

ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МНОГОМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

ВСЕ, ЧЕГО НЕЛЬЗЯ ВЫРАЗИТЬ В ЦИФРАХ,
НЕ НАУКА, А ПРОСТО МНЕНИЕ

Роберт Хайнлайн

ЗАКОНЫ МАТЕМАТИКИ, ИМЕЮЩИЕ КАКОЕ-ЛИБО
ОТНОШЕНИЕ К РЕАЛЬНОМУ МИРУ, НЕНАДЕЖНЫ;
А НАДЕЖНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ
НЕ ИМЕЮТ ОТНОШЕНИЯ К РЕАЛЬНОМУ МИРУ

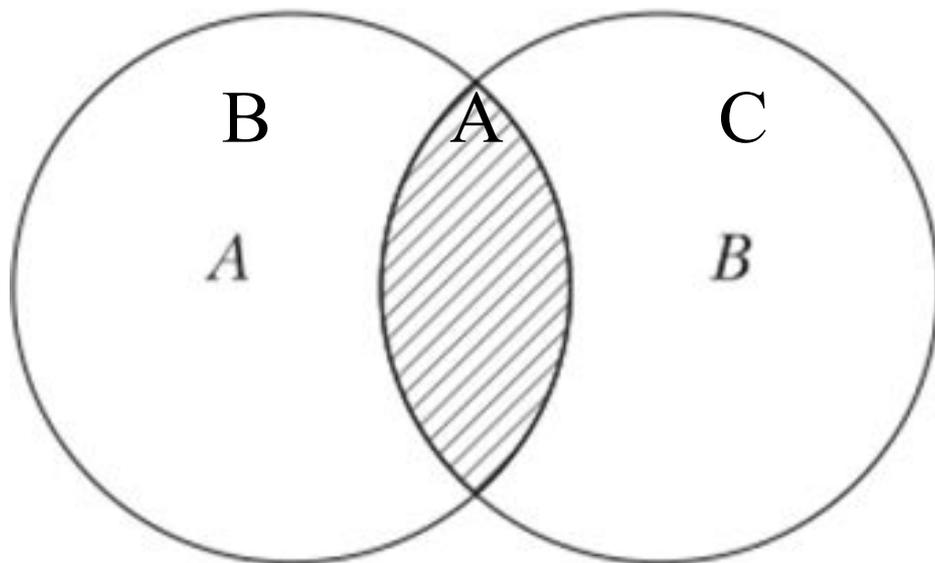
Альберт Эйнштейн

ГОРАЗДО ЛЕГЧЕ ЧТО-ТО ИЗМЕРИТЬ, ЧЕМ ПОНЯТЬ,
ЧТО ИМЕННО ВЫ ИЗМЕРЯЕТЕ

Дж. Салливен

Индексы сходства

$$I_{CS} = \frac{2a}{(a+b) + (a+c)}$$



$$I_J = \frac{a}{a+b+c}$$

$$I_{OB} = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$$

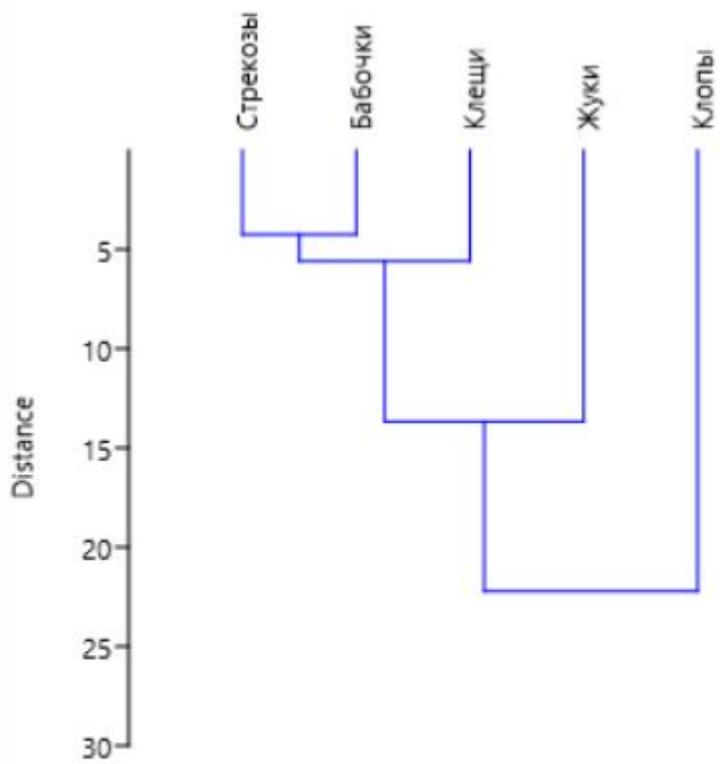
Бабочки	Стрекозы	Жуки	Клопы	Клещи
1	1	0	0	0
0	0	1	1	0
1	1	0	1	0
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
0	1	0	0	0
0	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	1	1	0
0	0	0	0	0
1	1	1	1	0
0	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0
0	1	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0
0	1	0	0	0

	Б	С	Ж	Кп	Кщ
Б	1				
С	0,95	1			
Ж	0,49	0,44	1		
Кп	0,63	0,58	0,68	1	
Кщ	0,10	0,09	0,19	0,19	1

Кластерный анализ

Бабочки	Жуки	Клопы	Стрекозы	Клещи
0,927	2,734	4,279	0,298	0,078
0,961	3,514	3,796	1,156	0,136
0,615	1,004	7,607	1,379	0,123
0,969	2,486	1,915	0,045	0,192
1,700	0,961	5,490	0,545	0,200
0,971	4,065	5,653	2,045	0,138
0,331	0,578	7,758	0,420	0,138
1,208	0,961	1,536	0,361	0,065
1,117	4,622	6,844	0,782	0,195
0,459	3,620	3,702	1,816	0,058
1,004	3,850	7,561	1,320	0,087
1,278	3,636	2,306	1,785	0,083
1,047	2,241	0,126	0,720	0,118
0,525	0,413	5,258	2,354	0,017
0,332	5,102	6,493	0,975	0,092
1,237	2,276	1,400	0,254	0,003
1,936	0,077	8,199	1,910	0,163
0,311	0,390	6,915	2,129	0,143
0,397	0,049	3,922	2,325	0,194
0,275	1,120	8,055	2,011	0,041
1,512	0,038	8,319	1,876	0,080

Hierarchical clustering



Algorithm: Paired group (UPGMA) ▾

Similarity index: Euclidean ▾

Two-way

Constrained

Boot N:

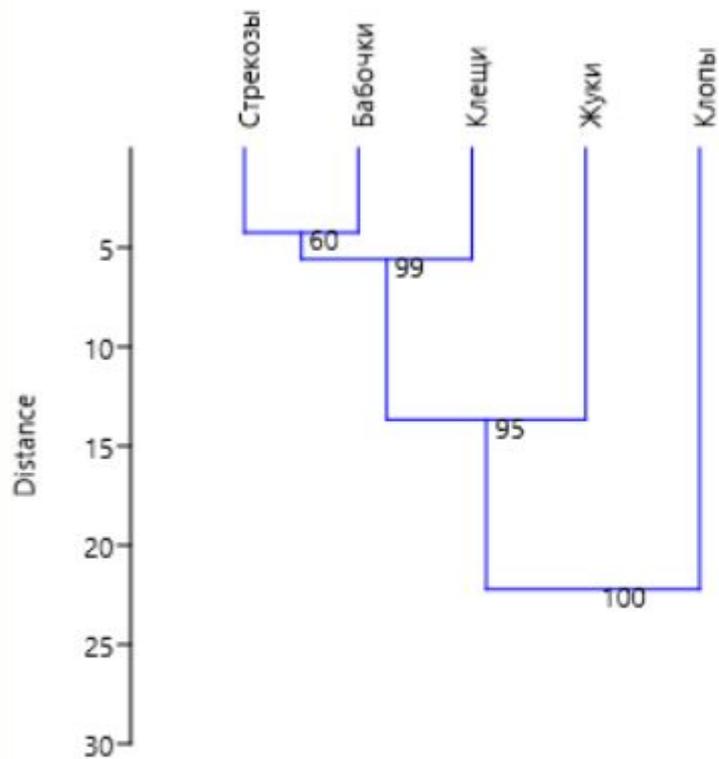
Compute

Cophen. corr.: 0,9774

Save Nexus

Graph settings

Hierarchical clustering



Algorithm

Paired group (UPGMA) ▾

Similarity index

Euclidean ▾

Two-way

Constrained

Boot N:

1000

Compute

Cophen. corr.:

0,9774

Save Nexus



Graph settings



Close



Copy



Print

ИНДЕКСЫ СХОДСТВА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ

- БРЕЯ-КЁРТИСА (BRAY-CURTIS):

$$S_{B-C} = 1 - \frac{\sum_R |n_{1i} - n_{2i}|}{\sum_R (n_{1i} + n_{2i})} \quad \left(= \sum_R \min(p_{1i}; p_{2i}) \right)$$

- ПИАНКИ (PIANKA) (ЧУВСТВИТЕЛЕН К РАЗЛИЧИЯМ В ДОМИНАНТАХ)

$$S_{PI} = \frac{\sum n_{1i} \cdot n_{2i}}{\sqrt{\sum n_{1i}^2 \cdot \sum n_{2i}^2}}$$

- ЭВКЛИДОВО РАССТОЯНИЕ:

$$D_{EU} = \sqrt{\sum (n_{1i} - n_{2i})^2}$$

АНАЛИЗ СХОДСТВА

R ВИДОВ \times Q ПРОБ

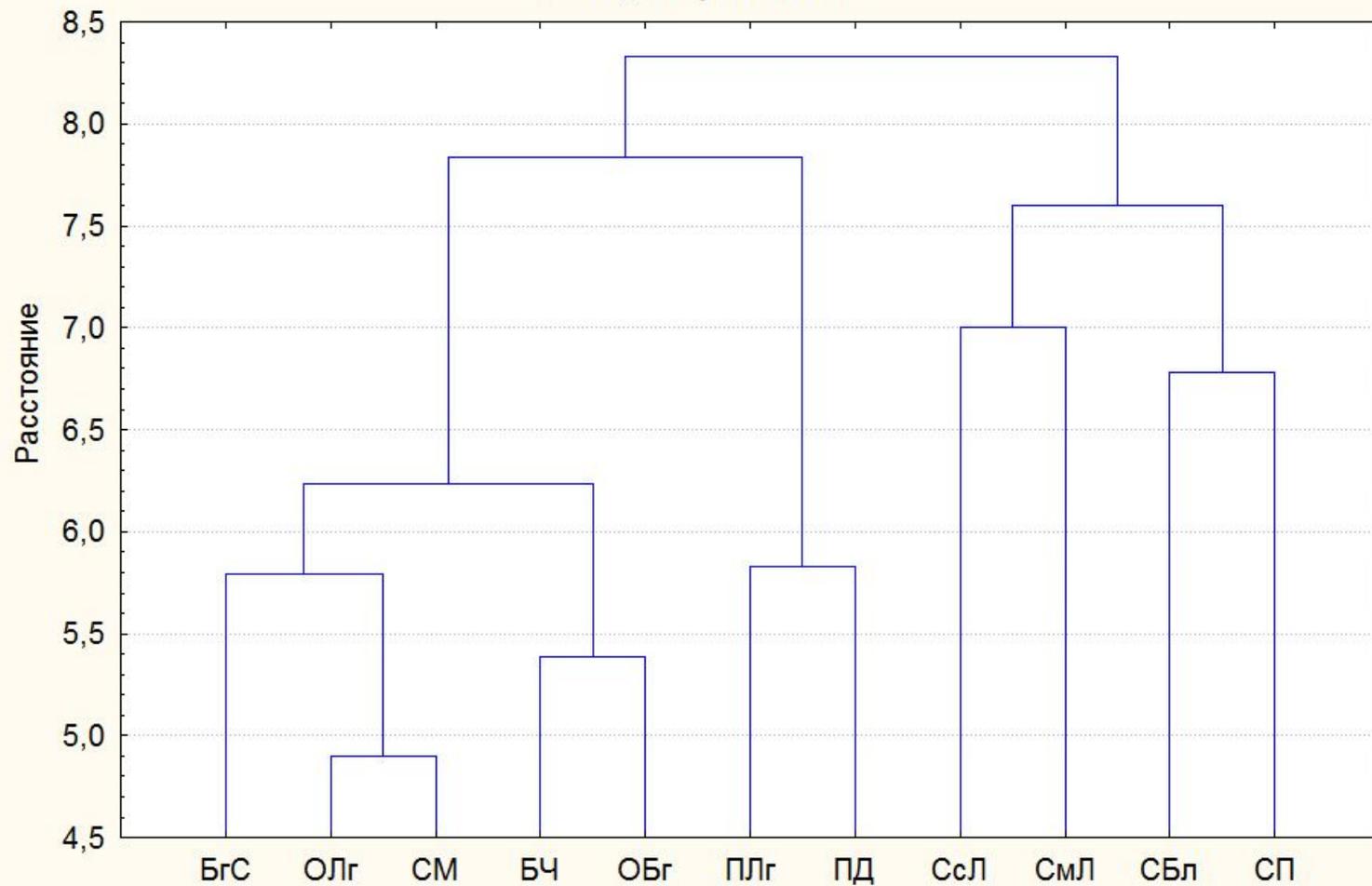


R \times R ВИДОВ

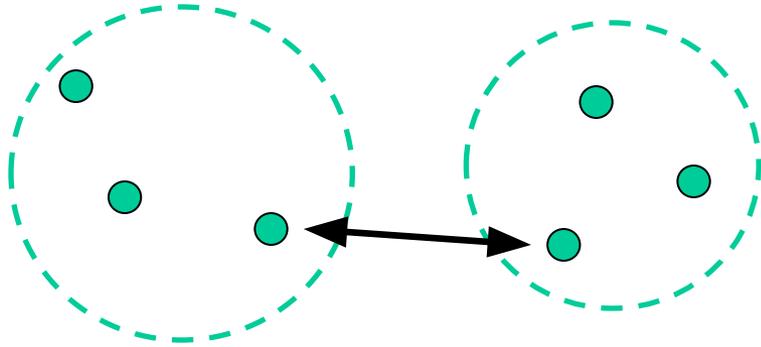


Q \times Q ПРОБ

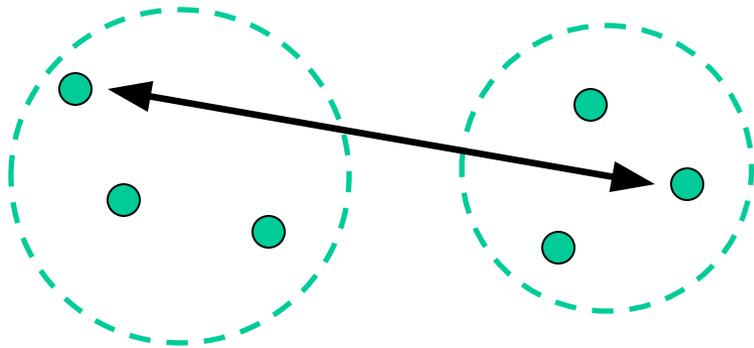
Метод Варда
Евклидово расстояние



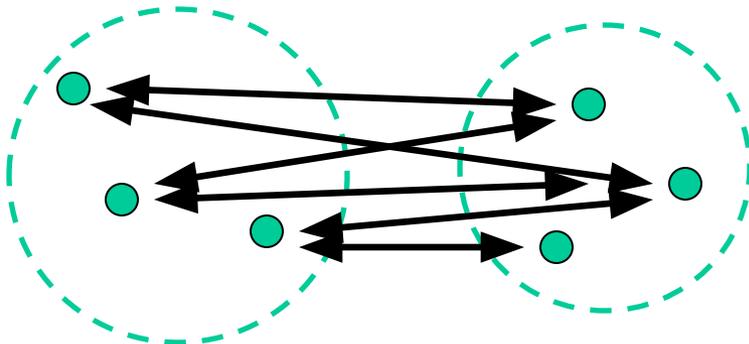
СПОСОБЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ ГРУПП ОБЪЕКТОВ



МЕТОД
БЛИЖАЙШЕГО СОСЕДА
(SINGLE LINKAGE)



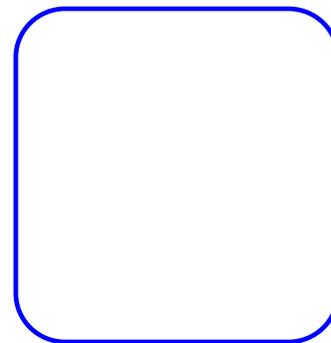
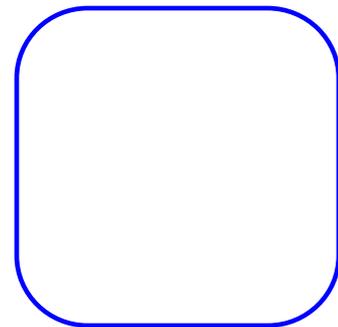
МЕТОД
ДАЛЬНЕГО СОСЕДА
(COMPLETE LINKAGE)



МЕТОД СРЕДНЕГО
ПРИСОЕДИНЕНИЯ
(GROUP AVERAGE)

МЕТОД
БЛИЖАЙШЕГО
СОСЕДА

МЕТОД
ДАЛЬНОГО
СОСЕДА

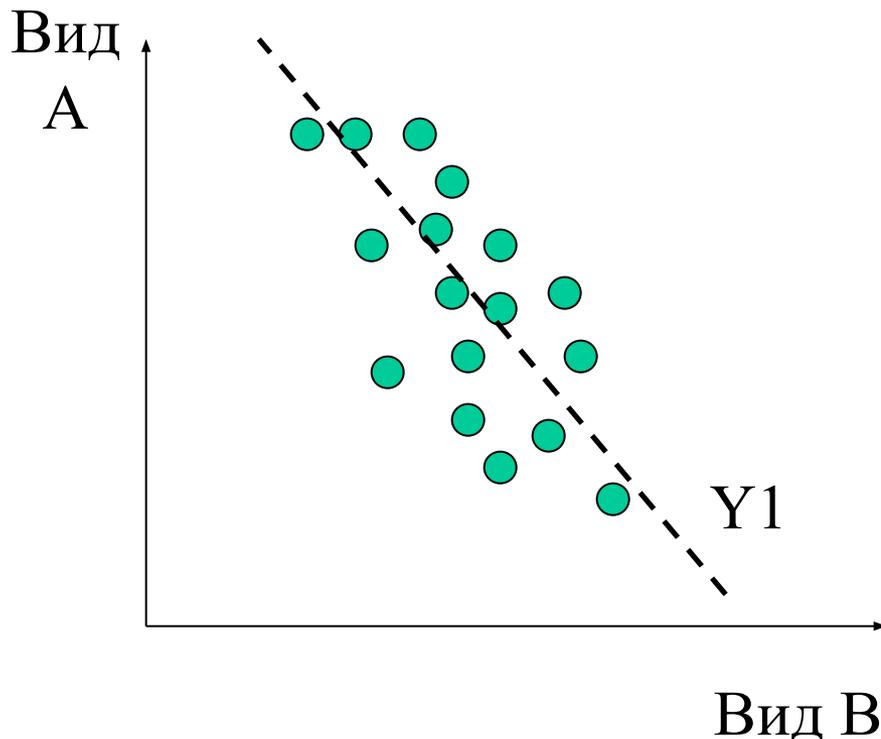


Внимание!

Далее будет по-настоящему многомерная статистика

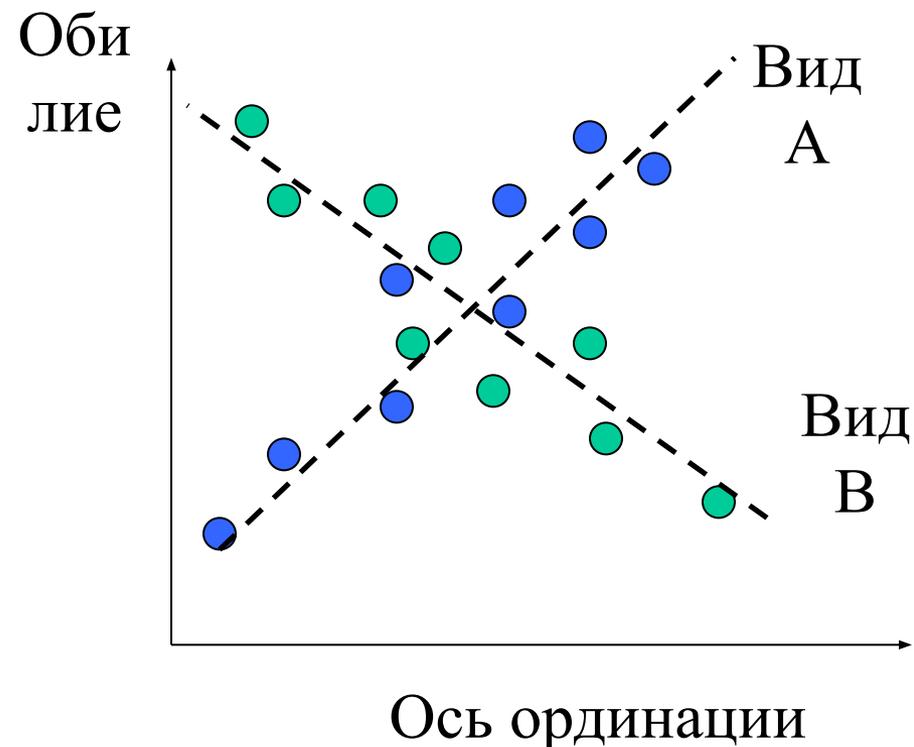
МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS, PCA)

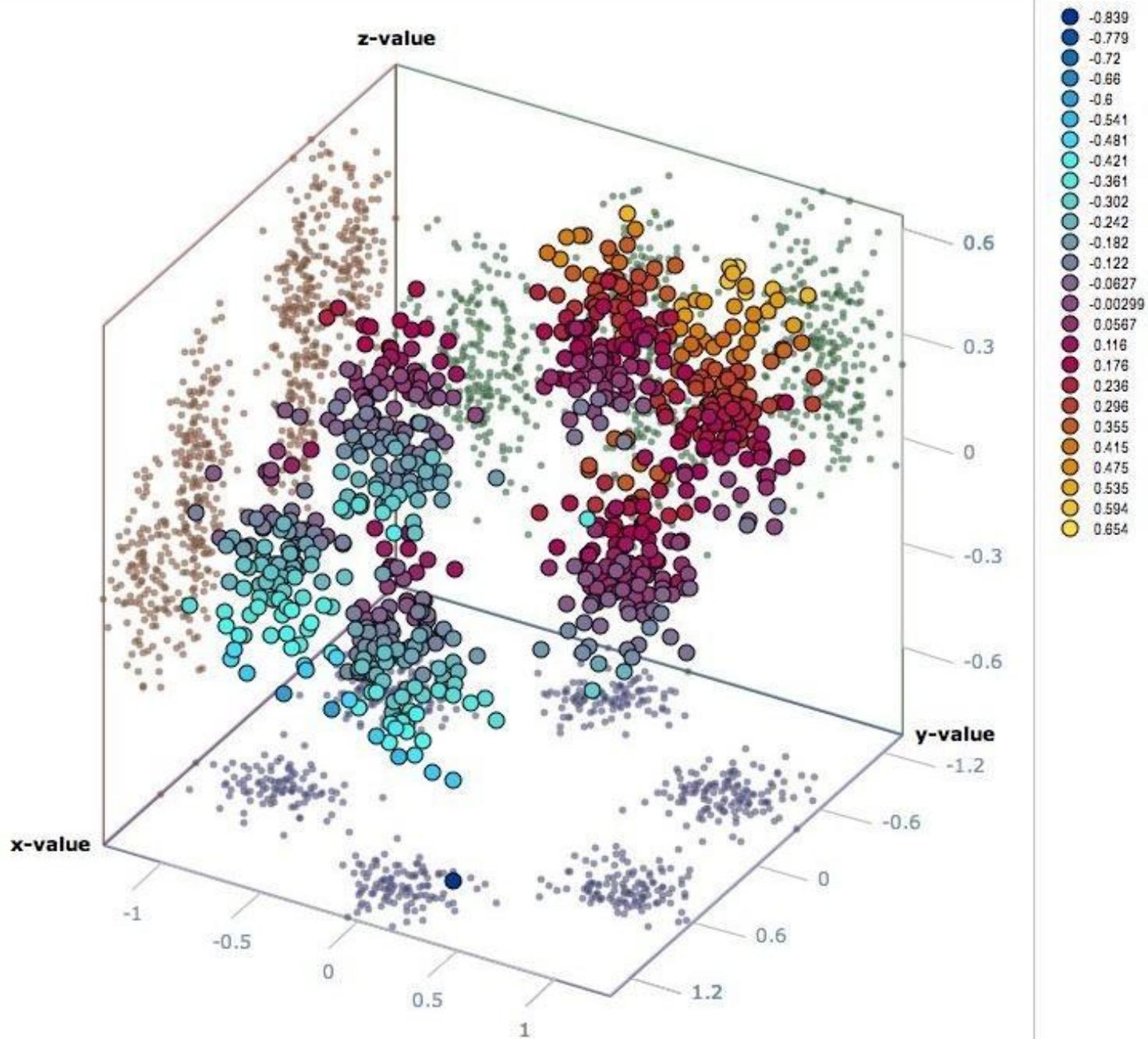
ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ, ЧТО
ПРИЗНАКИ СВЯЗАНЫ
МЕЖДУ СОБОЙ ЛИНЕЙНО



ТОГДА ОСИ - ЛИНЕЙНЫЕ
КОМБИНАЦИИ ПРИЗНАКОВ

$$Y1 = a_1 X_A + b_1 X_B$$



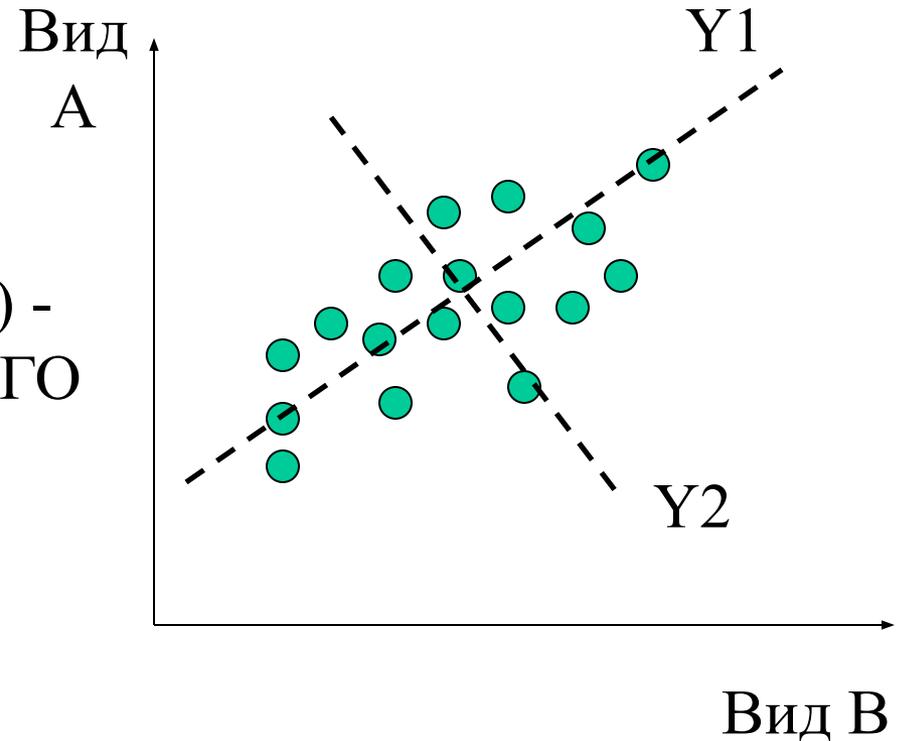


МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS)

ОСИ - ЛИНЕЙНЫЕ
КОМБИНАЦИИ ПРИЗНАКОВ

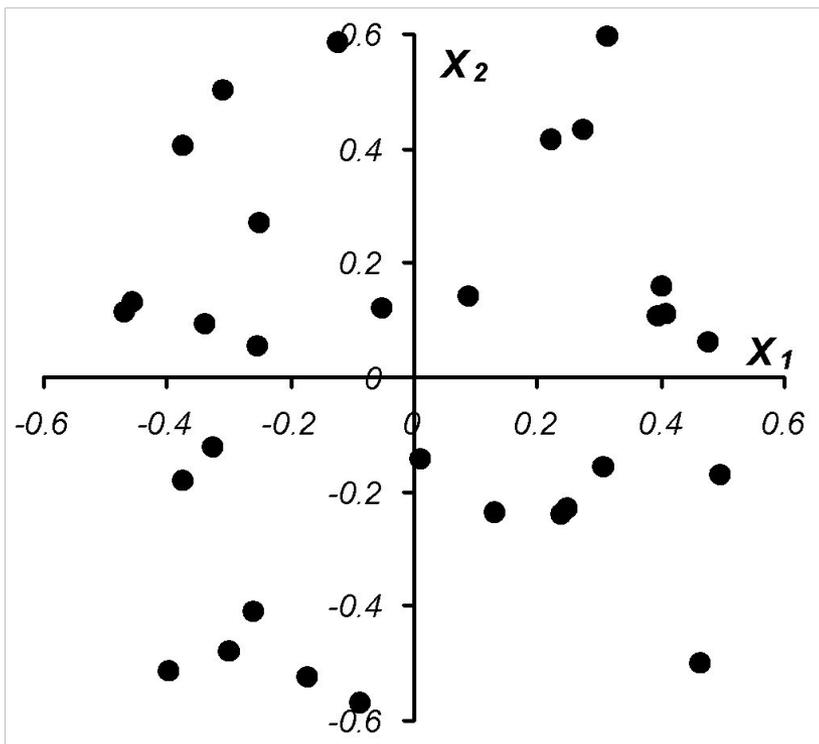
ПЕРВАЯ ОСЬ (КОМПОНЕНТА) -
НАПРАВЛЕНИЕ НАИБОЛЬШЕГО
РАЗБРОСА ТОЧЕК

$$Y1 = a_1 X_A + b_1 X_B$$

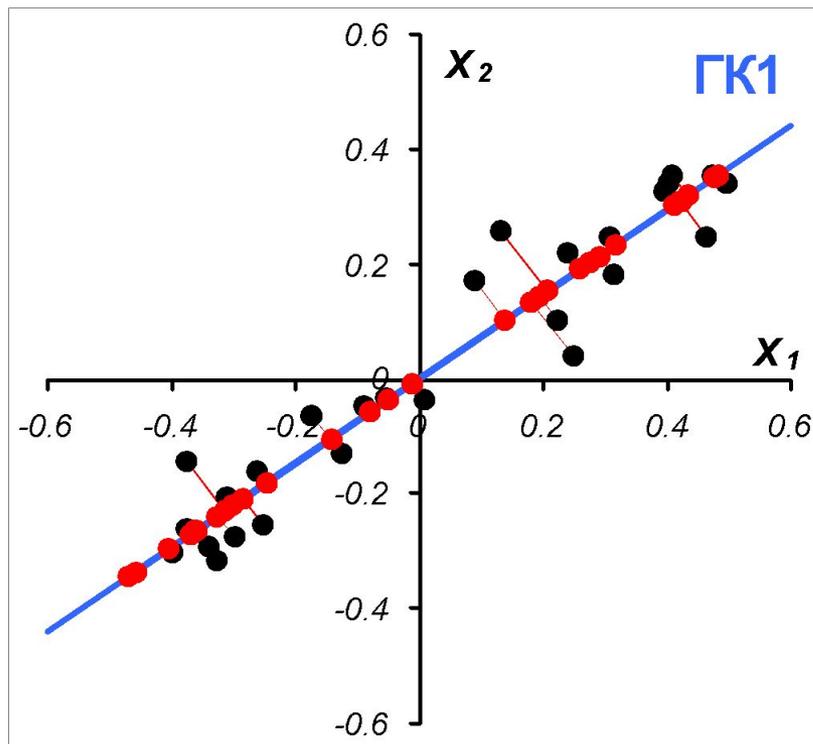


МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS)

Данные без структуры

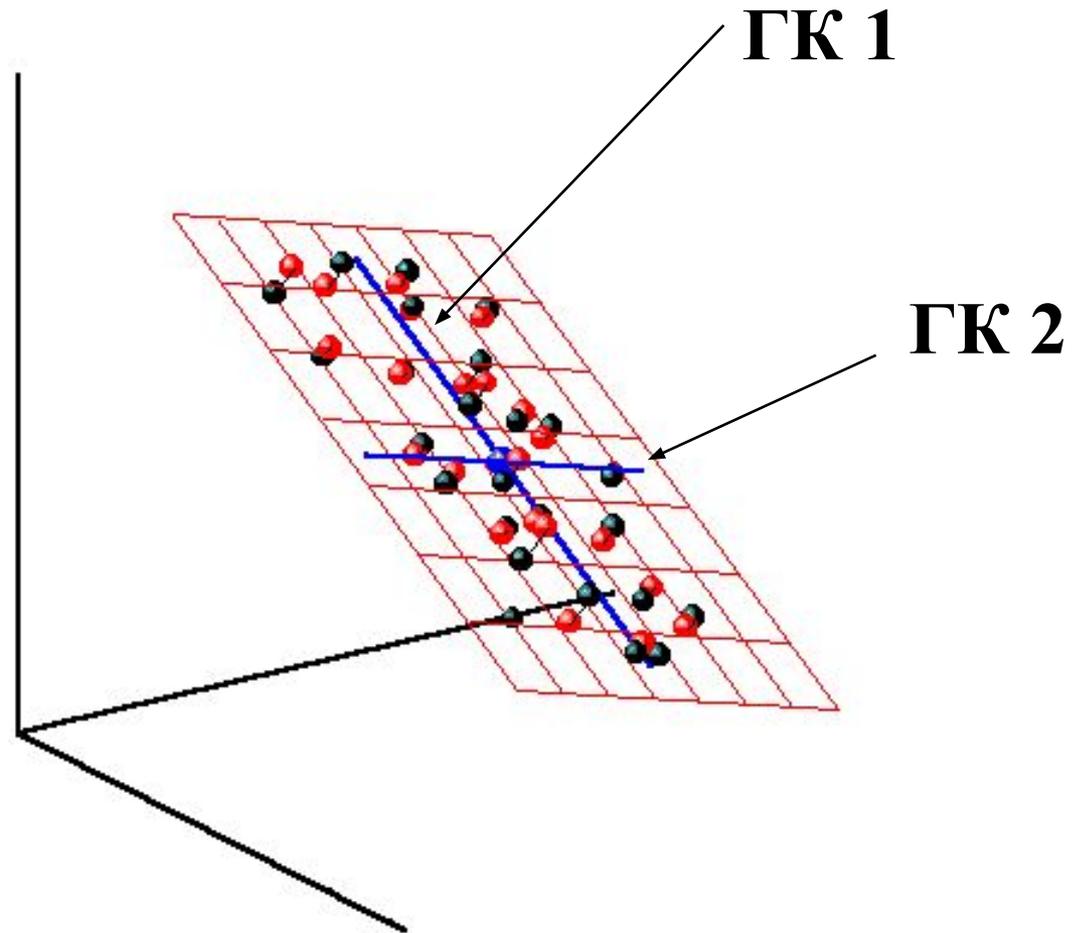


Данные со скрытой структурой

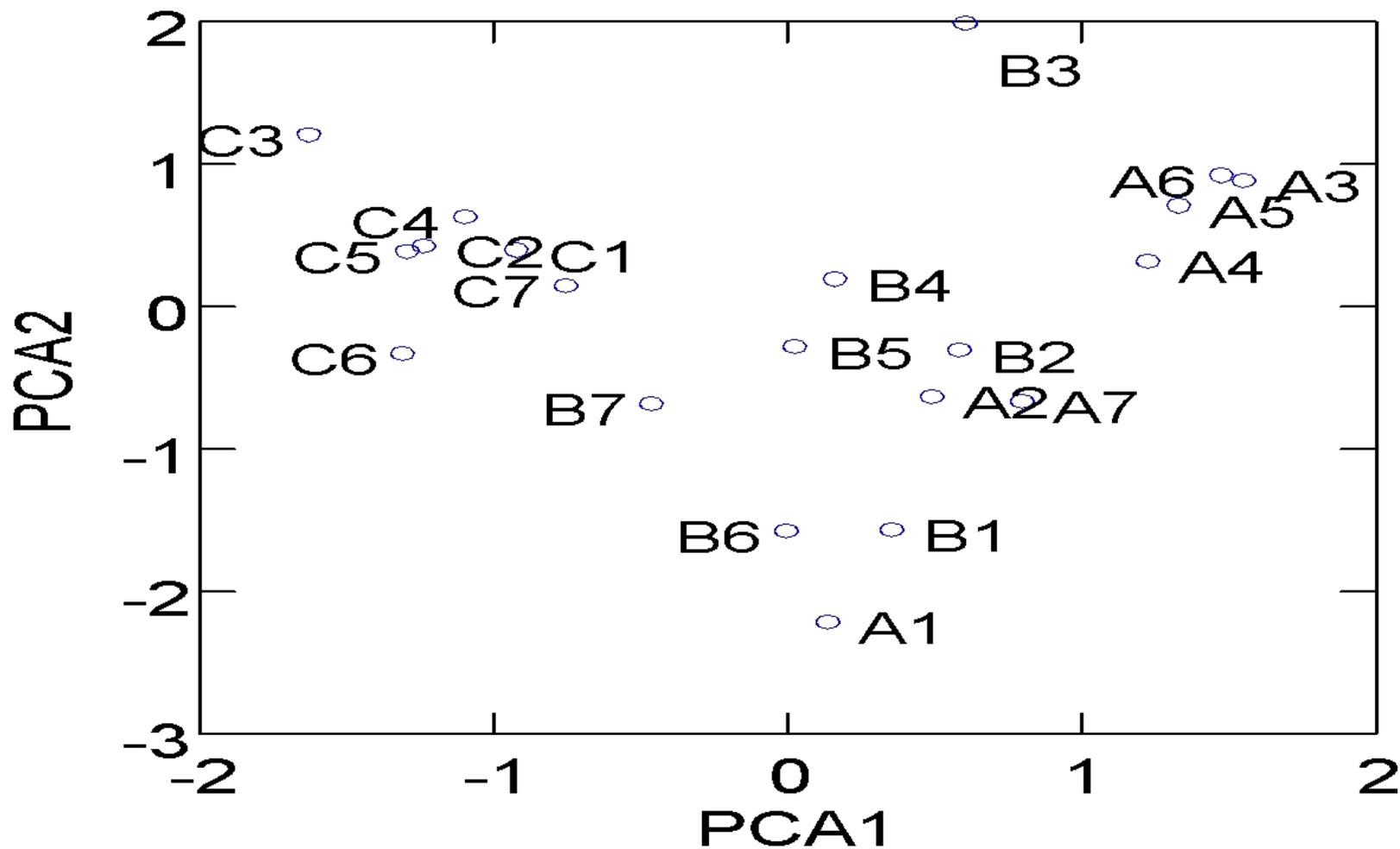


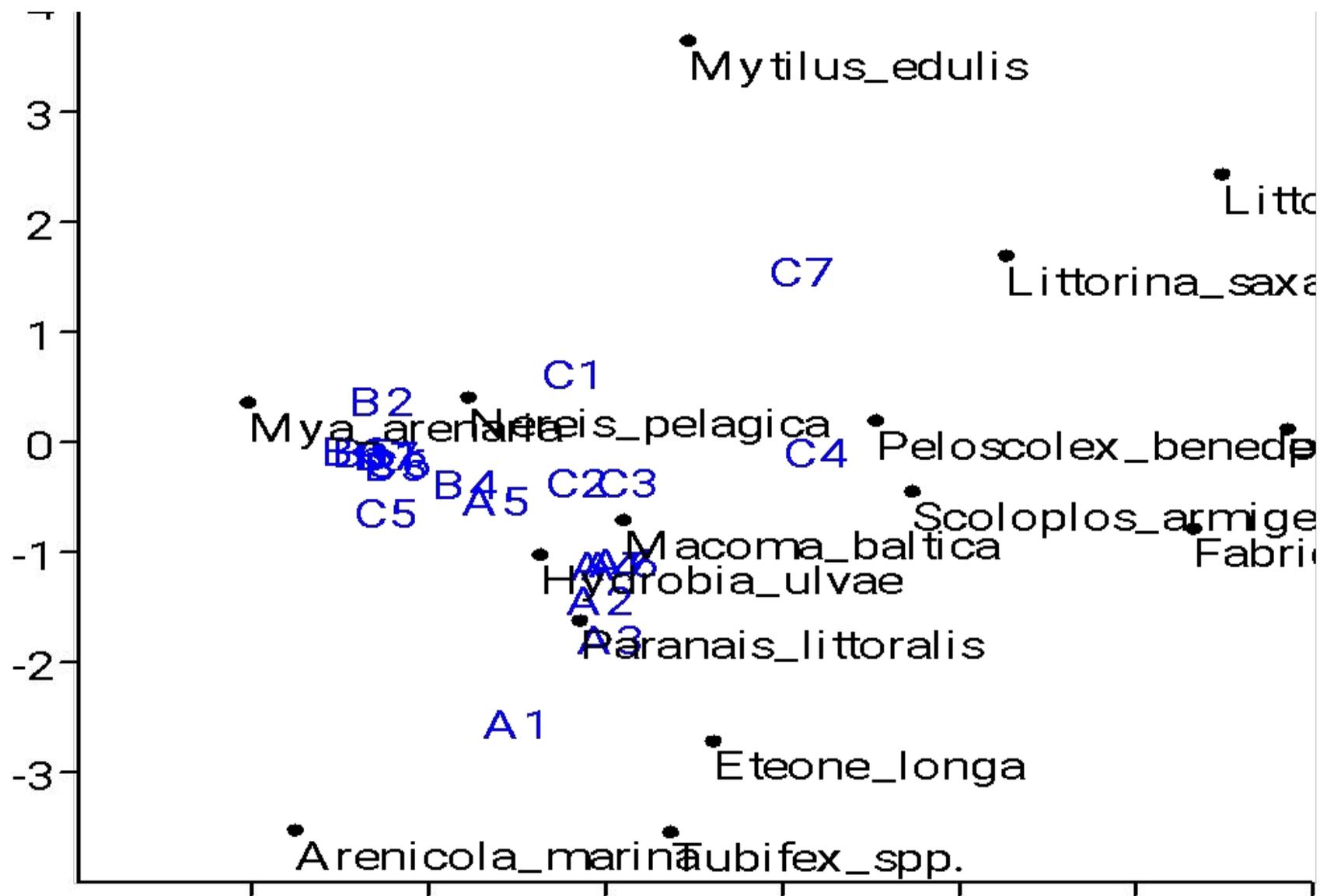
МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS)

ВТОРАЯ ОСЬ -
НАПРАВЛЕНИЕ
НАИБОЛЬШЕГО
РАЗБРОСА ТОЧЕК,
ПЕРПЕНДИКУЛЯР-
НОЕ ПЕРВОЙ



ПРИМЕР: ОРДИНАЦИЯ СТАНЦИЙ ПО ФАКТОРАМ СРЕДЫ





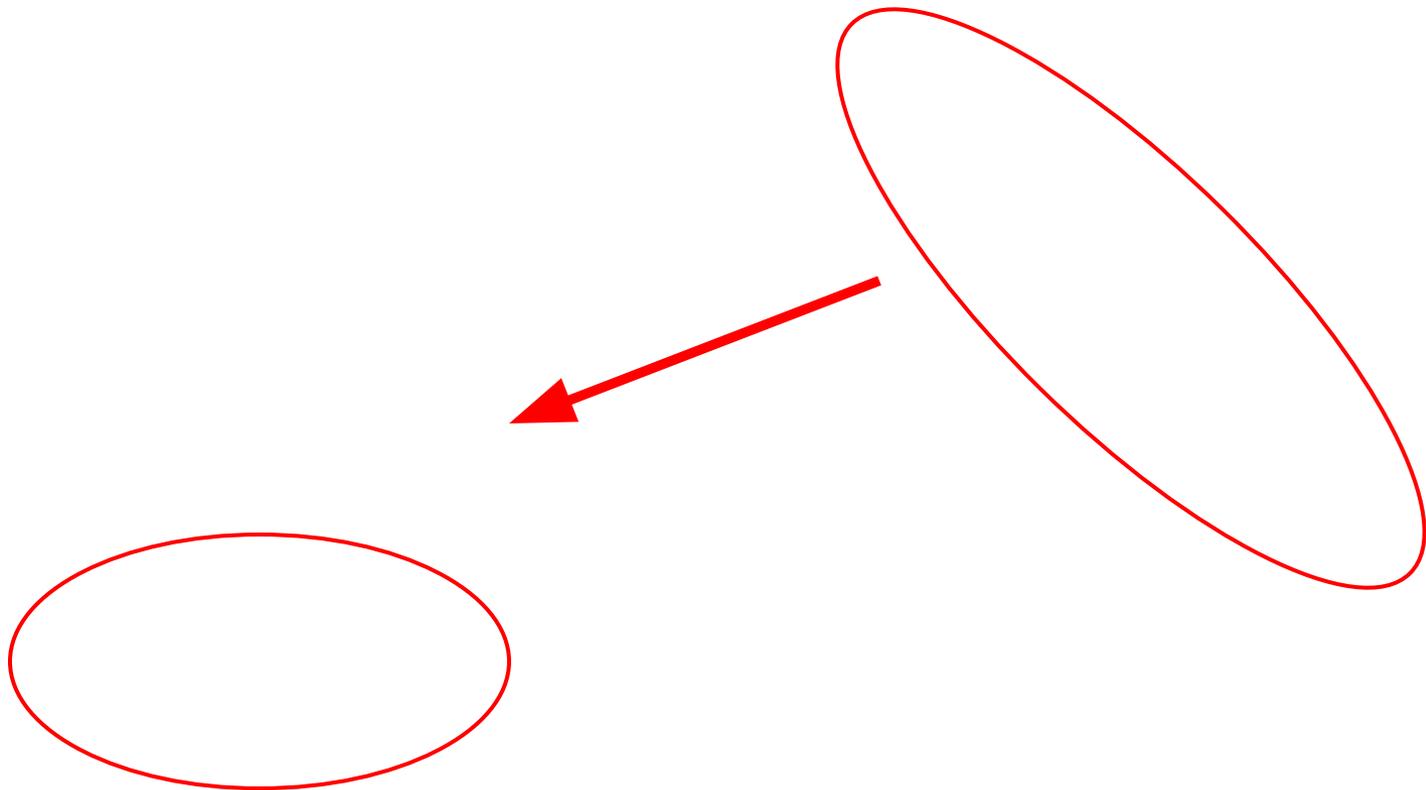
МНОГОМЕРНОЕ ШКАЛИРОВАНИЕ (MULTIDIMENSIONAL SCALING)

ЗАДАЧИ:

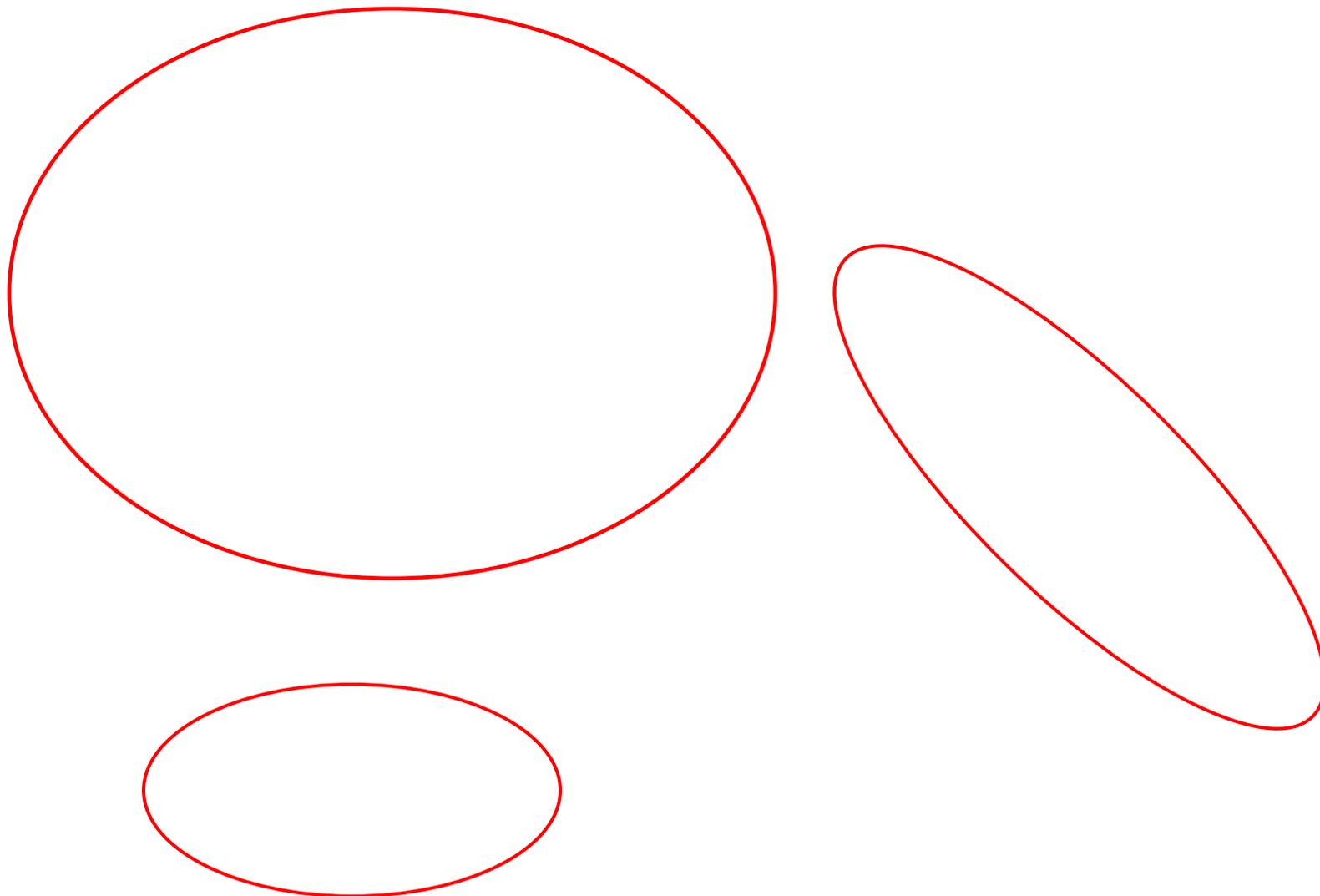
- ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ О СХОДСТВЕ
- УМЕНЬШЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ

РАСПОЛАГАЕТ ОБЪЕКТЫ ТАК, ЧТОБЫ
РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ НИМИ
СООТВЕТСТВОВАЛИ ВЕЛИЧИНАМ
НЕСХОДСТВА

ПРИМЕР МНОГОМЕРНОГО ШКАЛИРОВАНИЯ: ОРДИНАЦИЯ СТАНЦИЙ ПО ОБИЛИЮ ВИДОВ

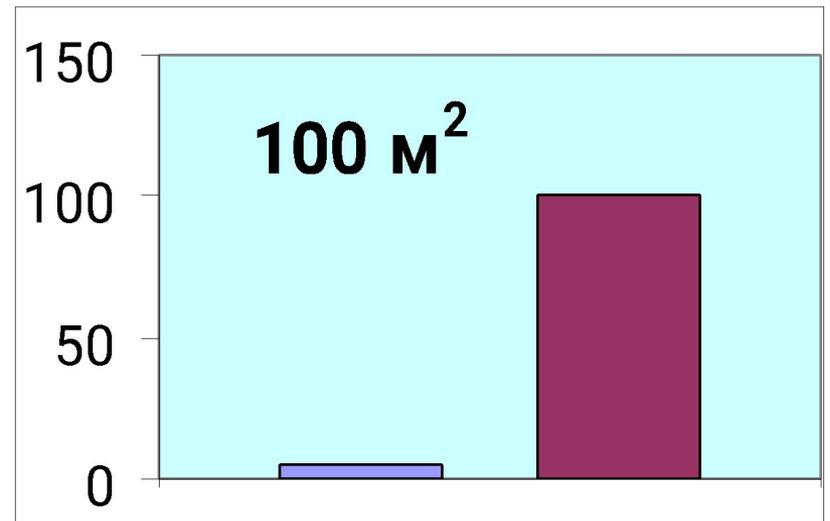
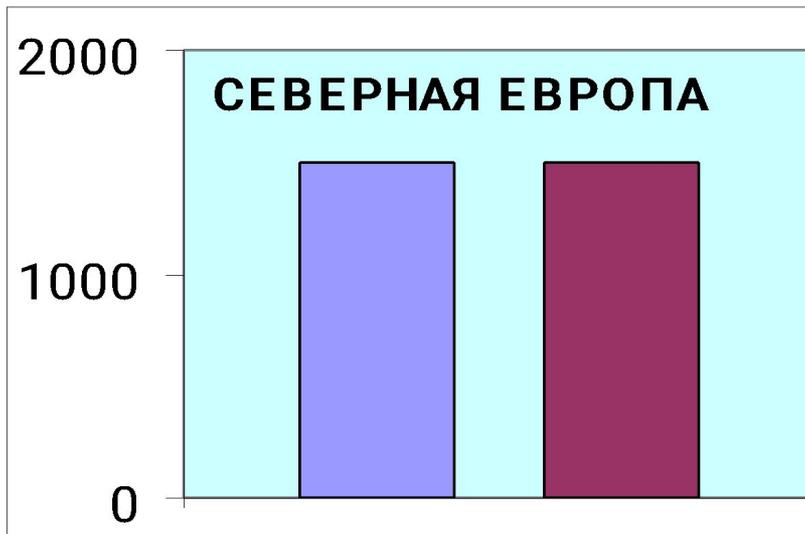
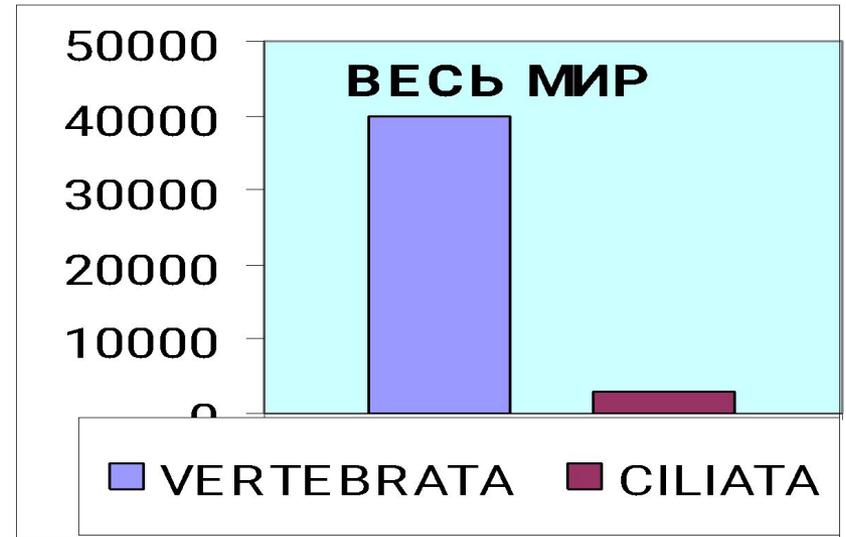


ОРДИНАЦИЯ СТАНЦИЙ ПО ОБИЛИЮ ВИДОВ (МНОГОМЕРНОЕ ШКАЛИРОВАНИЕ)

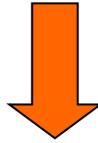


ВИДОВОЕ БОГАТСТВО: КАК ЕГО ОЦЕНИТЬ?

- КАКАЯ ГРУППА БОГАЧЕ ВИДАМИ: ИНФУЗОРИИ ИЛИ ПОЗВОНОЧНЫЕ?



ВИДОВОЕ БОГАТСТВО ЗАВИСИТ ОТ МАСШТАБА



ЕГО НУЖНО НОРМИРОВАТЬ. КАК?

- НА ПЛОЩАДЬ (НА m^2 ? НА ГЕКТАР?)
- НА РАЗМЕР ОСОБИ?
- НА ЧИСЛО ОСОБЕЙ?

НАКОПЛЕНИЕ ВИДОВ («КРИВАЯ СБОРЩИКА»)

Число
ВИДОВ
 S

ВИДОВОЕ БОГАТСТВО

$$d_{MENH} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

$$d_{MARG} = \frac{S-1}{\log N}$$

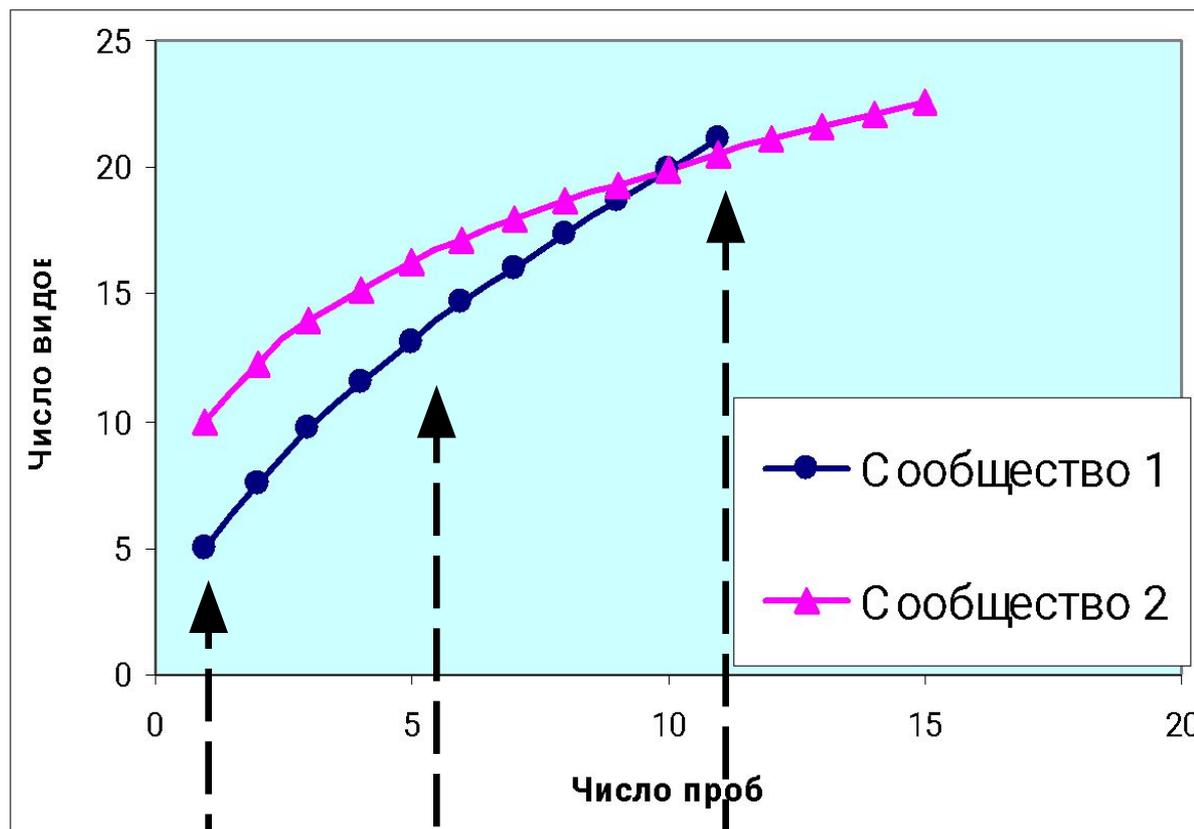
$$d = \frac{\log S}{\log N}$$

ЧИСЛО ВИДОВ:

- на пробу: S_{sample}
- на n особей: $ES(n)$

Объем выборки, N
(пробы или особи)

СРАВНЕНИЕ КРИВЫХ НАКОПЛЕНИЯ ВИДОВ



РАСЧЕТ ПО
СТЕПЕННОЙ
АППРОКСИМАЦИИ:

$$S = a N^b$$

$$\log S = \log a + b \log N$$

$$a = \alpha;$$

$$b = \beta \text{ (угол наклона)}$$

$$\alpha_2 > \alpha_1$$

$$\beta_1 > \beta_2$$

$\gamma_1 = \gamma_2$ (при
сопоставимых объемах
выборки)

ОЦЕНКИ «ПОЛНОГО» ЧИСЛА ВИДОВ ПО ВЫБОРКЕ

Пусть взято N проб, вид найден в n проб.

Встречаемость такого вида

(вероятность найти его в пробе): n/N

Вероятность НЕ найти его в пробе: $1-n/N$

Вероятность пропустить такой вид (не найти ни в одной из проб): $(1-n/N)^N$

Метод Chao (оценка полного числа видов с учетом «пропущенных»):

$$S_{\text{ПОЛН}} = S + \frac{S_1(S_1 - 1)}{2(S_2 + 1)}$$