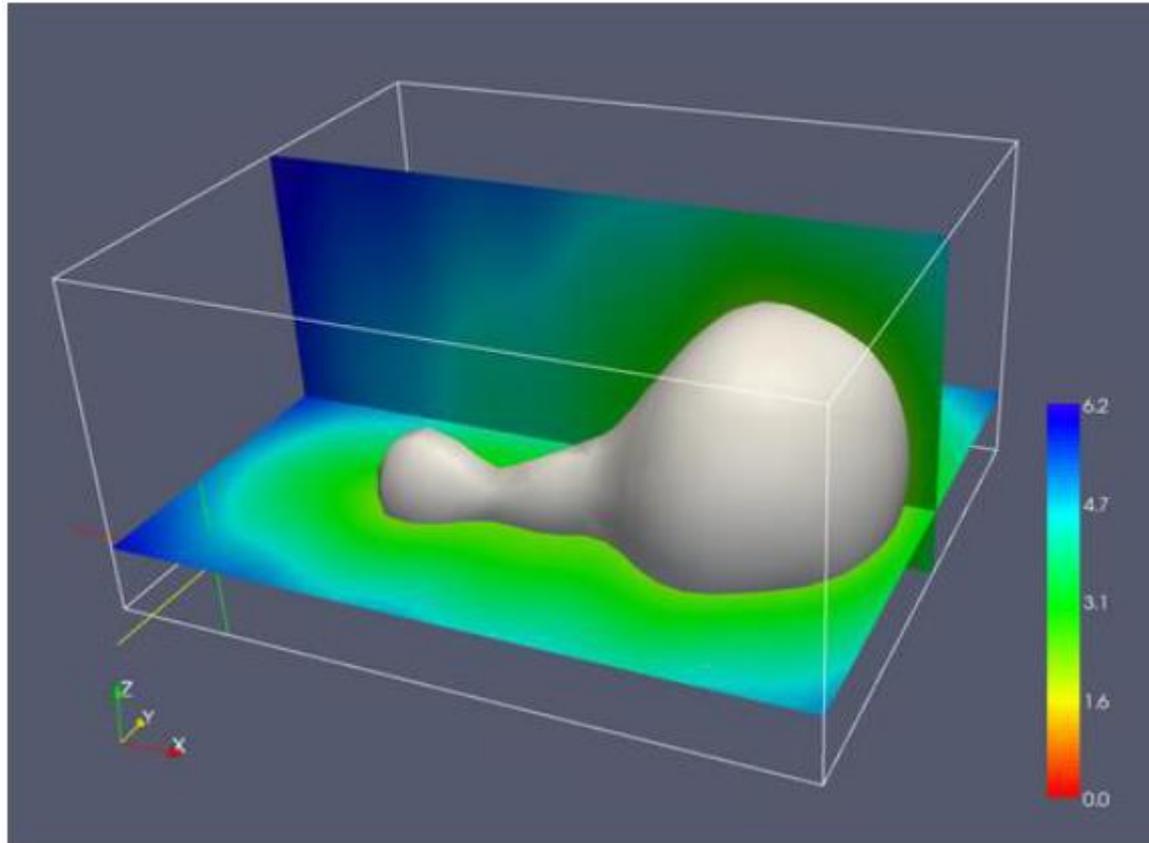
Метод научной визуализации

срез $f(x,y,z)$ [Корж О.В.]



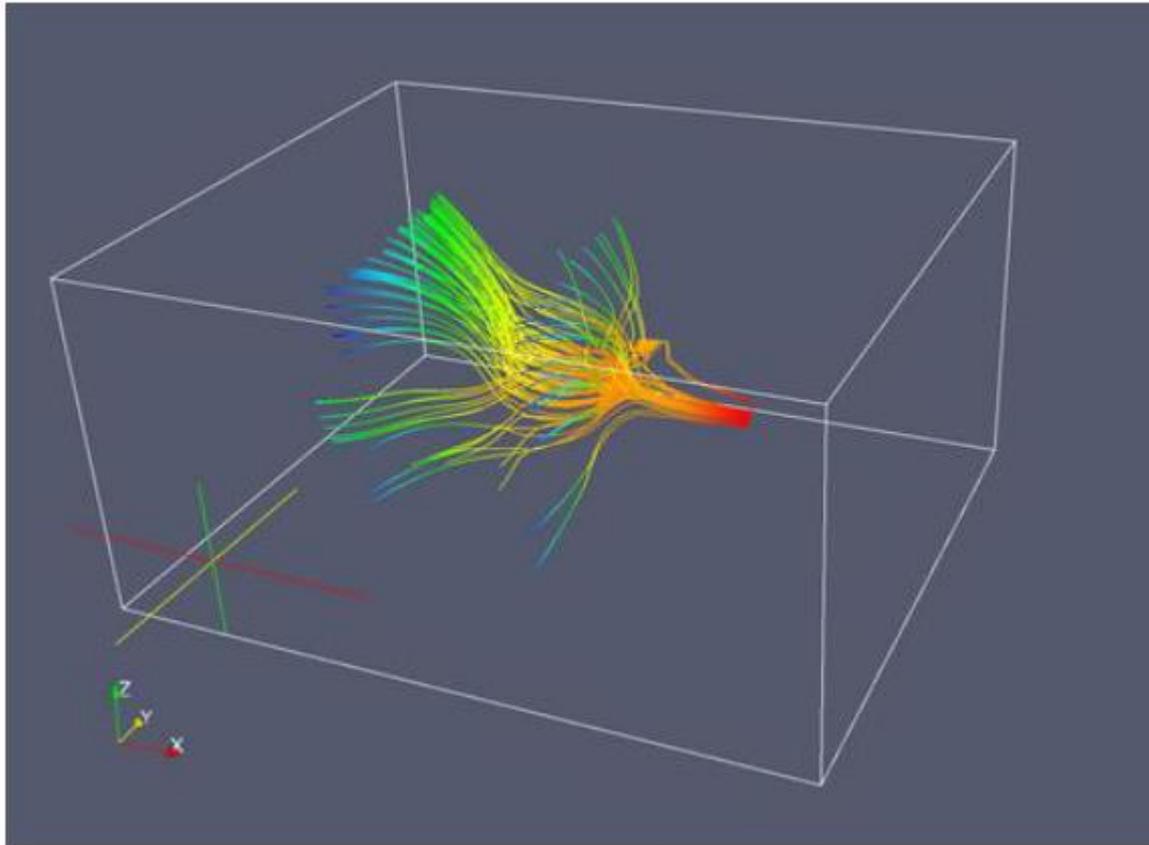
Метод научной визуализации

два среза и изоповерхность $f(x,y,z)$ [Корж О.В.]



Метод научной визуализации

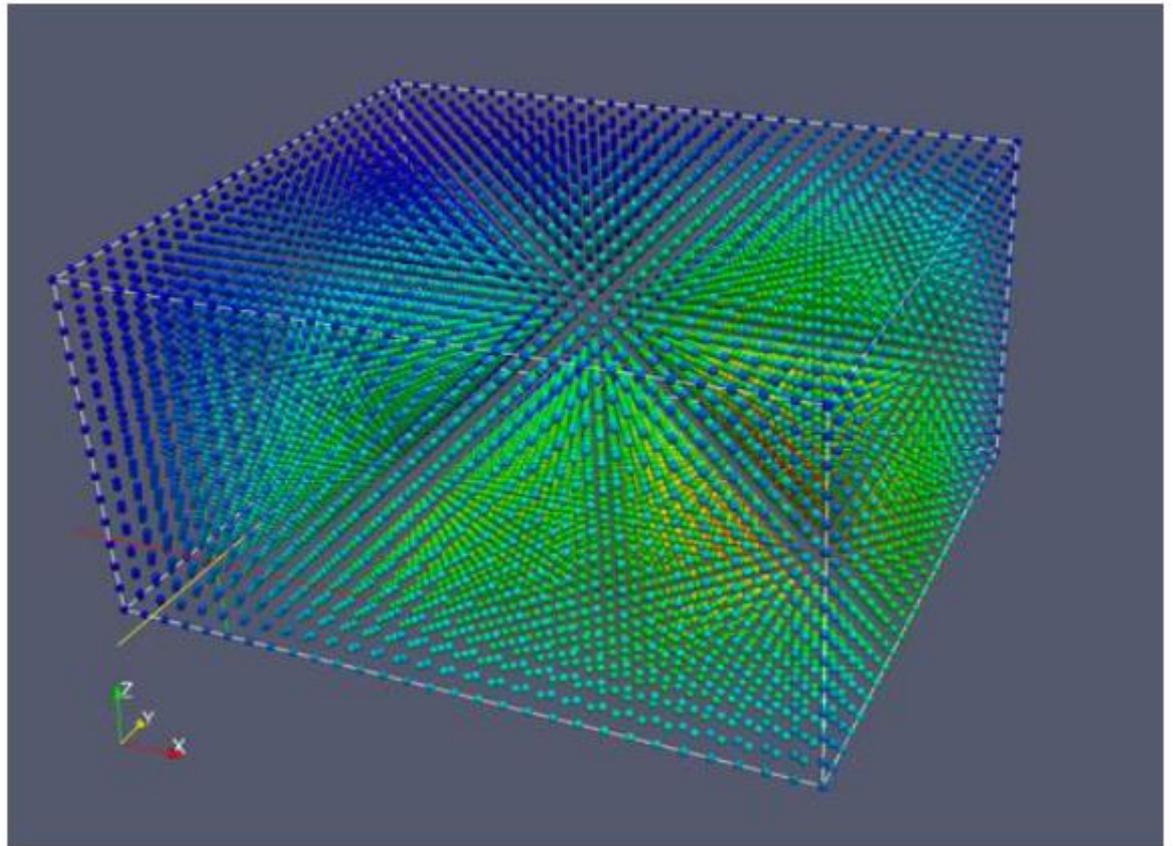
линии тока [Корж О.В.]



Метод научной визуализации

глифы [Корж О.В.]

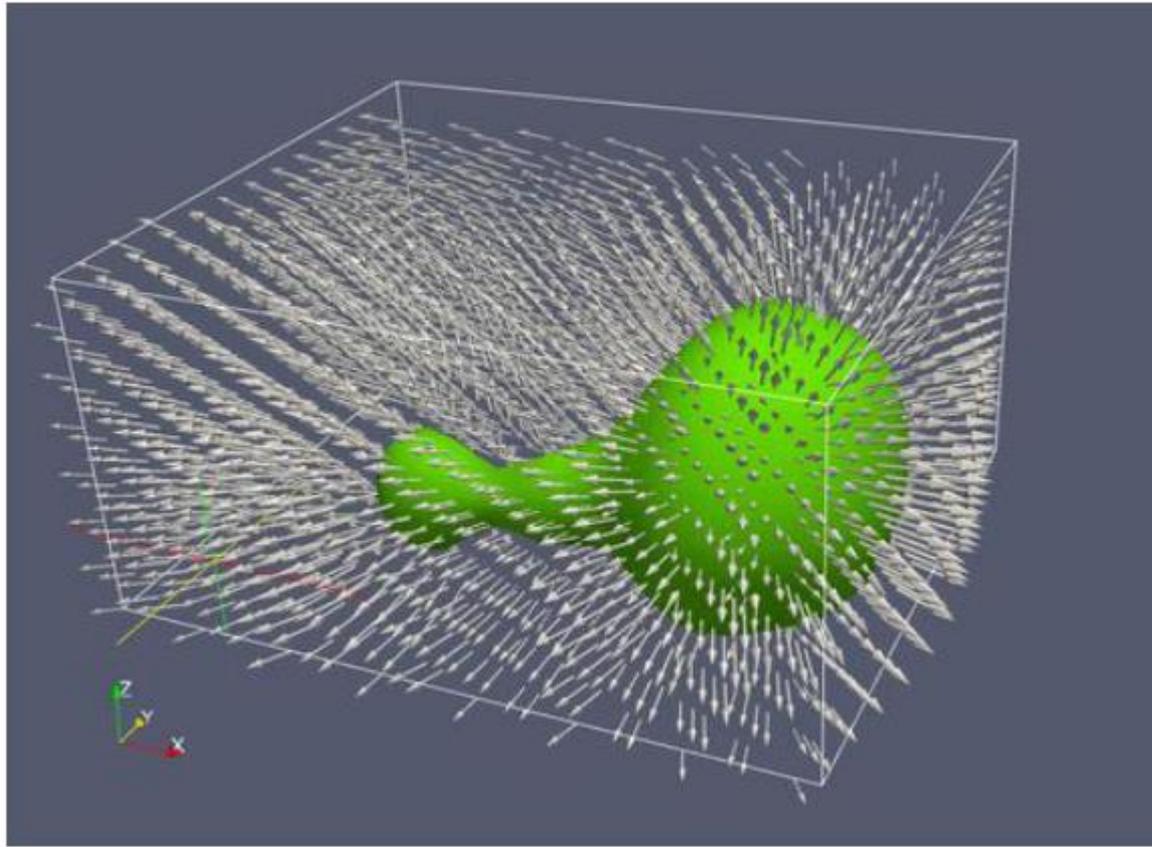
Глиф – в научной визуализации – миниобраз, представляющий некоторые величины в точке размещения.



Глиф – цветная сфера

Метод научной визуализации

комбинация = изоповерхность + глиф-вектор



Метод научной визуализации

Куликова Н.В., Тищенко В.И. О применении научной визуализации в исследованиях движения небесных тел на больших интервалах // Научная визуализация, 2018, том 10, No.5, с.102-122.



Выводы:

- (1) для наблюдений на Земле повтор ситуации 2005 - 2009 гг. может случиться в 2130 - 2134 гг.;
- (2) в 2138 году через перигелий пройдет более плотный метеороидный комплекс за счёт фрагментов, выброшенных в 1991 году в точке кометной орбиты с истинной аномалией $150-160^\circ$ со скоростью 500 м/с;
- (3) результаты явления 1991 года могут также сказаться на активности потока Орионид в 2143 - 2148, 2153, 2162 и 2192 годах.

Пространственное расположение метеороидного комплекса кометы 1P/Галлея

Метод научной визуализации

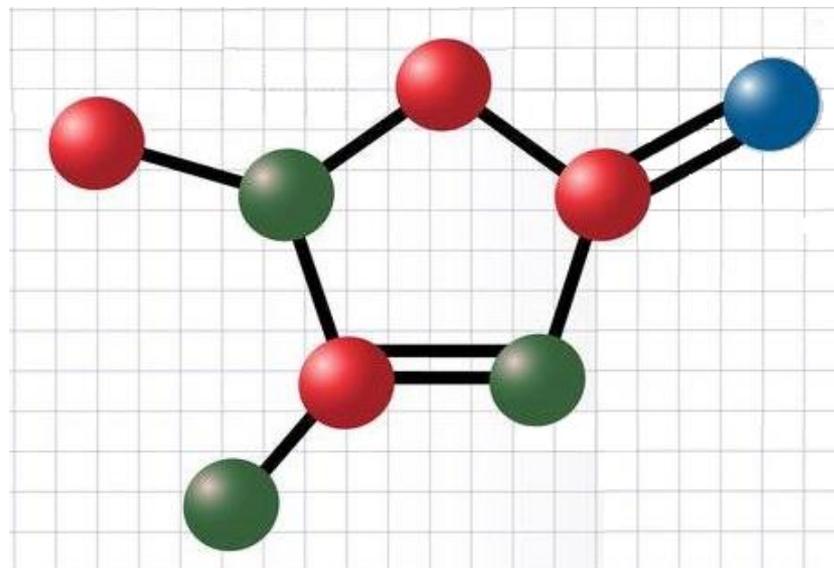
Строение молекул

Виды визуализация: 2D | 2,5D | 3D

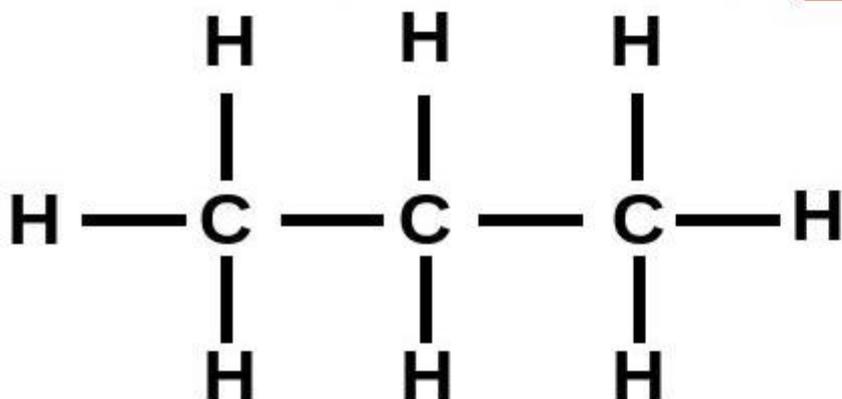
АТОМЫ И СВЯЗИ

Цветовые обозначения в модели
Кори–Полинга–Колтуна (1952, 1962)
для описания объемной модели белков

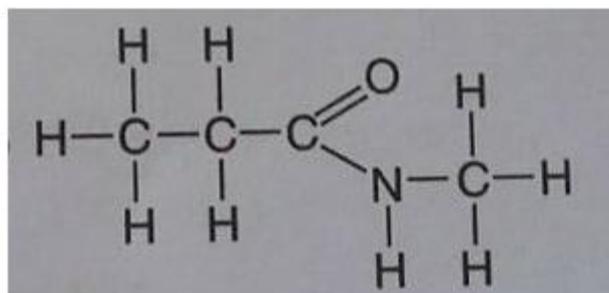
□	водород (H)	белый
■	углерод (C)	чёрный
■	азот (N)	синий
■	кислород (O)	красный
■	фтор (F), хлор (Cl)	зелёный
...		



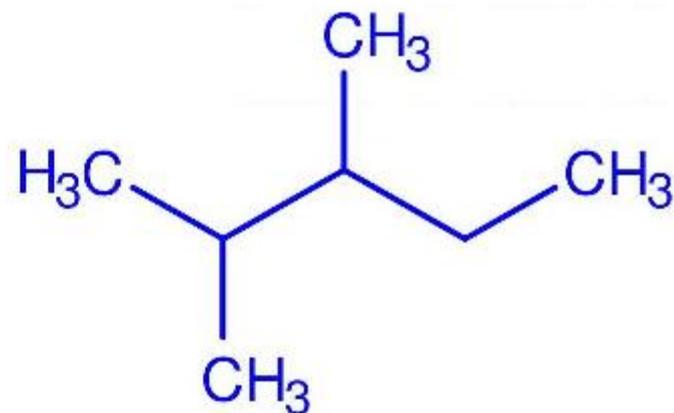
Строение молекул (2D; 1861)



Полная структурная формула

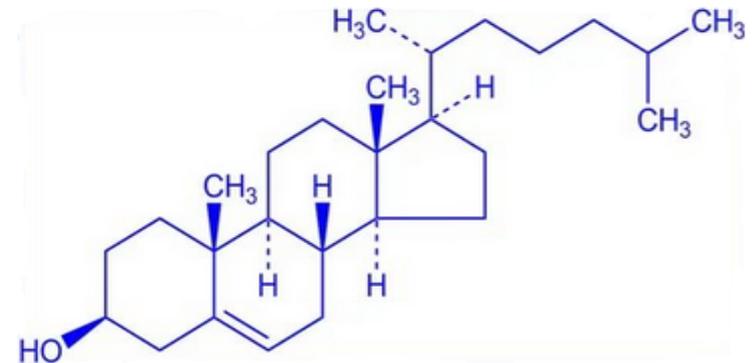
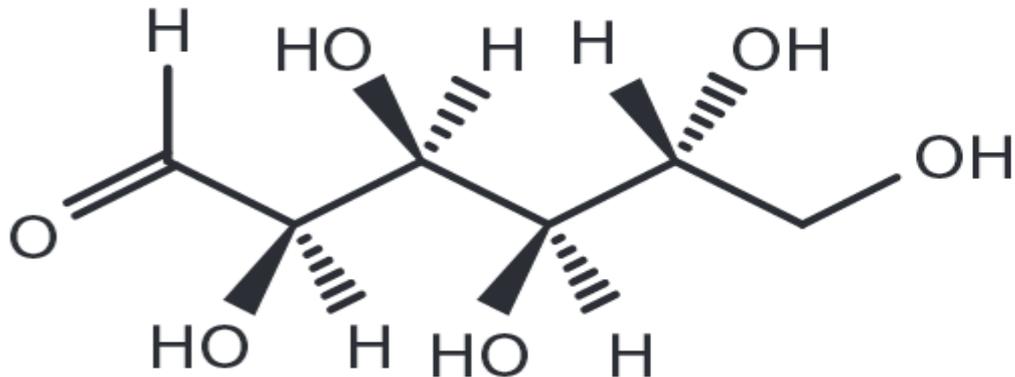
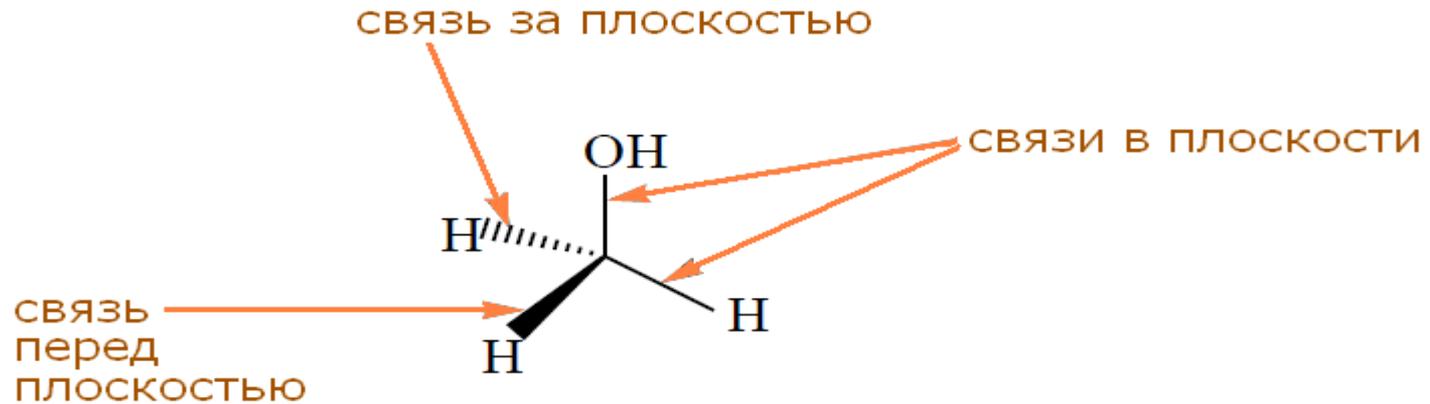


Сокращенная
структурная формула



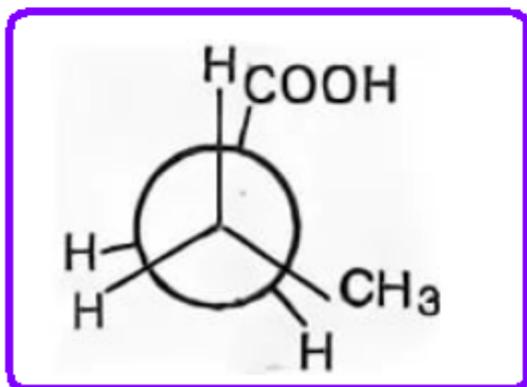
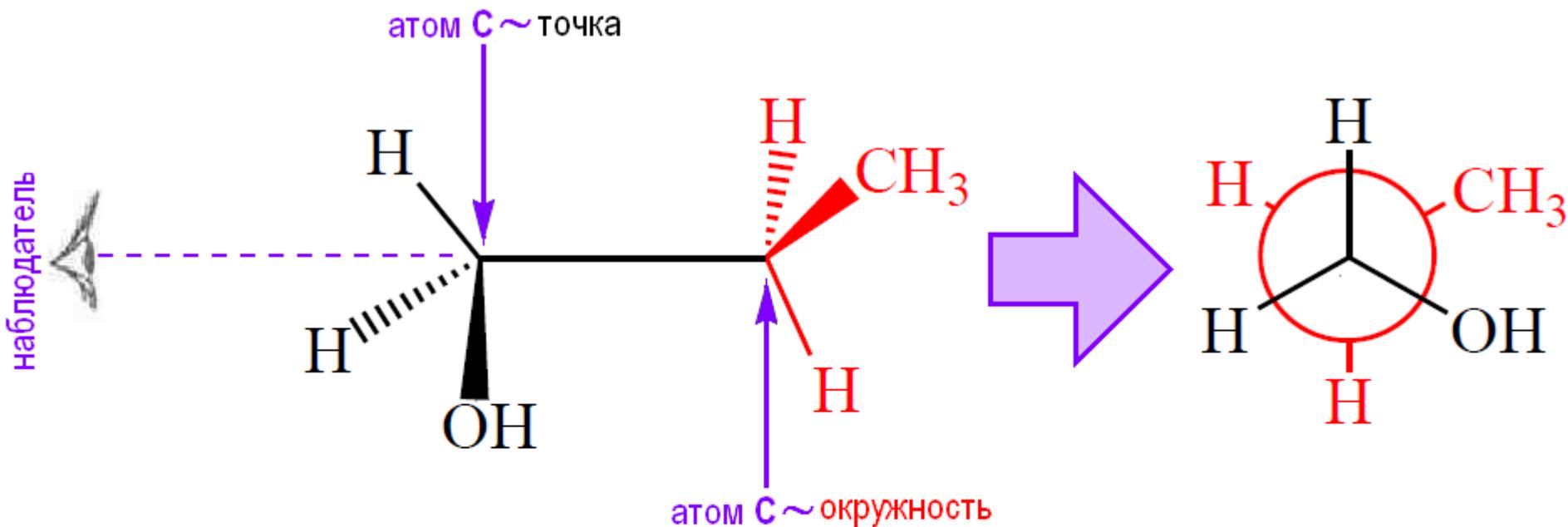
Строение молекул (2,5D)

Клиновидные проекции формул (Фишер, 1891)

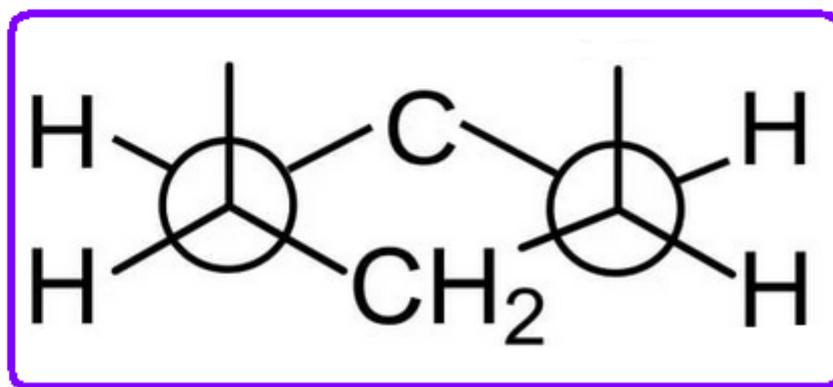


Строение молекул (2D)

Проекционные формулы Ньюмена (1954)



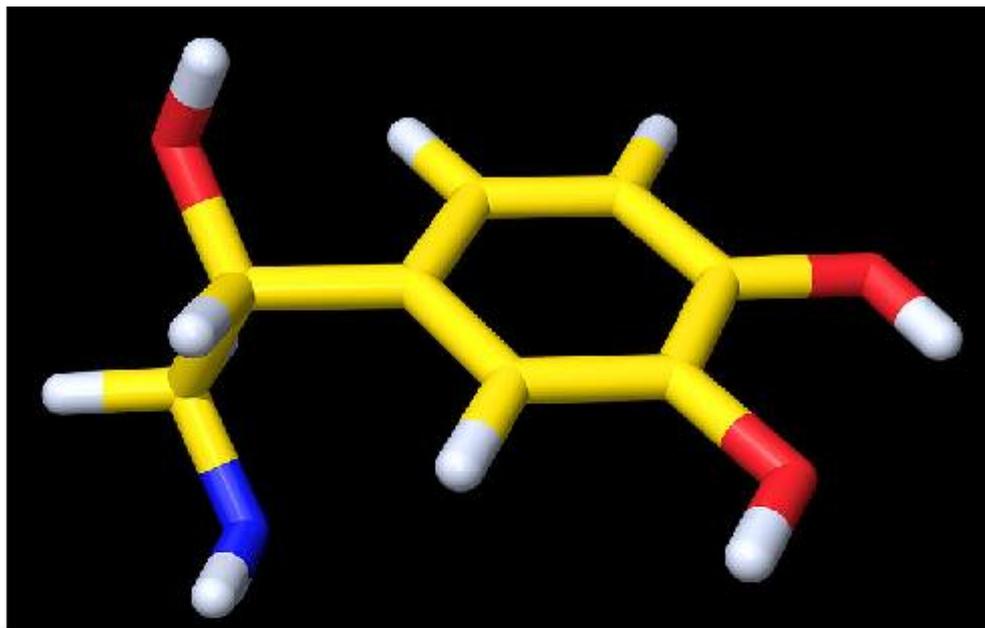
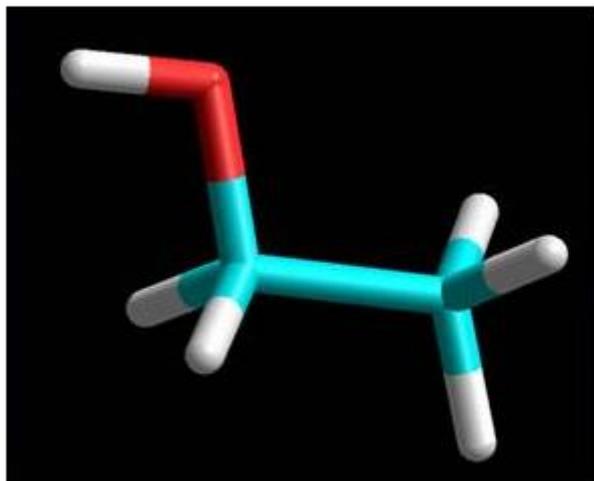
(+) отражают двугранные углы



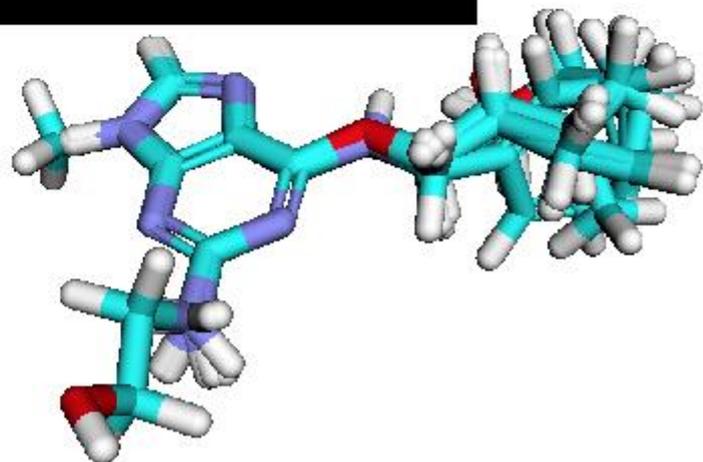
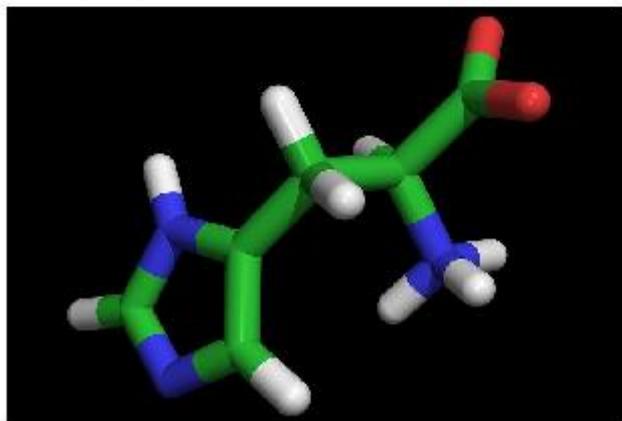
Пространственное строение молекул (3D)

Стержневые (скелетные) модели (Дрейдинг, 1959)

Связь = стержень
Атом = конец стержня

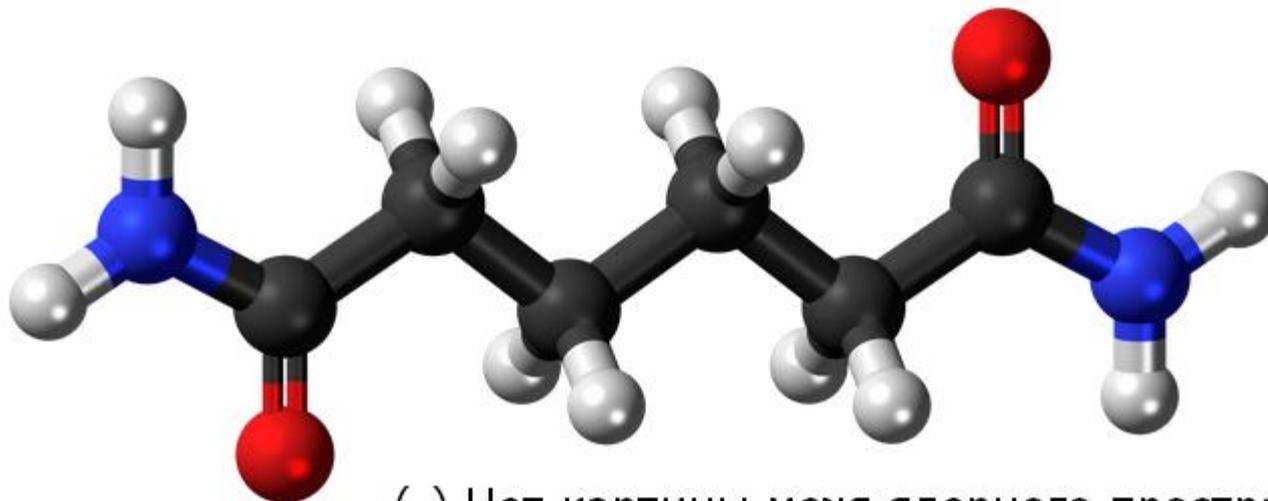
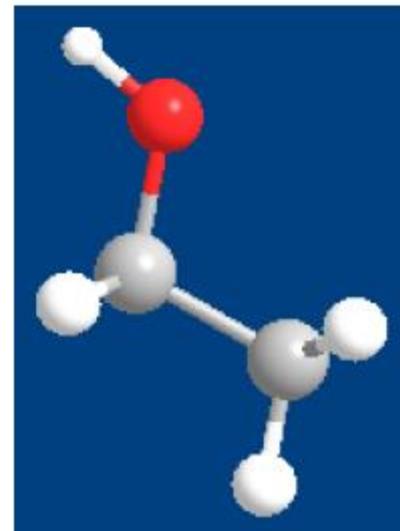
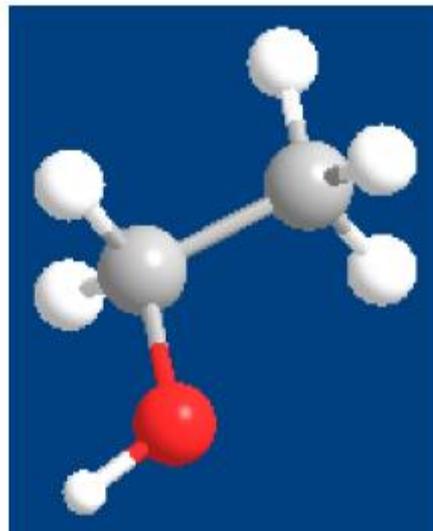
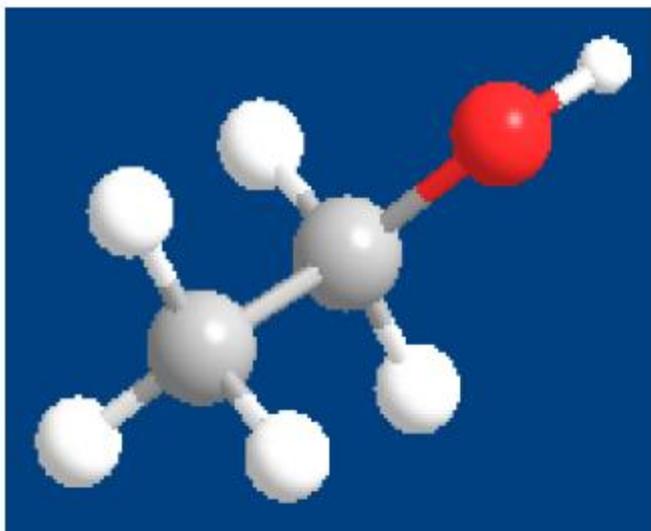


(+) расстояния между атомами;
(+) валентные углы



Пространственное строение молекул (3D)

Шаростержневые модели



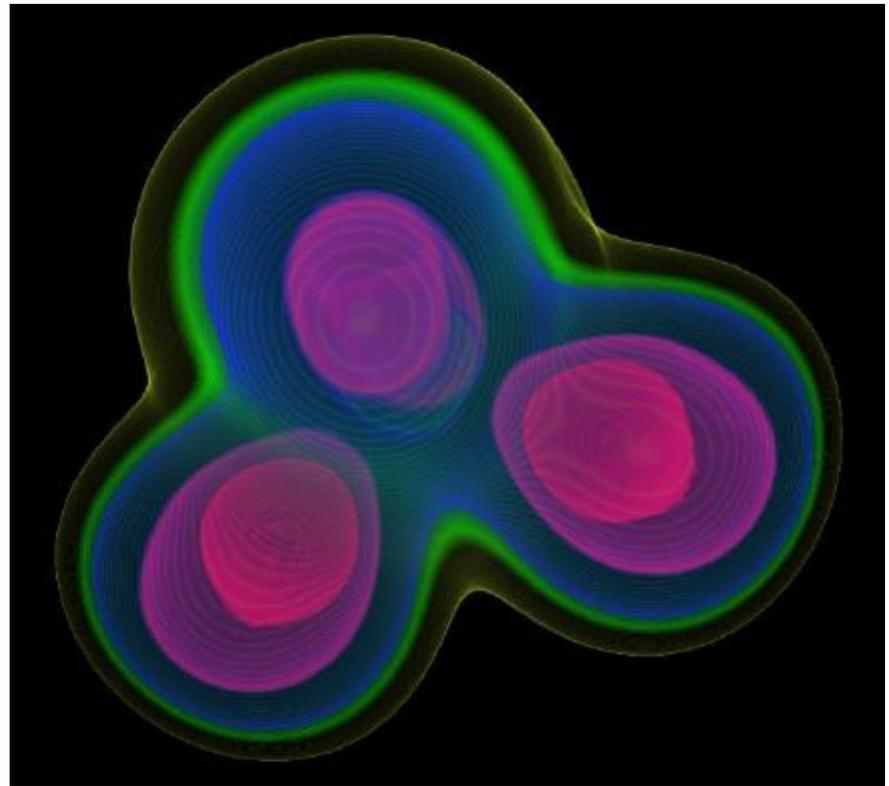
(-) Нет картины межъядерного пространства

Пространственное строение молекул (3D)

Полусферические модели Стюарта-Бригле

--- Пролог ---

*Визуализация
электронной
плотности*



[Козловская ; kftt.phis.msu.ru]

Пространственное строение молекул (3D)

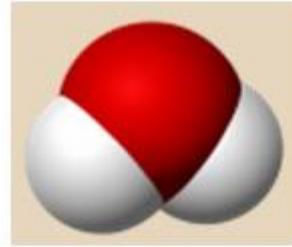
Полусферические модели Стюарта-Бригге

Атом = шар со срезанными сегментами;



размеры ~ свойства атома

Атомы соединяются срезами

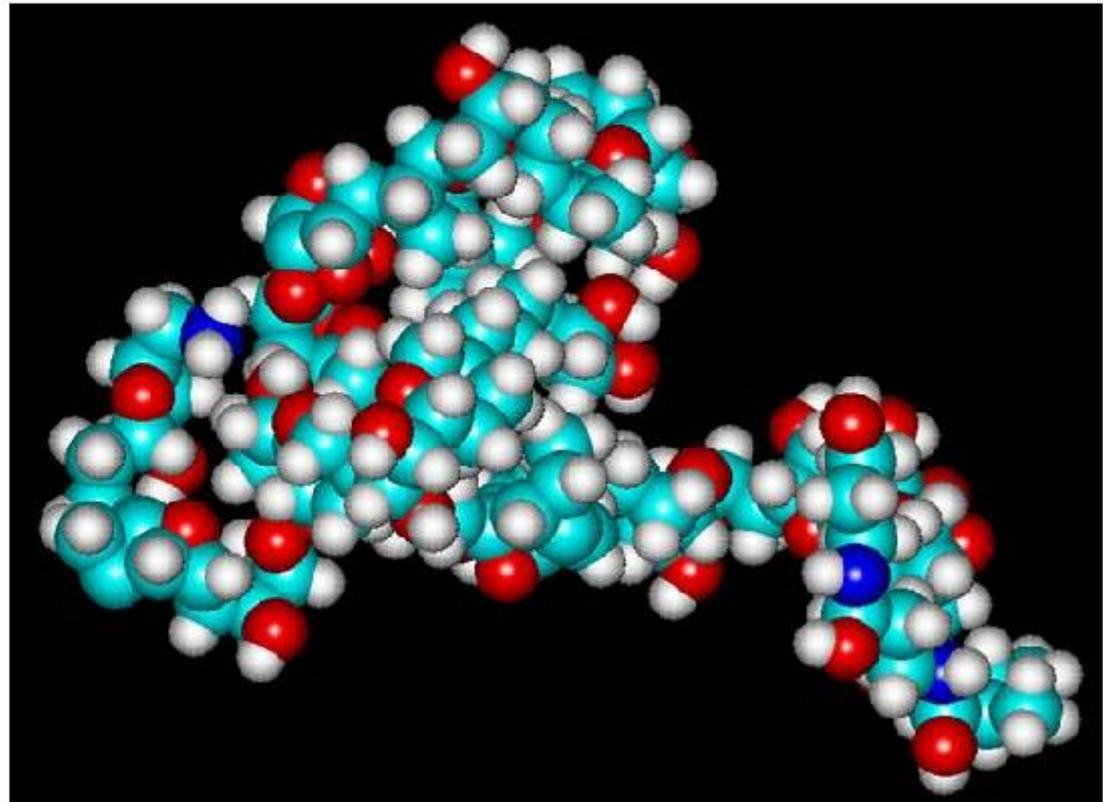
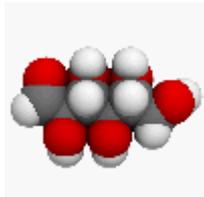
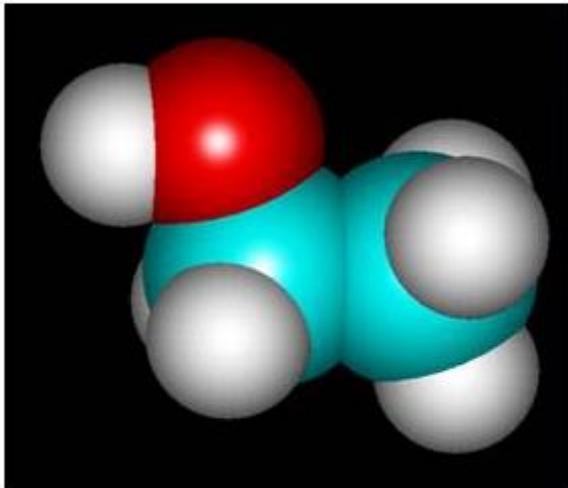


(+) длины связей;

(+) валентные углы;

(+) заполнение межъядерного пр-ва;

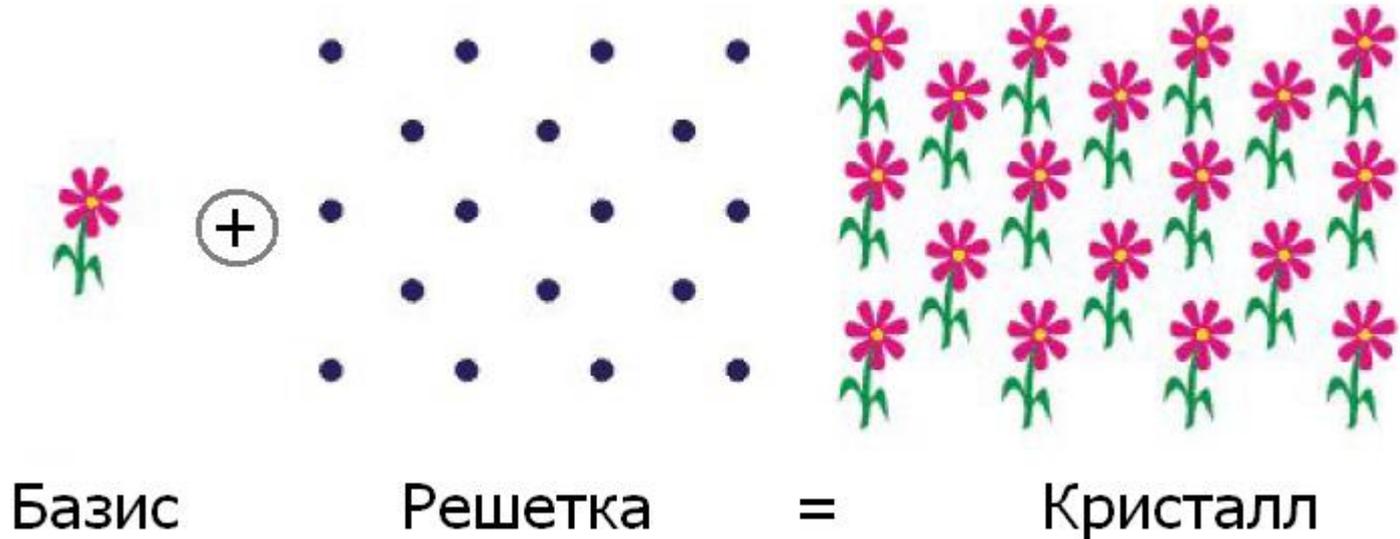
(-) обозримость



Пространственное строение молекул (3D)

Кристаллические структуры

--- Пролог ---



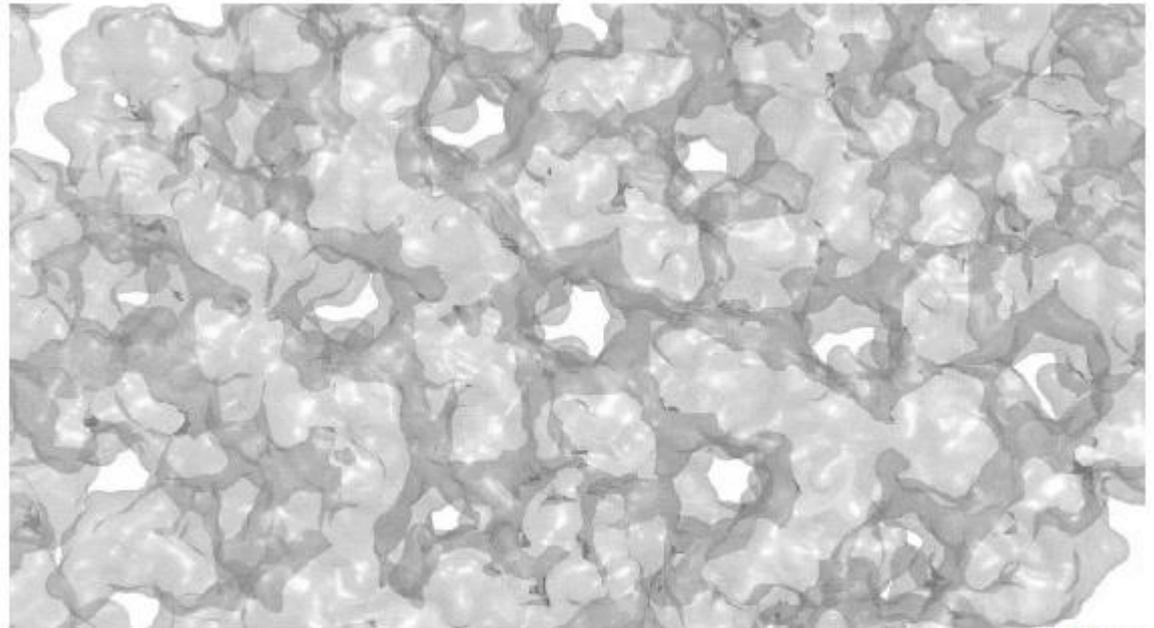
[Козловская; kftt.phis.msu.ru]

Пространственное строение молекул (3D)

Кристаллические структуры

--- Пролог-2 ---

*Карта
электронных
плотностей*

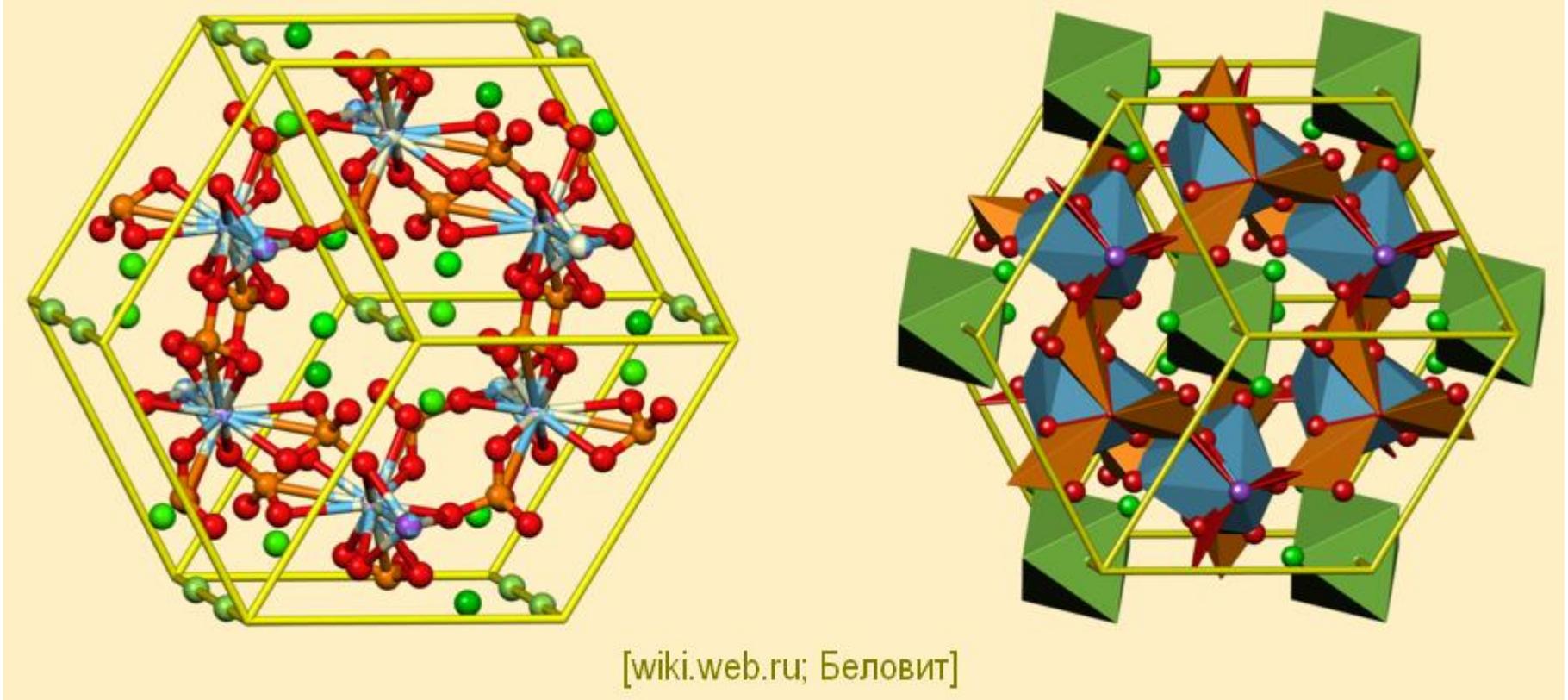


© Nvidia

[Козловская ; kftt.phis.msu.ru]

Пространственное строение молекул (3D)

Кристаллические структуры



В о п р о с ы?

soloviev@glossary.ru

Соловьев С.Ю.

Постановки задач современной информатики.

www.park.glossary.ru