Кафедра Маркетинга
и менеджмента (ММ)

СТАТИСТИКА I
(теория статистики)

Часть 3. Обработка данных статистических наблюдений

Обработка данных статистических наблюдений

Обработка данных статистических наблюдений включает:

1. Статистическую сводку;
2. Группировку;
3. Ряды распределения;
4. Кластерный анализ.

3.1 Статистическая сводка

Исходные данные:

Кол-во выпущенных выпускников вуза за 5-ть последних лет, тыс. чел.
1
8
3
5
2

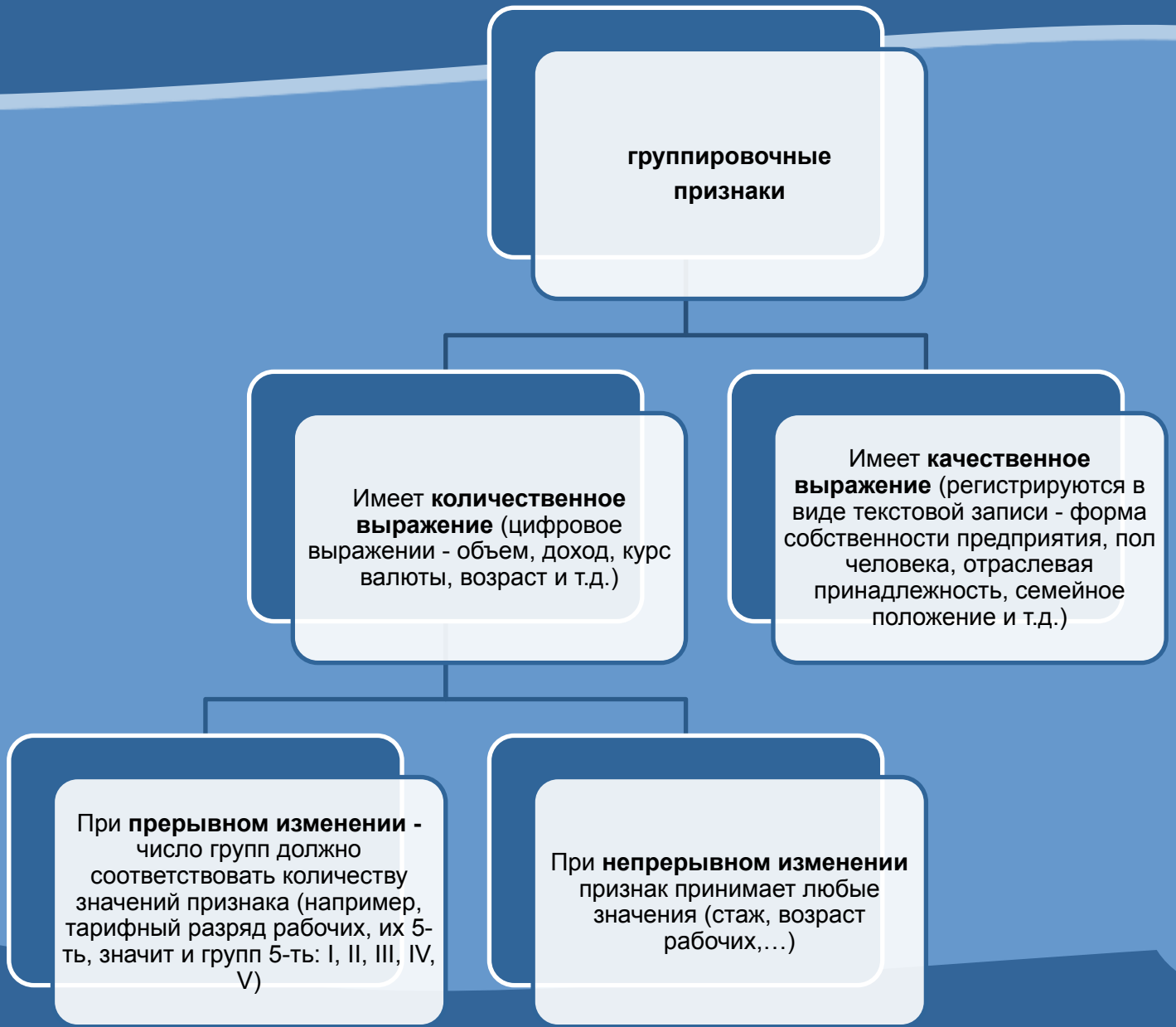
Простая статистическая сводка:

Кол-во выпущенных выпускников вуза за 5-ть последних лет, тыс. чел.
1
2
3
5
8
∑19

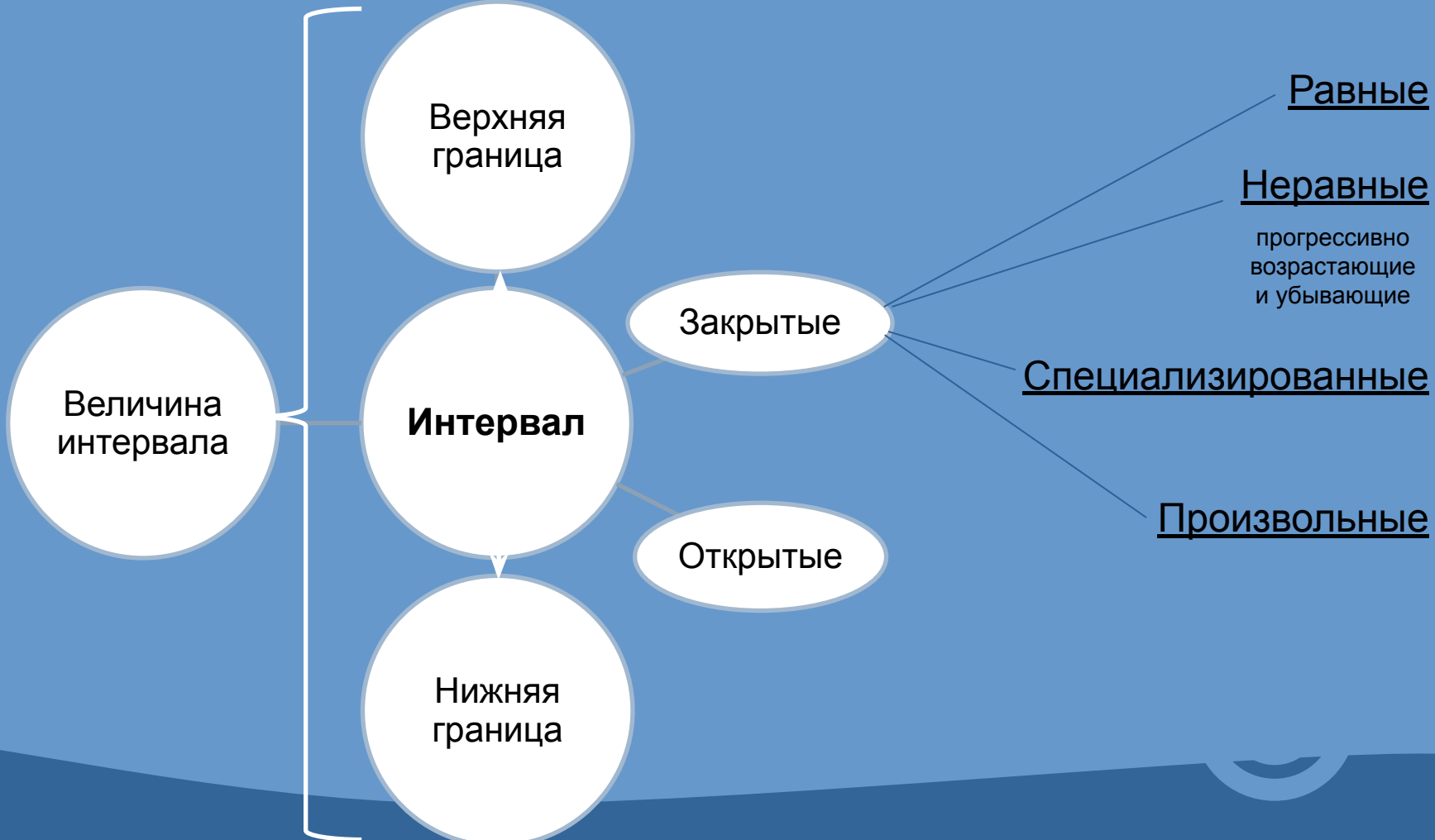
Сложная статистическая сводка:

Кол-во выпущенных выпускников вуза за 5-ть последних лет, тыс. чел.	
	
0,8	0,2
1	1
1	2
2,5	2,5
3,2	4,8
∑8,5	**∑10,5**
∑19	

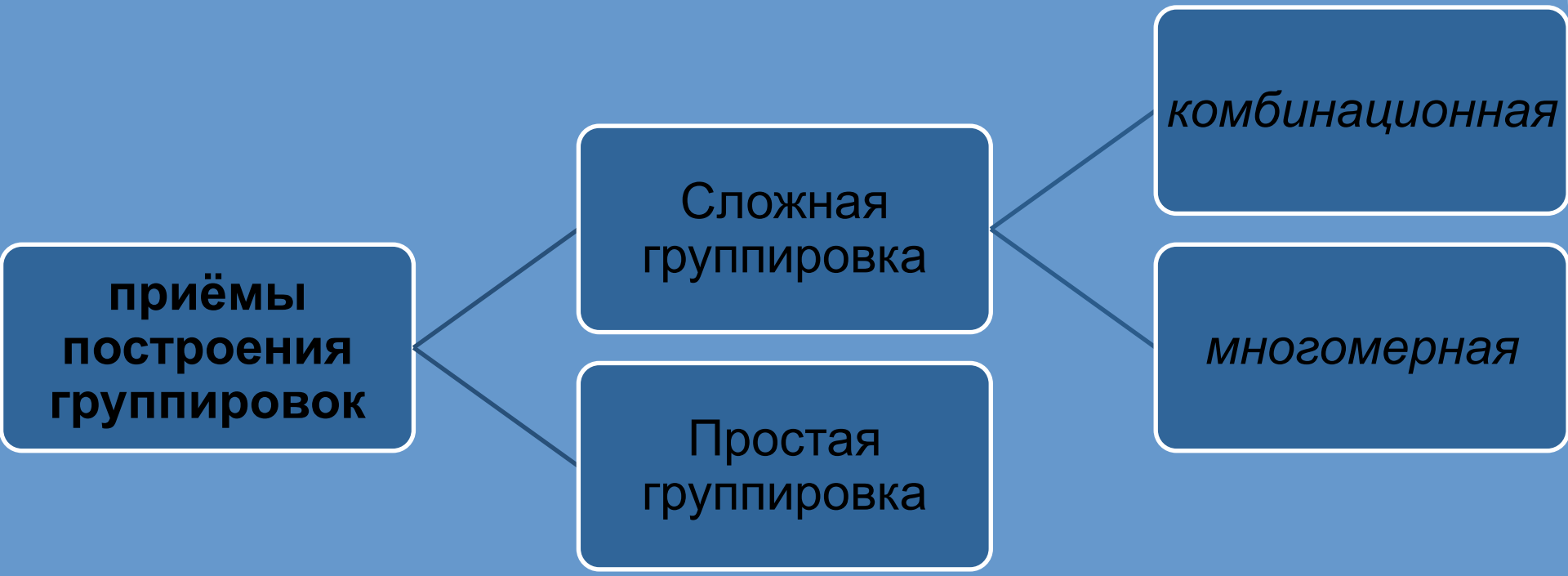
3.2 Группировка



3.2 Группировка



3.2 Группировка



3.2 Группировка

Метод группировки позволяет решить **три задачи** *(разграничение условное, одна группировка может решить все задачи)*:

1. Разделение всей совокупности на качественно однородные группы – **типологические группировки**;
2. Характеристика структуры явления и структурных сдвигов – **структурные группировки;**
3. Изучение взаимосвязей между отдельными признаками изучаемого явления – **аналитические группировки.**

Таблица 1. Типологическая группировка

Группировка полиграфических предприятий одного из городов по формам собственности

Тип собственности	Число предприятий	
	абсолютное	в процентах к итогу
Федеральная	3	20
Акционерная	7	46,7
Частная	5	33,3
Итого	15	100,0

Таблица 2. Структурная группировка

Группировка населения России по размеру среднедушевого дохода (условные цифры)

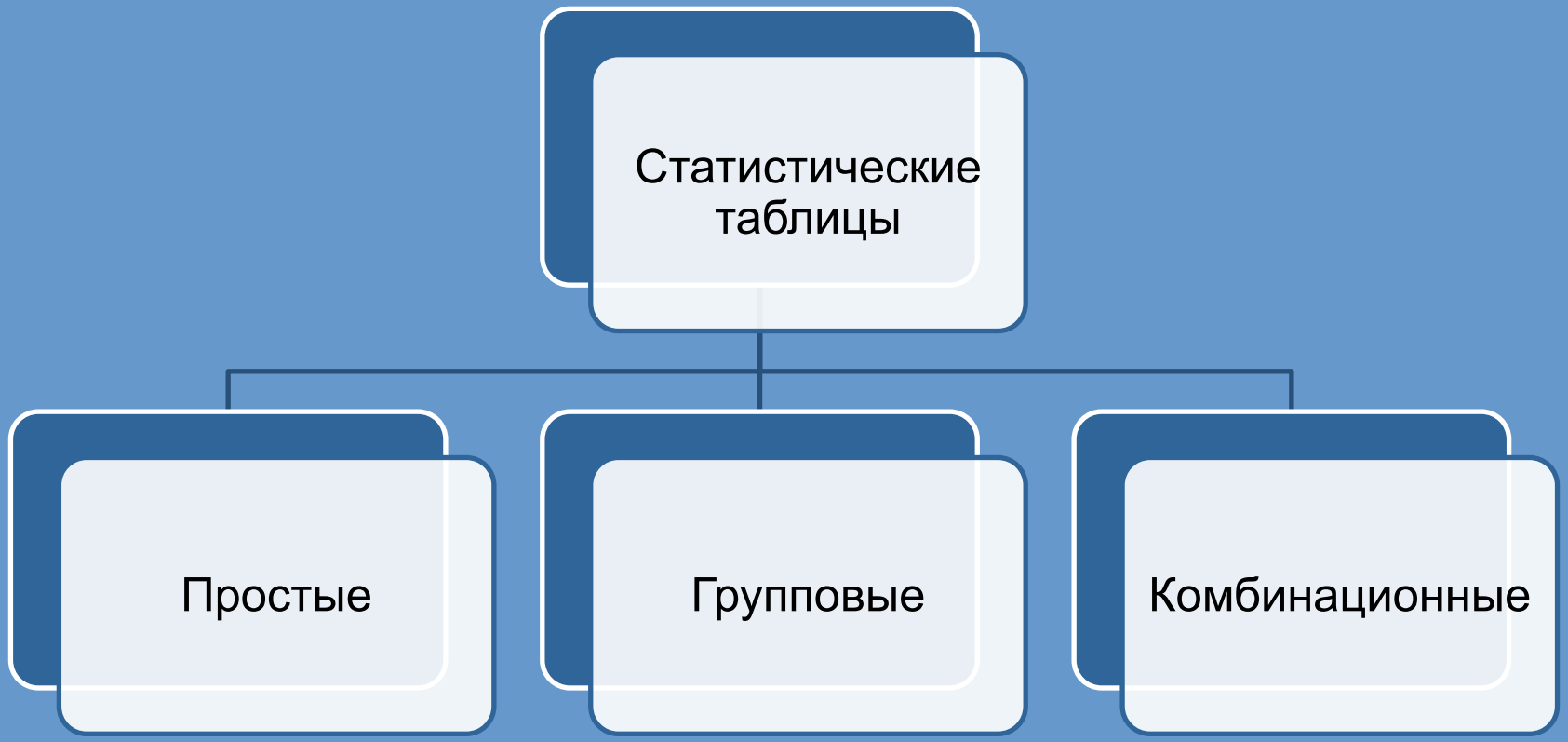
Среднедушевой денежный доход, тыс. руб. в месяц	Численность населения	
	всего, млн. человек	в % к итогу
До 1000	3,4	2,3
1000–1500	22,4	15,2
1500–1700	34,5	23,3
1700–2000	28,7	19,4
2000–3000	21,6	14,6
3000–3500	12,6	8,3
3500–5000	9,8	6,6
5000 и более	15,4	10,3

Таблица 3. Аналитическая группировка

Группировка продолжительности договорных связей книжного магазина и качества продукции

Продолжительность договорных связей магазина с поставщиками, лет	Число поставщиков		Доля качественной стандартной книжной продукции, %
	абсолютное	в % к итогу	
До 2	3	14	65
3–5	8	38	69
5–8	6	29	74
Свыше 8	4	19	91
Итого	21	100	74,8

3.2 Группировка



Методы определения числа групп, интервалов группировок

- После определения основания группировки следует решить вопрос о количестве групп, на которые надо разбить исследуемую совокупность. Число групп зависит от задач исследования, численности совокупности, степени вариации признака.
- После определения числа групп следует определить интервалы группировки. Интервал – это значения варьирующего признака, лежащие в определённых границах. Нижней границей интервала называется наименьшее значение признака в интервале, а верхней границей – наибольшее значение признака в нём. Величина (ширина) интервала представляет собой разность между верхней и нижней границами интервала.

Таблица 4. Простая статистическая таблица

Данные по з/п водителей за сентябрь

Табельный номер водителя	Категория водителя	Процент выполнения сменных заданий	З/п за месяц, руб.
1	I	110,2	4100,3
2	II	102,0	3600,8
3	II	111,0	3970,7
4	I	107,9	4050,2
5	II	106,4	3740,5
6	I	109,0	3985,4
7	I	115,0	4300,8
8	II	112,2	4015,7
9	I	105,0	3790,2
10	II	107,4	3700,7
11	I	112,5	4280,2
12	I	108,6	4170,1

Таблица 5. Групповая статистическая таблица

Данные по з/п водителей за сентябрь в зависимости от категории и процента выполнения задания

Группы водителей по уровню квалификации	II категория		I категория	
Подгруппы водителей по проценту выполнения сменного задания	100-110	110 и выше	100-110	110 и выше
Табельный номер водителя	2; 5; 10	3; 8	4; 6; 9; 12	1; 7; 11
З/п за месяц, руб.	3600,8 3740,5 3700,7	3970,7 4015,7	4050,2 3985,4 3790,2 4170,1	4100,3 4300,8 4280,2

Таблица 6. Комбинационная статистическая таблица

Зависимость з\п водителей от квалификации и процента выполнения задания

Группы водителей по уровню квалификации	Подгруппы водителей по проценту выполнения сменного задания	Число водителей	Общая сумма з/п, руб.	Средняя з/п одного водителя, руб.	Изменение средней з/ппо сравнению с низшей подгруппой, %
II категория	100-110 110 и выше	3 2	11042,0 7986,4	3680,7 3993,2	100,0 108,5
Итого по группе		5	19028,4	3805,7	-
I категория	100-110 110 и выше	4 3	15995,9 12681,3	3999,0 4227,1	108,6 114,8
Итого по группе		7	28677,2	4096,7	-
Всего		12	47705,6	3975,5	-

При составлении таблиц необходимо соблюдать общие правила:

- таблица должна быть легко обозримой;
- общий заголовок должен кратко выражать основное содержание;
- наличие строк «общих итогов»;
- наличие нумерации строк, которые заполняются данными;
- соблюдение правила округления чисел.

3.3 Ряды распределения

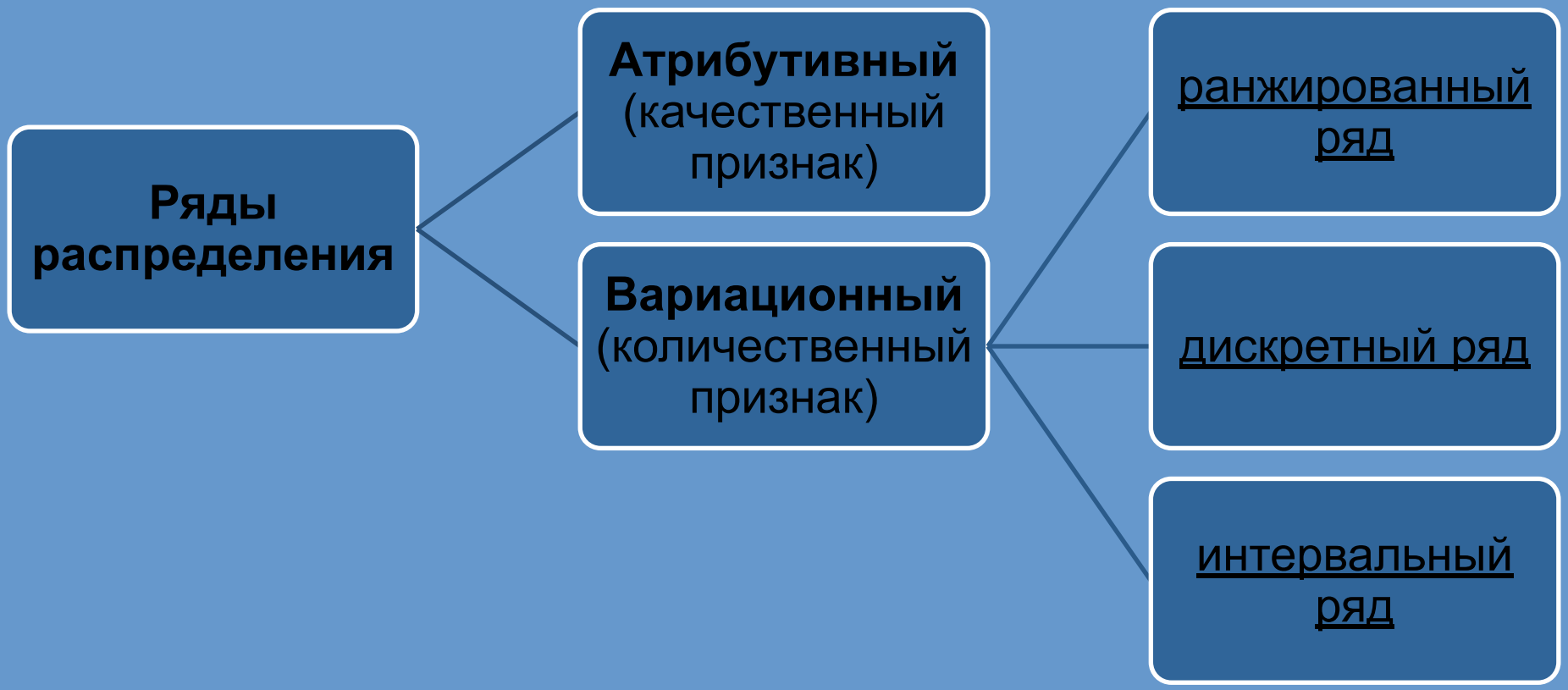


Таблица 7. Атрибутивный ряд распределения

Распределение строительных организаций РФ по формам собственности

Форма собственности	Число организаций, ед.	Удельный вес в общей численности организаций, %
Государственная	3363	2,45
Муниципальная	897	0,67
Смешанная	9879	7,34
Частная	120585	89,54
Итого	134664	100

Таблица 8. Дискретный вариационный ряд

Распределение рабочих предприятия по тарифному разряду

Тарифный разряд	Число рабочих, чел.	Удельный вес рабочих, % к итогу
1	2	3,3
2	5	8,3
3	12	20,0
4	20	33,3
5	14	23,4
6	7	11,7
Итого	60	100,0

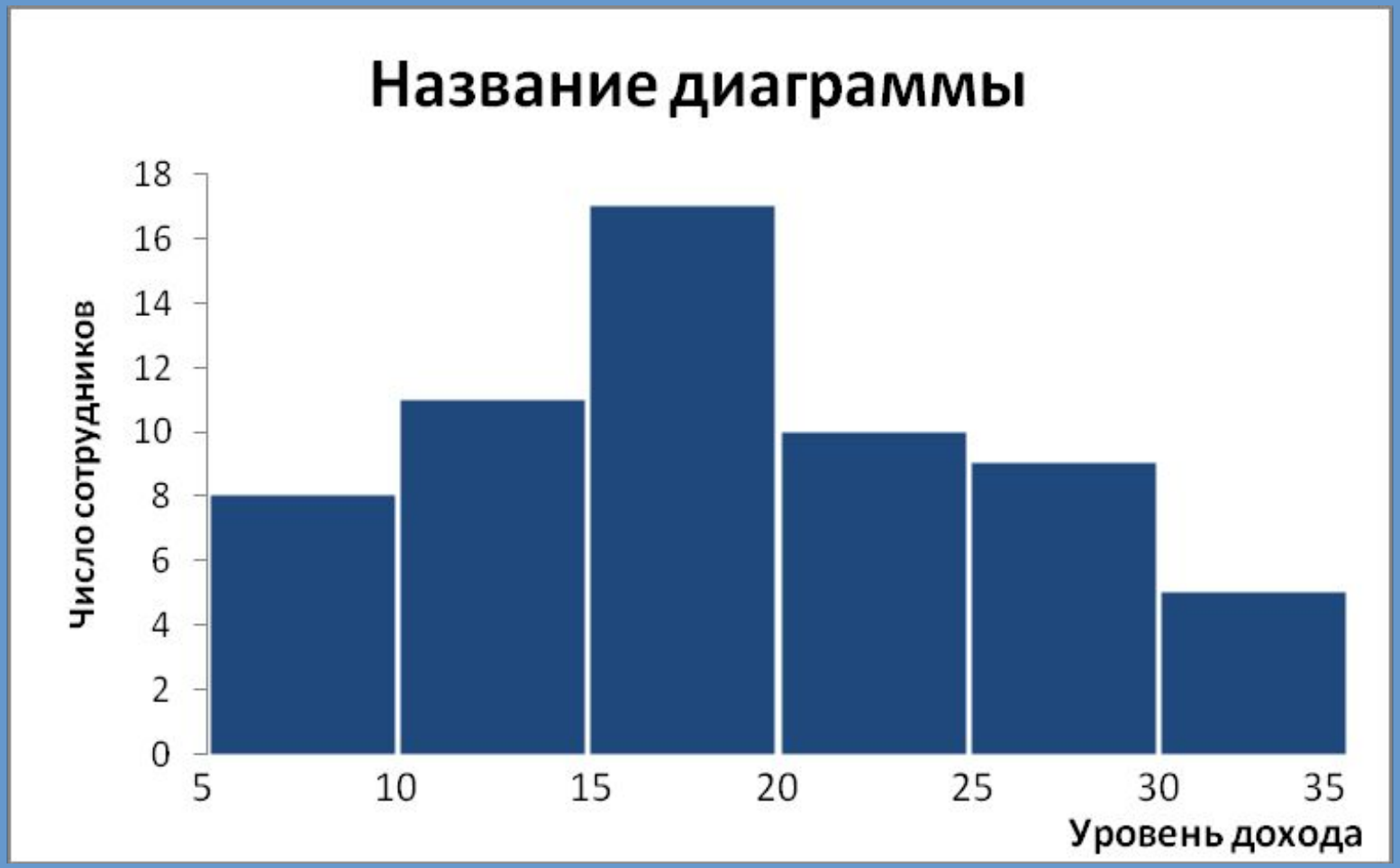
Таблица 9. Интервальный вариационный ряд

Распределение сотрудников по уровню доходов

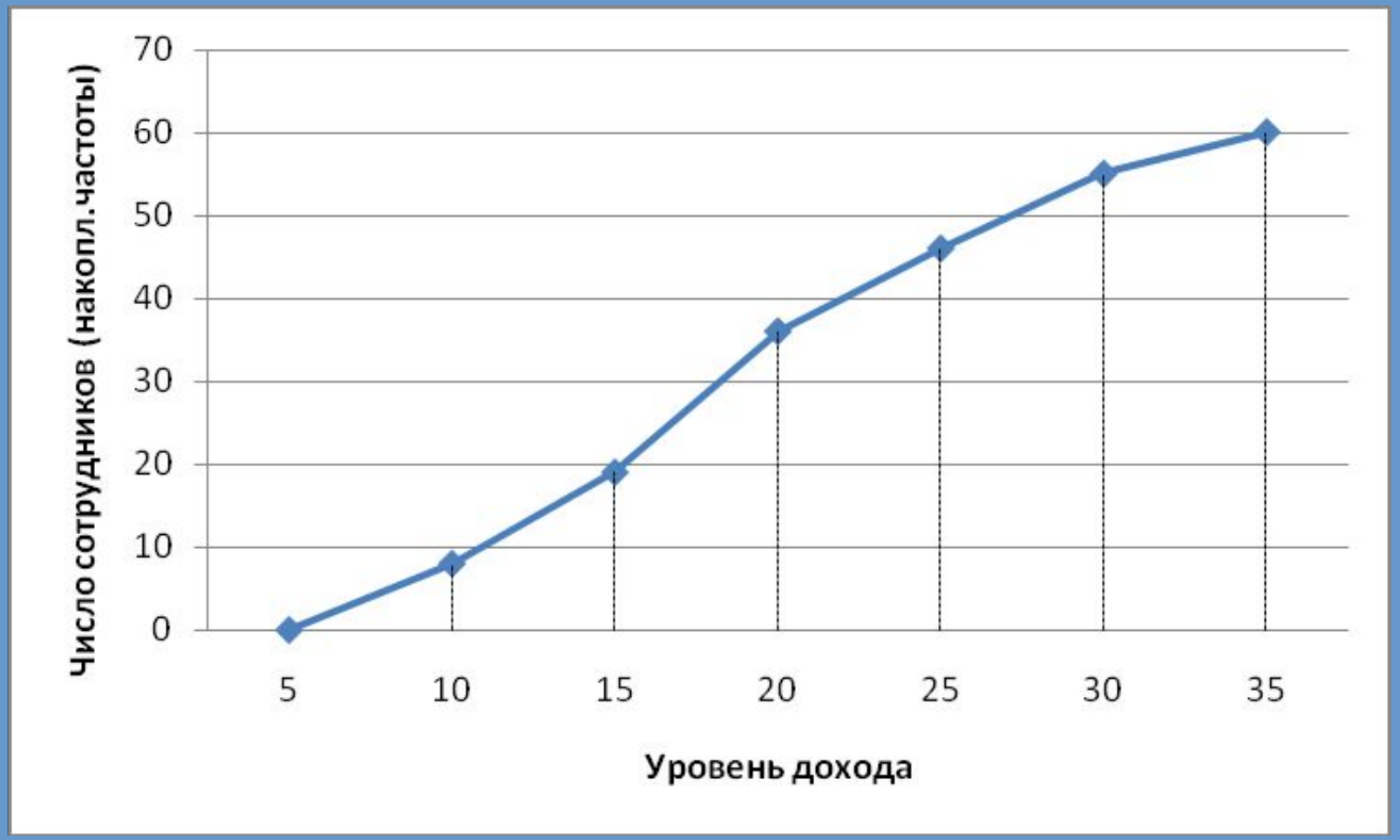
Группы сотрудников по уровню дохода, тыс.руб.	Число сотрудников	Удельный вес сотрудников, % к итогу
до 10	8	13,3
10-15	11	18,3
15-20	17	28,3
20-25	10	16,7
25-30	9	15,0
30 и более	5	8,4
Итого	60	100,0

1.**ПОЛИГОН распределения** (разновидность статистических ломаных) – для изображения дискретных вариационных рядов (табл.8).

2. **ГИСТОГРАММА частот** – для изображения интервальных вариационных рядов (табл.9).

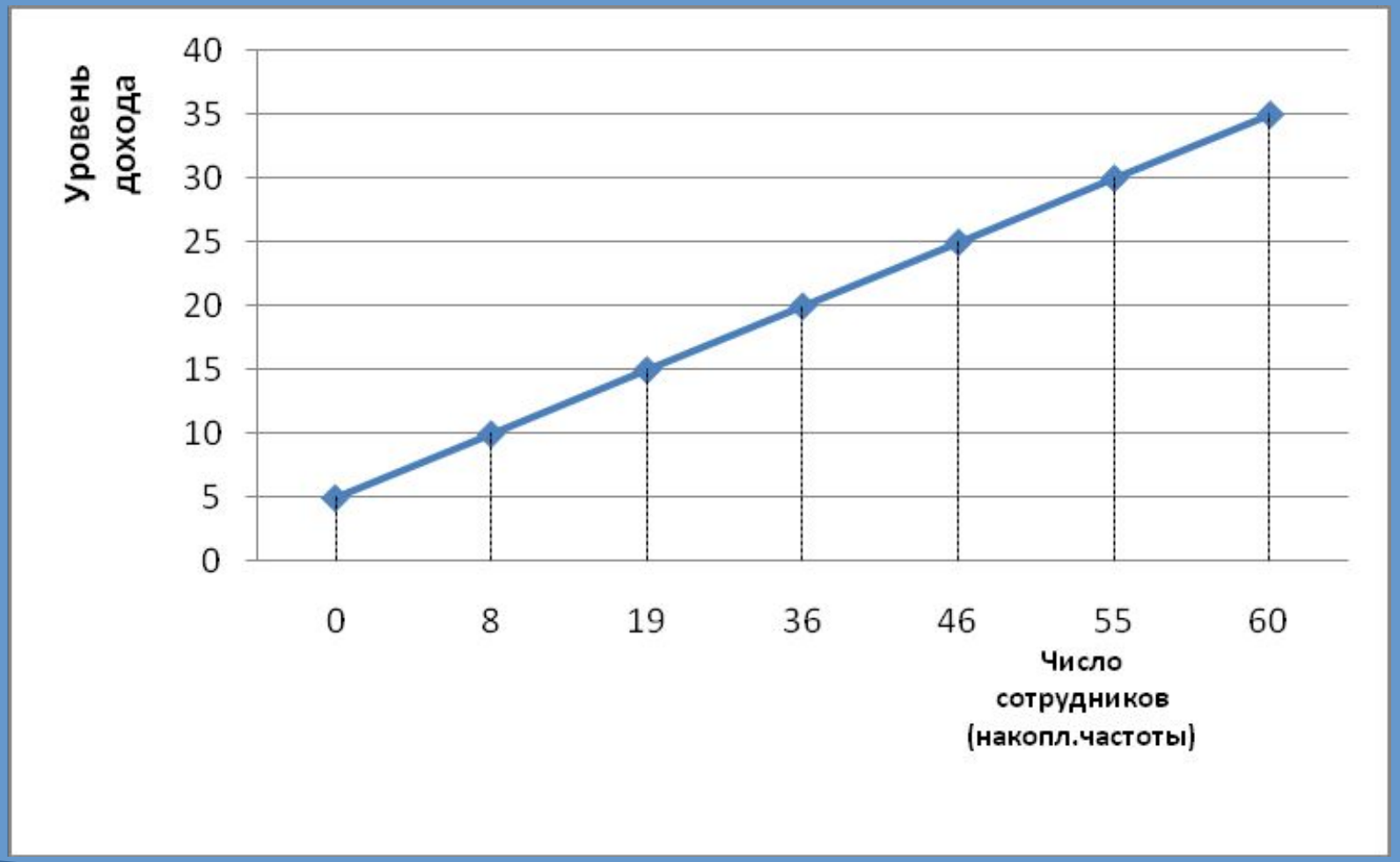


3. **КУМУЛЯТА (ОГИВА)** – для изображения вариационных рядов (табл.9). Разница только в расположении осей.



Число сотрудников	Накопленные частоты	Группы сотрудников по уровню дохода, тыс.руб.
8	8	5-10
11	8+11=19	10-15
17	19+17=36	15-20
10	36+10=46	20-25
9	46+9=55	25-30
5	55+5=60	30-35

ОГИВА

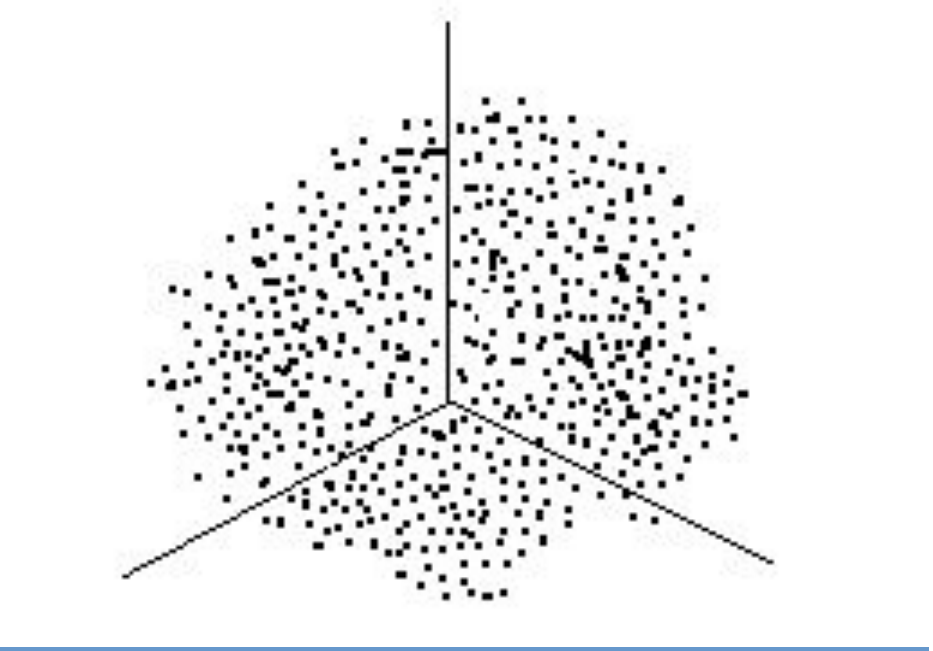

Уровень дохода
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
8
19
36
46
55
60
Число сотрудников (накопл.частоты)

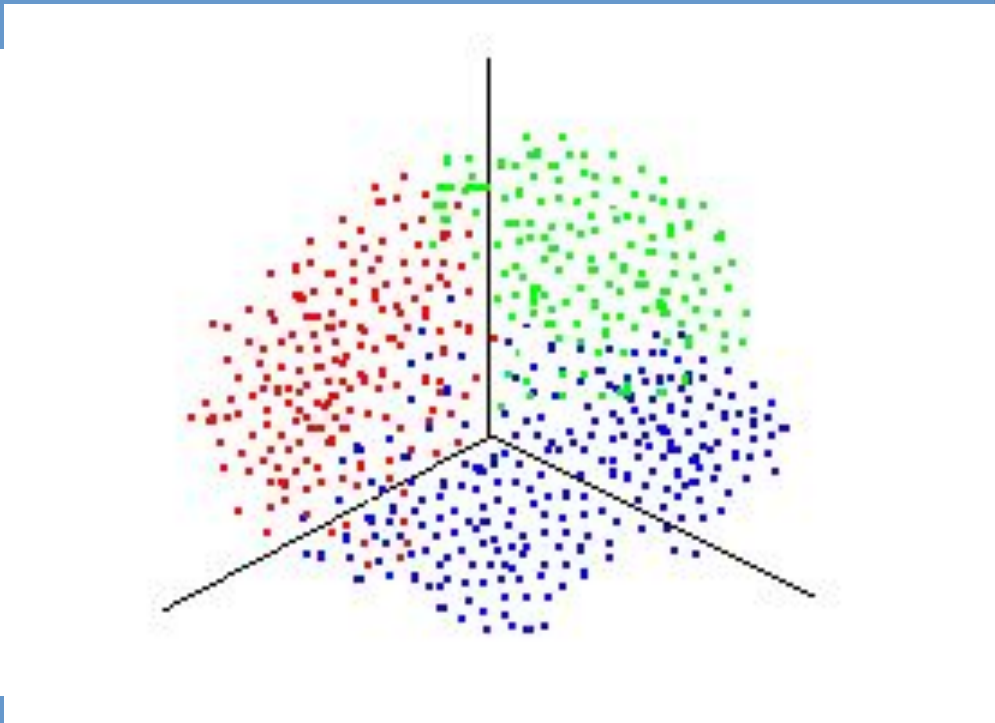
3.4 Кластерный анализ

cluster – означает скопление, группу элементов, обладающих общими свойствами.

Кластерный анализ — это совокупность методов, позволяющих классифицировать многомерные наблюдения, каждое из которых описывается набором исходных переменных X_1, X_2, ..., X_m. Целью кластерного анализа является образование групп схожих между собой объектов. В отличие от комбинационных группировок кластерный анализ приводит к разбиению на группы с учетом всех групировочных признаков одновременно.

Кластеризация – это процесс разбиения множества объектов на кластеры. Слева изображены объекты до кластеризации, а справа – после. Каждый кластер имеет свой цвет.

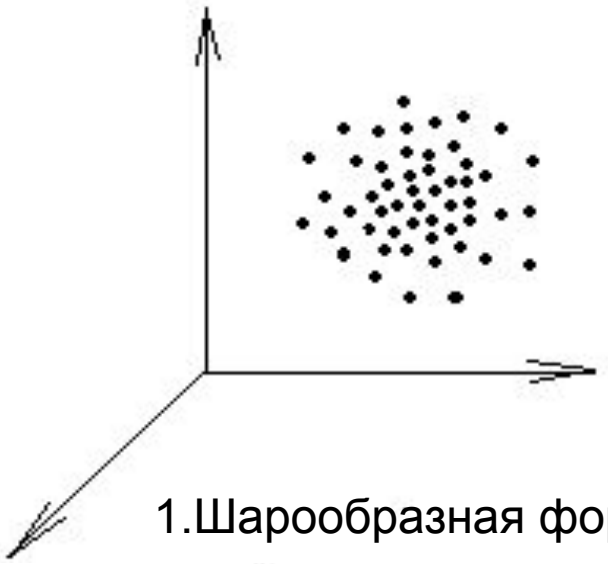




Критерий кластеризации в той или иной мере отражает следующие неформальные требования:

- внутри групп объекты должны быть похожи близки друг к другу;
- объекты разных групп должны быть далеки друг от друга;
- при прочих равных условиях распределения объектов по группам должны быть равномерными.

Кластер – это множество объектов, близких между собой по некоторой мере сходства. В пространстве переменных кластеры представляют собой скопления точек (объектов) различной формы.

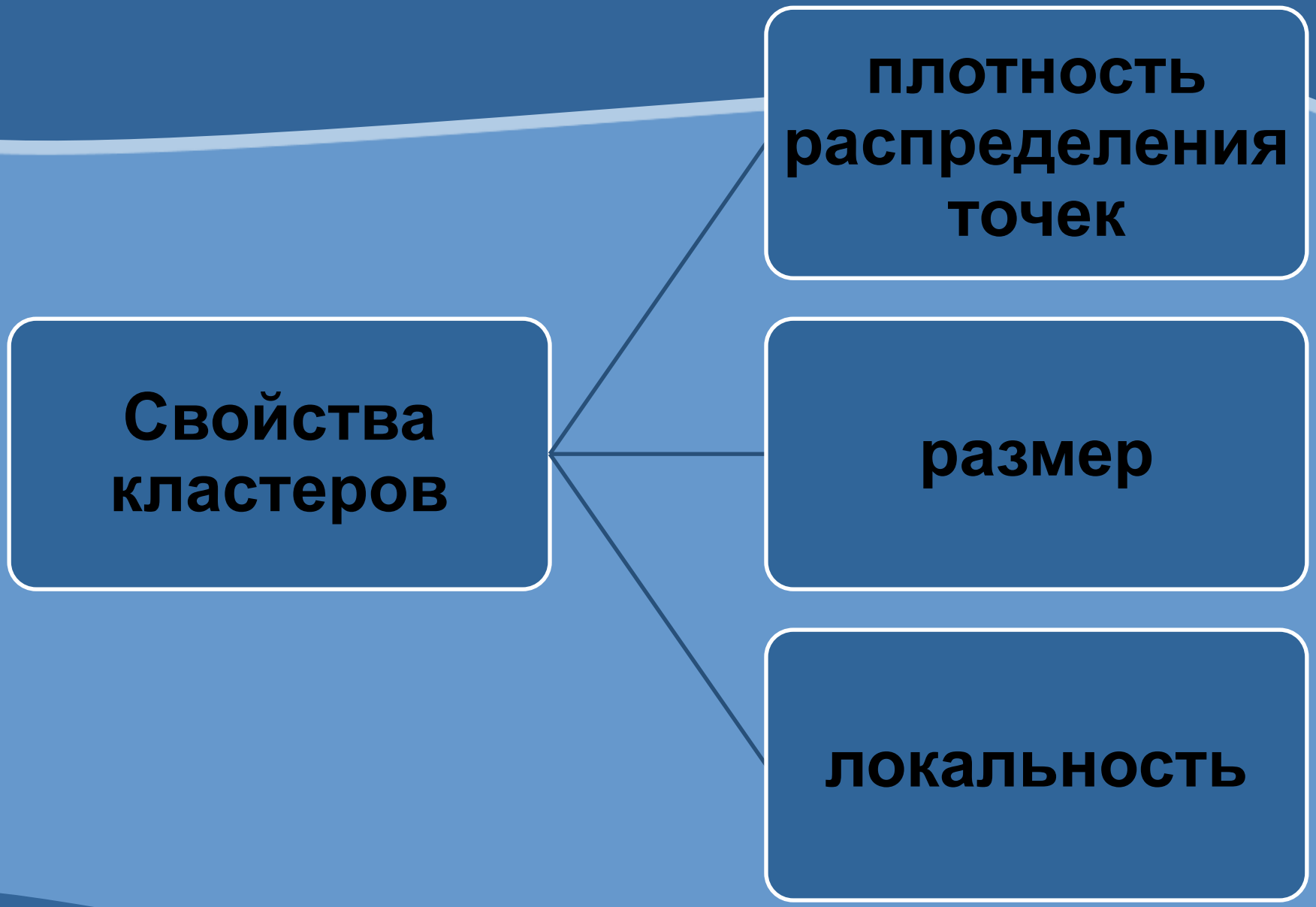


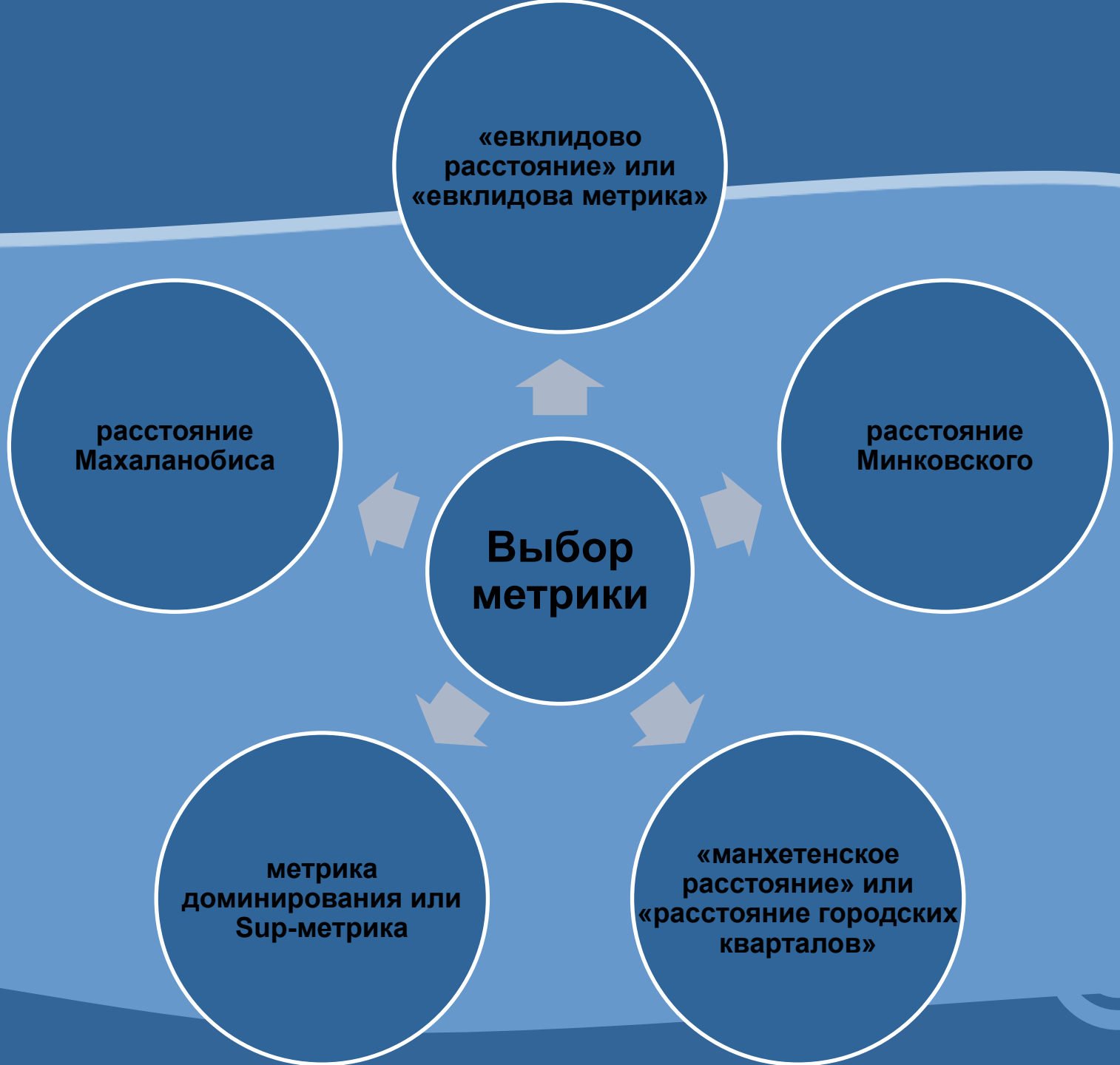
1.Шарообразная форма

2.Эллипсоидная форма

3.Бананообразная форма

4.Конусообразная форма


Свойства кластеров
плотность распределения точек
размер
локальность


«евклидово расстояние» или «евклидова метрика»
расстояние Минковского
«манхетенское расстояние» или «расстояние городских кварталов»
метрика доминирования или Sup-метрика
расстояние Махаланобиса
Выбор метрики

Наиболее доступно для восприятия и понимания в случае количественных признаков так называемое **«евклидово расстояние» или «евклидова метрика»**.

$$d_{ij} = \left(\sum_{k=1}^{m} (X_{ik} - X_{jk})^2\right)^{1/2}$$

d_{ij} - расстояние между объектами
X_{ik} - численное значение i-ой переменной для k-того объекта
X_{jk} - численное значение j-ой переменной для k-того объекта
m – количество переменных, которыми описываются объекты

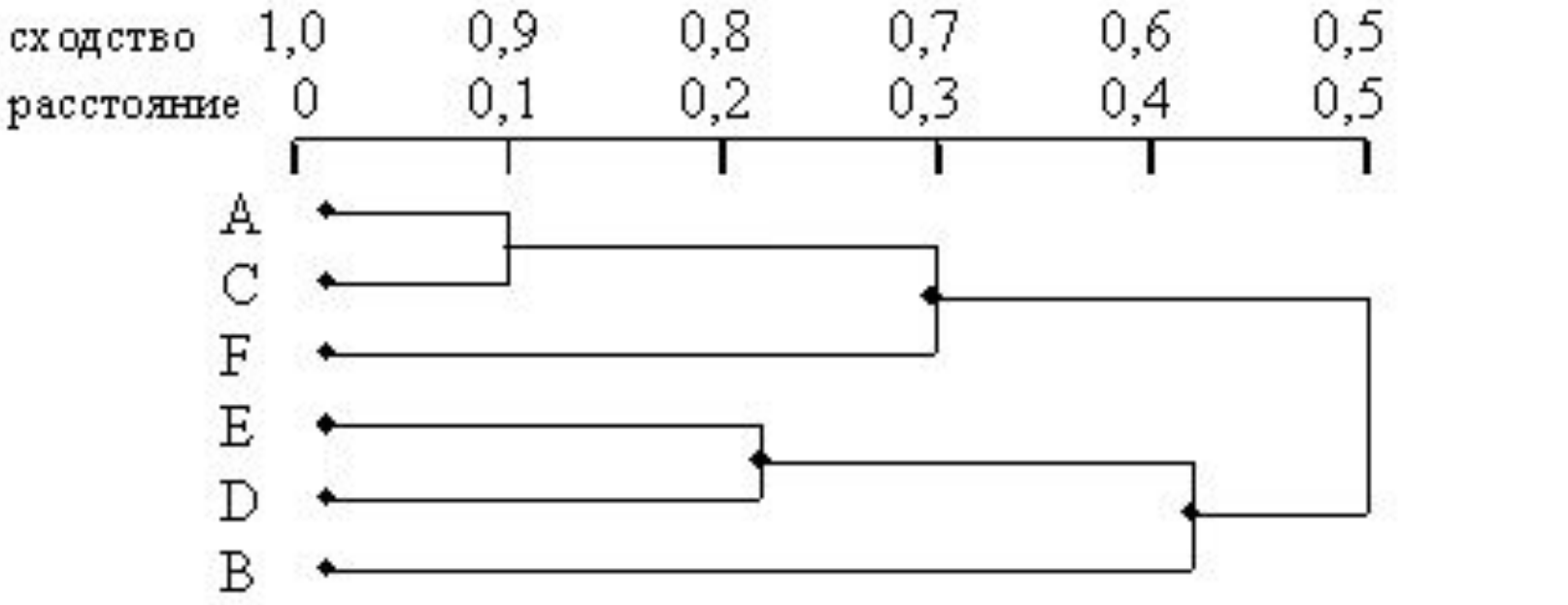
*Если имеется два количественных признака, то искомое расстояние будет равно длине гипотенузы прямоугольного треугольника, которая соединяет между собой две точки в прямоугольной системе координат.

правила объединения или связи

- Метод ближайшего соседа
- Метод дальнего соседа
- Невзвешенное попарное среднее
- Взвешенное попарное среднее
- Метод Варда
- Взвешенный центроидный метод (медиана)
- Невзвешенный центроидный метод

• В этом методе расстояние между двумя кластерами определяется расстоянием между двумя наиболее близкими объектами (ближайшими соседями) в различных кластерах. Это правило должно, в известном смысле, напоминать объекты вместе для формирования кластеров, и результирующие кластеры имеют тенденцию быть представленными

Дендрограмма – графическое изображение результатов процесса последовательной кластеризации, которая осуществляется в терминах матрицы расстояний. С помощью дендрограммы можно графически или геометрически изобразить процедуру кластеризации при условии, что эта процедура оперирует только с элементами матрицы расстояний или сходства.



На рисунке показан один из примеров **дендрограммы**. Он соответствует случаю шести объектов *(n=6)* и *k* характеристик (признаков).

Объекты *A* и *C* наиболее близки и поэтому объединяются в один кластер на уровне близости, равном 0,9. Объекты *D* и *E* объединяются при уровне 0,8.

Теперь имеем 4 кластера: *(A, C), (F), (D, E), (B)*.

Далее образуются кластеры *(A, C, F)* и *(E, D, B)*, соответствующие уровню близости, равному 0,7 и 0,6. Окончательно все объекты группируются в один кластер при уровне 0,5.

Пример для двух переменных и шести наблюдений.

N	X_1	X_2
1	2	8
2	4	10
3	5	7
4	12	6
5	14	6
6	15	4

Рассчитываем расстояния между объектами*:

$$d = [(2 – 4)^2 + (8 – 10)^2]^{1/2} = 8^{1/2} = 2,83$$
$$d = [(2 – 5)^2 + (8 – 7)^2]^{1/2} = 10^{1/2} = 3,16$$
$$d = [(2 – 12)^2 + (8 – 6)^2]^{1/2} = 104^{1/2} = 10,2$$
$$d = [(2 – 14)^2 + (8 – 6)^2]^{1/2} = 148^{1/2} = 12,16$$
$$d = [(2 – 15)^2 + (8 – 4)^2]^{1/2} = 185^{1/2} = 13,6$$
$$d = [(4 – 5)^2 + (10 – 7)^2]^{1/2} = 10^{1/2} = 3,16$$
$$d = [(4 – 12)^2 + (10 – 6)^2]^{1/2} = 80^{1/2} = 8,94$$
$$d = [(4 – 14)^2 + (10 – 6)^2]^{1/2} = 116^{1/2} = 10,77$$
$$d = [(4 – 15)^2 + (10 – 4)^2]^{1/2} = 157^{1/2} = 12,53$$
$$d = [(5 – 12)^2 + (7 – 6)^2]^{1/2} = 50^{1/2} = 7,07$$
$$d = [(5 – 14)^2 + (7 – 6)^2]^{1/2} = 82^{1/2} = 9,05$$
$$d = [(5 – 15)^2 + (7 – 4)^2]^{1/2} = 109^{1/2} = 10,44$$
$$d = [(12 – 14)^2 + (6 – 6)^2]^{1/2} = 4^{1/2} = 2$$
$$d = [(12 – 15)^2 + (6 – 4)^2]^{1/2} = 13^{1/2} = 3,6$$
$$d = [(14 – 15)^2 + (6 – 4)^2]^{1/2} = 5^{1/2} = 2,23$$

Матрица расстояний:

N	1	2	3	4	5	6
1	0	2,83	3,16	10,2	12,16	13,6
2		0	3,16	8,94	10,77	12,53
3			0	7,07	9,05	10,44
4				0	**2**	3,6
5					0	2,23
6						0

Определяем пару объектов, расположенных наиболее близко друг к другу (в наше примере это объекты 4 и 5, расстояние между которыми равно 2), которые объединяются в группу, в новой матрице эта группа представлена отдельной позицией 4-5 с расстояниями, равными минимальным расстояниям 4 и 5 объекта до соседей.

N	1	2	3	**4 – 5**	6
1	0	2,83	3,16	**10,2**	13,6
2		0	3,16	**8,94**	12,53
3			0	**7,07**	10,44
4 – 5				**0**	**2,23**
6					0

Далее процедура повторяется: к 4 и 5 объектам добавляется объект 6 и возникает новая матрица.

N	1	2	3	**4–5–6**
1	0	2,83	3,16	**10,2**
2		0	3,16	**8,94**
3			0	**7,07**
4–5–6				**0**

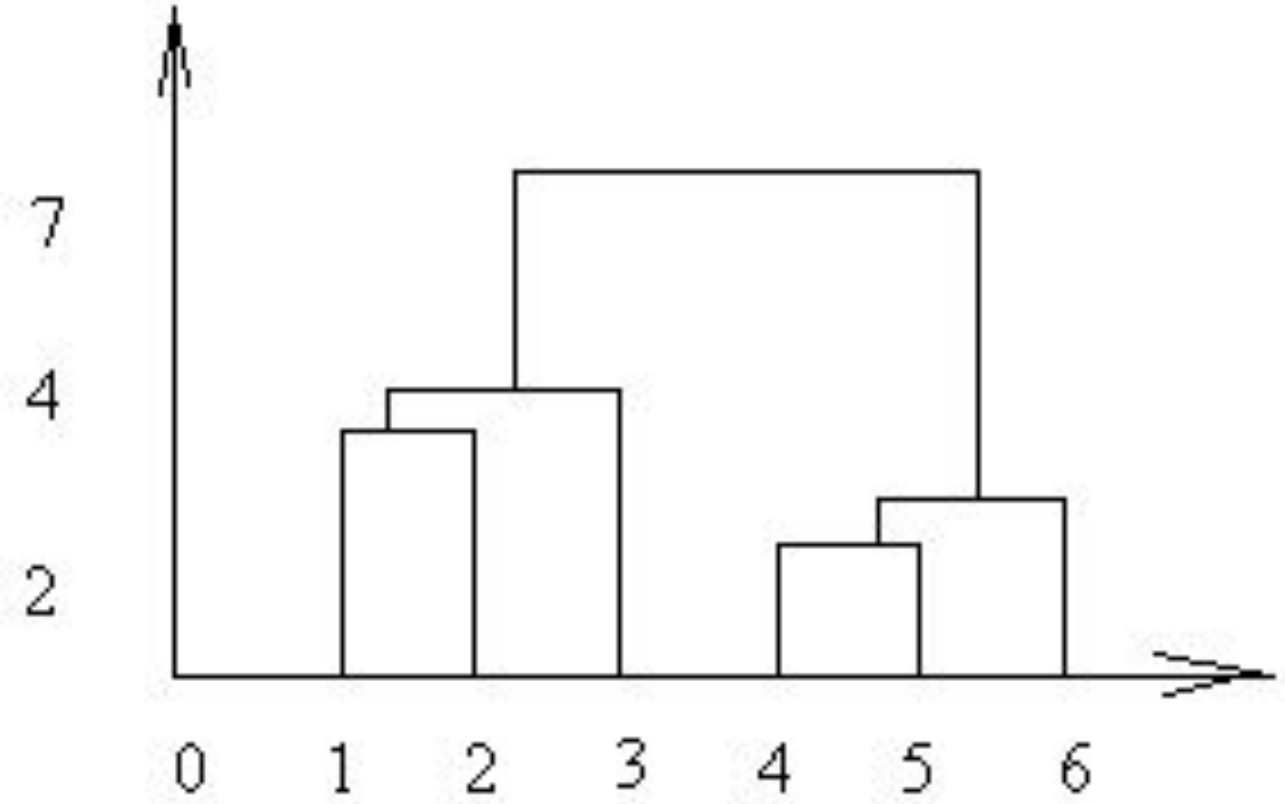
Далее, ближайшее расстояние между 1 и 2 объектами, появляется новая группа 1-2.

N	**1-2**	3	4-5-6
1-2	**0**	**3,16**	**8,94**
3		0	7,07
4-5-6			0

Далее объект 3 присоединяется к группе 1-2, как к ближайшей.

N	**1-2-3**	4-5-6
1-2-3	**0**	**7,07**
4-5-6		0

Выявились два кластера в данной совокупности объектов,
между которыми ближайшее расстояние 7,07,
что намного больше, чем расстояния между объектами в группах.



4-5 с min расстоянием 2;
4-5-6 с min расстоянием 2,23;
1-2 с min расстоянием 2,83;
1-2-3 с min расстоянием 3,16;
1-2-3-4-5-6 с min расстоянием 7,07, что намного больше, чем расстояния м/у объектами в группах.