



Санкт-Петербургский
государственный
университет
www.spbu.ru

Анализ данных

Описательная статистика

Графеева Н.Г.
2018



Анализ данных. Описательная статистика

- Задача **описательных статистик** — первичная систематизация данных, полученных экспериментально или в ходе наблюдений и их наглядное представление. В бизнесе статистика используется повсеместно, от расчета зарплат сотрудникам до анализа популярности бренда на рынке.
- Рассмотрим основные описательные статистики и их практическое применение.



Центральная тенденция

Измерение центральной тенденции (measure of central tendency) состоит в выборе одного числа, которое наилучшим образом описывает все значения признака из набора данных.

Такое число называют **центром, типическим значением** для набора данных, мерой центральной тенденции.



Плюсы и минусы центральной тенденции

Плюсы:

- Получение информации о распределении признака в сжатой форме.
- Можно сравнивать между собой два набора данных (две выборки).

Минус:

- Выбор центра ведет к потере информации по сравнению с распределением частот.



Центральная тенденция

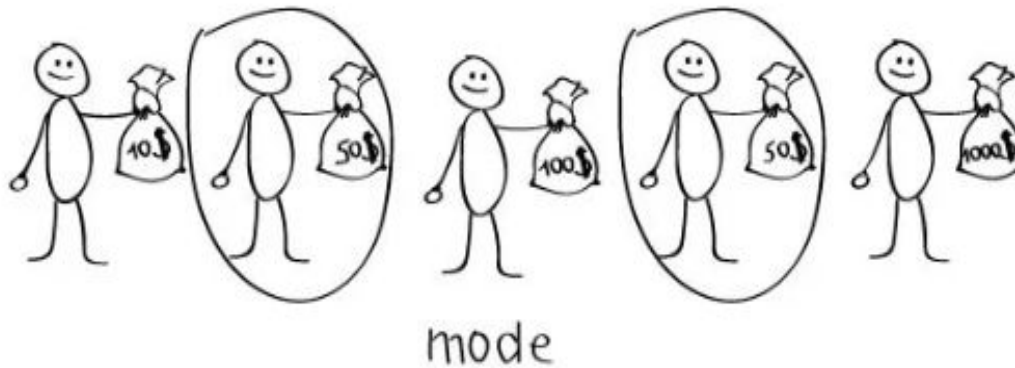
- Мода
- Медиана
- Среднее значение
- Средневзвешенное значение



Анализ данных. Описательная статистика

Мода

Мода – наиболее часто встречающееся значение в выборке, наборе данных. Обозначается **Mo**.

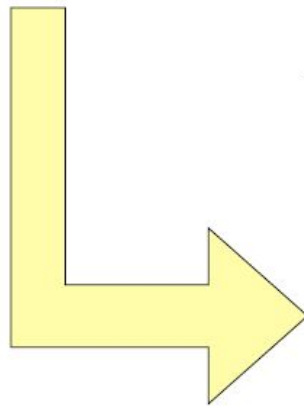




Пример (вычисление моды)

Выборка:

5 4 1 2 4 3 1 2 4 8 3 6 4 1



Варианты Частоты

1	3
2	2
3	2
4	4
5	1
6	1
8	1

Мода=4

Наиболее часто встречающееся значение



Пример (вычисление моды для таксиста и светофоров)

Выборка, набор данных:



На какой свет чаще всего таксист проезжает перекрестки?

 2 раза

 4 раза

 7 раз



Пример (вычисление моды при подсчете)

Для данных, расположенных в таблице частот, мода определяется как значение, имеющее наибольшую частоту.

КАТЕГОРИИ	f
Демократы	41
Коммунисты	23
Либералы	22
Любители пива	5
Зеленые	12
Всего	103

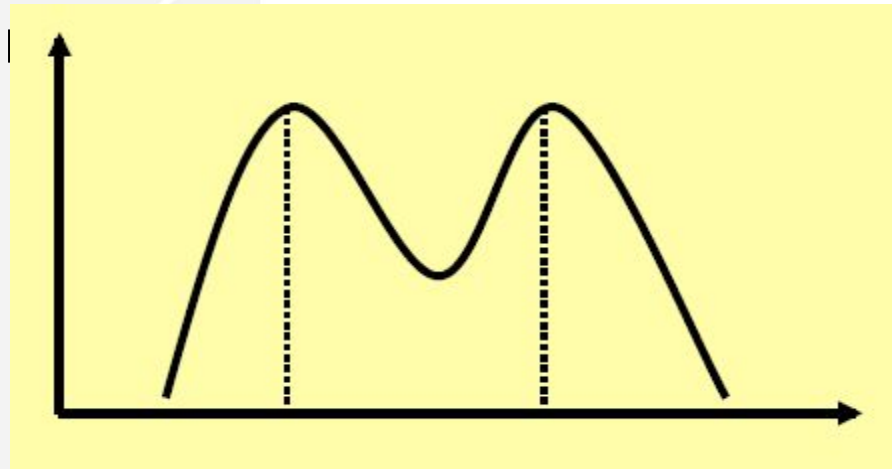
Мода «Демократы»





Бимодальное распределение

Если наибольшую частоту имеют два значения выборки, выборочное распределение называется **бимодальным**





Пример (бимодальное распределение)

Два значения имеют наибольшую частоту, равную 23.

КАТЕГОРИИ	f
Демократы	14
Коммунисты	23
Либералы	23
Любители пива	8
Зеленые	12
Всего	80

«Либералы»
«Коммунисты»

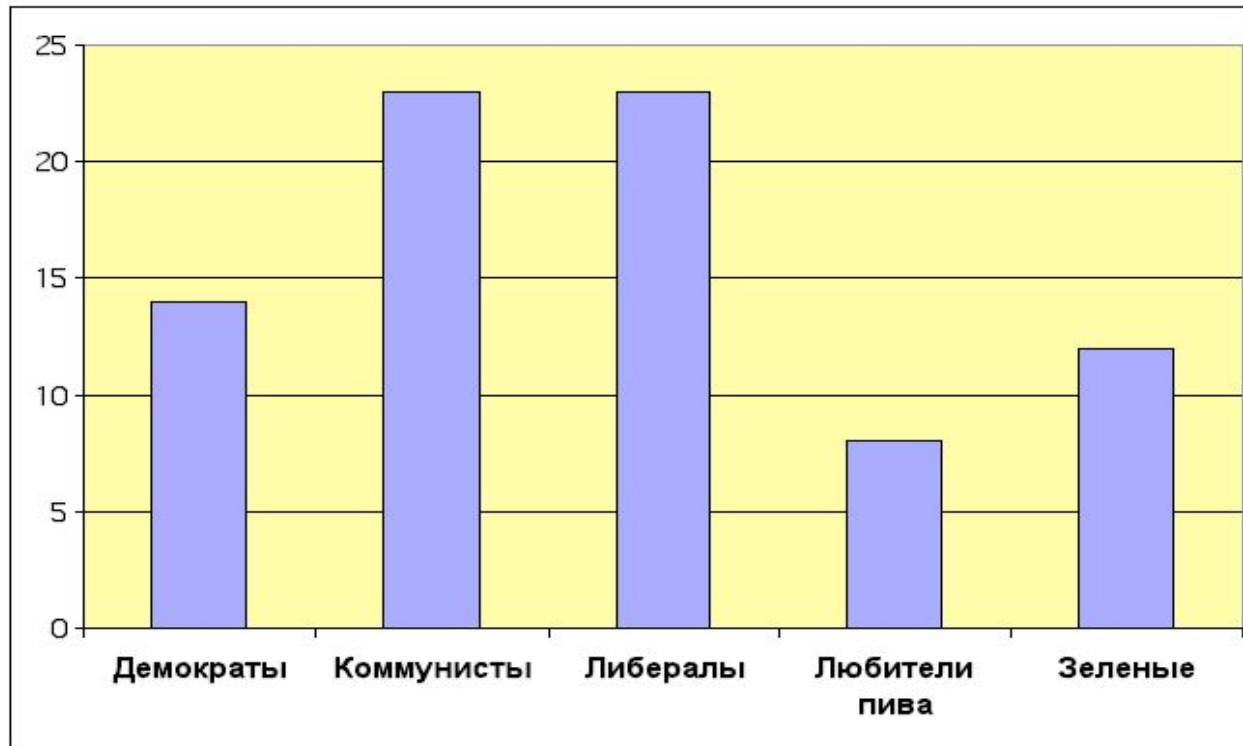
Две моды !!!



Анализ данных. Описательная статистика

Пример (бимодальное распределение на гистограмме)

Два значения имеют наибольшую частоту, равную 23.





А если моды вообще нет или больше двух?

Если наибольшую частоту имеет более двух значений выборки, выборочное распределение называется **мультимодальным**. Если ни одно из значений не повторяется, мода отсутствует.



Свойства моды

- Наличие одного или двух крайних значений, сильно отличающихся от остальных, не влияет на значение моды.
- Мода совпадает с точкой наибольшей плотности данных.
- Мода может иметь несколько значений.
- Мода может существовать для всех типов данных.
- Мода - единственная мера центральной тенденции, которая работает в номинальной шкале!



Медиана

Еще одна характеристика центральной тенденции - **медиана**. **Медиана** основывается на понятии **вариационного ряда**.



Вариационный ряд

Вариационный ряд – это упорядоченные данные, расположенные в порядке возрастания значения признака, либо в порядке убывания.

Назван так, поскольку содержит **варианты** значений признака.





Пример (вариационный ряд)

Набор данных:

6 1 3 7 1 7 3

После упорядочения (в порядке возрастания) получим
вариационный ряд:

1 1 3 3 6 7 7

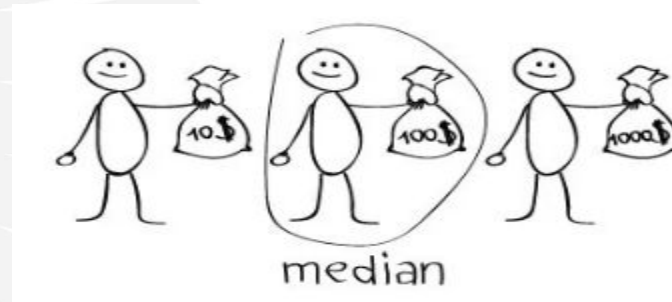
В порядке убывания получим другой вариационный ряд:

7 7 6 3 3 1 1



Медиана (Median)

- **Медиана** есть значение срединного элемента для вариационного ряда.
- Обозначается *Me*.
- Для нахождения **медианы** требуется набор данных превратить в вариационный ряд, то есть расположить все значения признака в порядке возрастания или убывания, а затем найти средний элемент. Он и есть **медиана**.





Вычисление медианы

Для набора из n значений, если n нечетно, средний элемент имеет номер $(N + 1) / 2$.

Если n четно, медиана находится как среднее арифметическое двух соседних срединных элементов с номерами $N/2$ и $N/2 + 1$.



Пример (вычисление медианы)

Для набора данных из семи чисел:

6 1 3 7 1 7 3

После упорядочения получим вариационный ряд:

1 1 3 3 6 7 7



Медиана есть средний элемент.

Его номер четвертый.



Пример (вычисление медианы)

Если набор данных включает восемь чисел:

1 1 3 3 | 6 7 7 9

Тогда медиана равна $(3+6)/2=4,5$



Свойства медианы

- Сильно отличающиеся от остальных данных крайние значения не влияют на величину медианы.
- Значение медианы является единственным для каждого набора данных.
- Медиана может быть определена не из полного набора данных. Достаточно иметь информацию об упорядоченности, общее число элементов в наборе и несколько значений, расположенных в середине вариационного ряда.
- Медиана может быть определена для числовых и порядковых данных.



Среднее (Mean)

Выборочным **средним** будем называть среднее арифметическое выборки, то есть сумму всех значений выборки, деленную на ее объем вы

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

где $\sum x$ = сумма всех значений выборки
 n = объем выборки

$$\frac{10 + 100 + 1000}{3} = 370$$

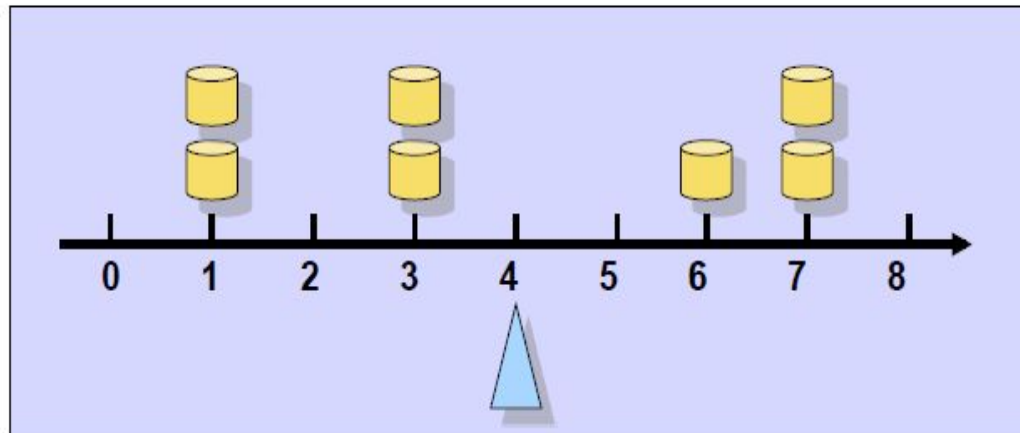
arithmetic average



Пример (вычисление среднего)

Вычислим среднее для выборки из семи значений: 1 1 3 3 6 7 7

Получим:
$$\bar{x} = \frac{1+1+3+3+6+7+7}{7} = \frac{28}{7} = 4$$



Среднее значение является «точкой равновесия».



Свойства среднего

- Вычисляется только в числовых шкалах.
- При вычислении необходимо использовать все данные.
- Для каждого набора данных имеется только одно среднее.
- Среднее есть единственная мера центральной тенденции, для которого сумма отклонений каждого значения от среднего равна нулю:

$$\sum (x - \bar{x}) = 0$$



Взвешенное среднее

ГРУППА	СРЕДНЕЕ ПО ГРУППЕ	ОБЪЕМ ГРУППЫ
A	87	65
B	92	110
C	89	85
D	96	200
E	84	60
Всего		520



Среднее взвешенное

Среднее взвешенное вычисляется по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum (\bar{x} \cdot n)}{N}$$

где $\sum (\bar{x} \cdot n)$ = сумма произведений средних в группе на количество элементов в этой группе,
N = общее число наблюдений во всех группах



Пример (вычисление среднего взвешенного)

ГРУППА	СРЕДНЕЕ ПО ГРУППЕ	ОБЪЕМ ГРУППЫ	Произведение
A	87	65	5 655
B	92	110	10 120
C	89	85	7 565
D	96	200	19 200
E	84	60	5 040
Всего		520	47 580

$$\bar{X} = \frac{47580}{520} = 91,5$$



Анализ данных. Описательная статистика

Пример: где особенно уместно использовать средневзвешенное значение





Среднее для дихотомической шкалы

Среднее может также применяться и для переменной, измеренной в дихотомической шкале. Если два значения признака кодируются 0 и 1, то среднее указывает долю (относительную частоту) единиц в выборке.

Пример: 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0

Среднее равно 0,6. То есть 60% значений выборки принимают значение, равное единице.



Среднее – не значит лучше

Пример. В деревне 50 жителей. Среди них 49 человек – крестьяне с месячным доходом в 1 тыс.рублей, а один житель – зажиточный владелец строительной фирмы, с месячным доходом 451 тыс.рублей. Среднее равно 10 тыс. рублей. Однако, вряд ли можно утверждать, что это число адекватно представляет доход жителей деревни. В этом случае, более разумно взять в качестве меры центральной тенденции **моду** или **медиану** (обе равны 1 тыс. рублей).



Какое типическое значение наилучшее?

**В зависимости от данных каждое из трех значений
может стать наилучшим! Абсолютных
рекомендаций нет.**



Меры и шкалы

Шкала, по которой измеряется переменная, накладывает ограничения на выбор меры центральной тенденции.

Типическое значение	Номинальные данные	Порядковые данные	Дихотомические данные	Интервальные данные	Относительные данные
Мода	✓	✓	✓	✓	✓
Медиана		✓		✓	✓
Среднее			✓	✓	✓



Анализ данных. Описательная статистика

Мера центральной тенденции – всего лишь одно число, которое не всегда достаточно емко может описать данные. Именно поэтому были придумано понятие **размаха** и **квартильного размаха**, как логическое продолжение мер центральной тенденции.



Пример (три выборки)

Рассмотрим три выборки:

- 999 1000 1001
- 900 1000 1100
- 1 1000 1999

Во всех трёх случаях среднее равно 1000. Однако это значение никаким образом не отражает особенности этих выборок.



Размах (Range)



Размах – разность между наибольшим значением набора данных и наименьшим.

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

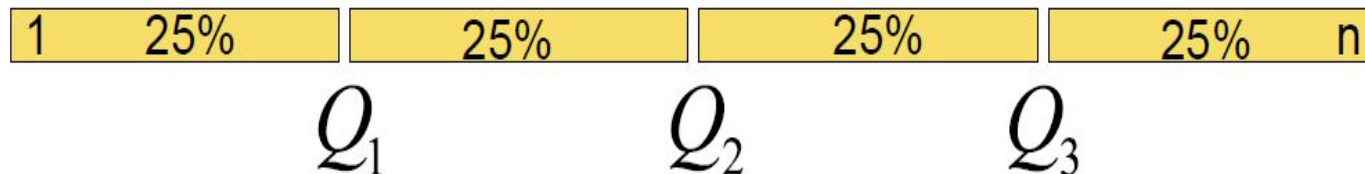
Пример: Для набора данных 27, 3, 26, 19, 12, 10, 8, 6 размах равен $R = 27 - 3 = 24$.

Размах – уже неплохо, чтобы расширить наше представление о выборке но можно пойти и дальше.



Квартили (Quartile)

- Под **квартелями** понимаются значения Q_1, Q_2, Q_3 которые делят вариационный ряд на четыре равные части.
- Второй квартиль Q_2 совпадает с **медианой**.
- Q_1 - это медиана для значений, которые левее Q_2 .
- Q_3 - это медиана для значений, которые правее Q_2 .





Проблемы с границами при определении квартилей

Есть разные способы определения $Q1$ и $Q3$. В некоторых сама медиана ($Q2$), полученная на предыдущем шаге учитывается при определении $Q1$, $Q3$, в других – нет (в литературе описывают по крайней мере 9 вариантов). Рассмотрим, как это делает EXCEL и ORACLE.



Применение функции КВАРТИЛЬ в EXCEL

Нечетное количество

чисел

1	3	это Q1	
2			
3	5	это Q2	
4			
5			
6	7	это Q3	
7			
8			
9			

Четное количество чисел

1	2.75	это Q1	
2			
3			
4	4.5	это Q2	
5			
6			
7	6.25	это Q3	
8			



Вычисление квартилей в ORACLE

Нечётное количество
чисел

1	3	это Q1
2		
3	5	это Q2
4		
5		
6	7	это Q3
7		
8		
9		

Чётное количество чисел

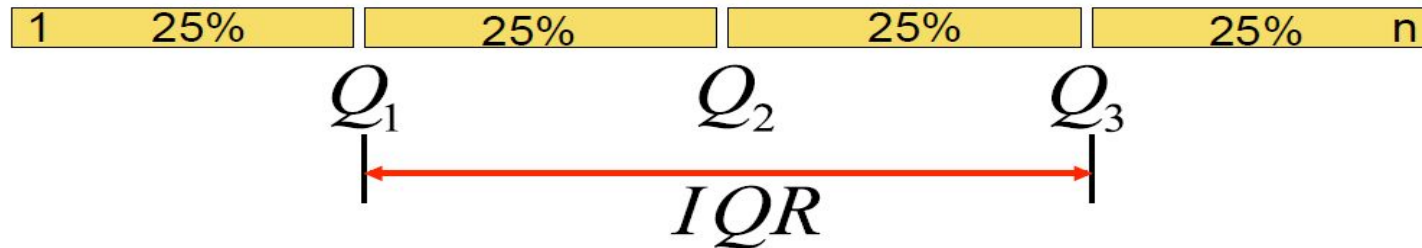
1	2.75	это Q1
2		
3		
4	4.5	это Q2
5		
6		
7	6.25	это Q3
8		



Размах квартилей (Inter Quartile Range)

Размах квартилей - это разница между третьим и первым квартилем и вычисляется по формуле:

$$IQR = Q_3 - Q_1$$





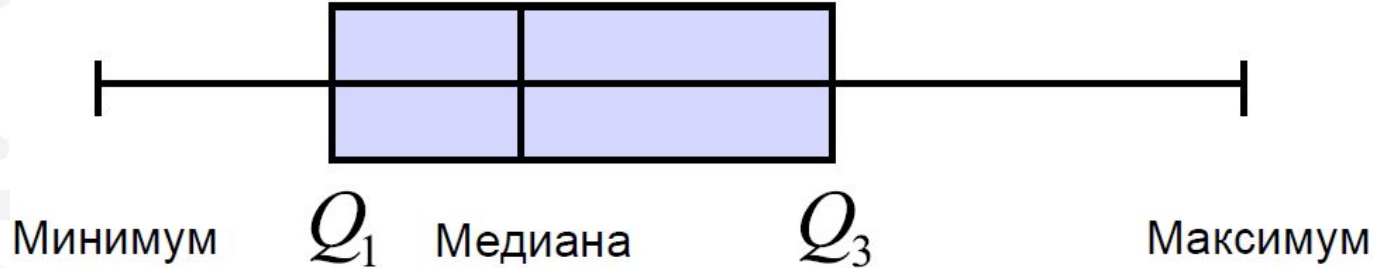
Сравнение размаха и квартильного размаха

- При вычислении **размаха** используются только наибольшее и наименьшее значения признака. Распределение данных между ними полностью игнорируется.
- **Размах** – очень простая мера вариации, но очень «грубая».
- При вычислении **квартильного размаха** игнорируются только крайние значения, расположенные за пределами первого и третьего квартилей.



Коробковая диаграмма (Box plot)

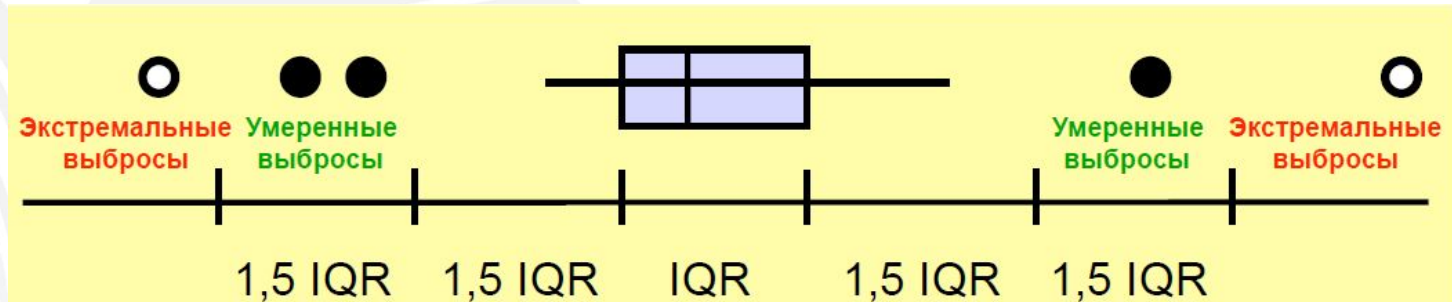
Диаграмма, основанная на пяти важных числах. Удобна для анализа данных и широко используется для представления основных характеристик выборки.





Еще один способ для определения выбросов

- **Умеренные выбросы** удалены ниже первой квартили или выше третьей от $1,5$ IQR, но не более 3 IQR.
- **Экстремальные выбросы** удалены ниже первой квартили или выше третьей более 3 IQR.





Пример (актеры и актрисы)

Имеются данные о возрасте актеров и актрис, в котором они были удостоены Оскара. Актеры:

32	37	36	32	51	53	33	61	35	
45	55	39	76	37	42	40	32	60	
38	56	48	48	40	43	62	43	42	44
41	56	39	46	31	47	45	60	46	
40	36								

Актрисы:

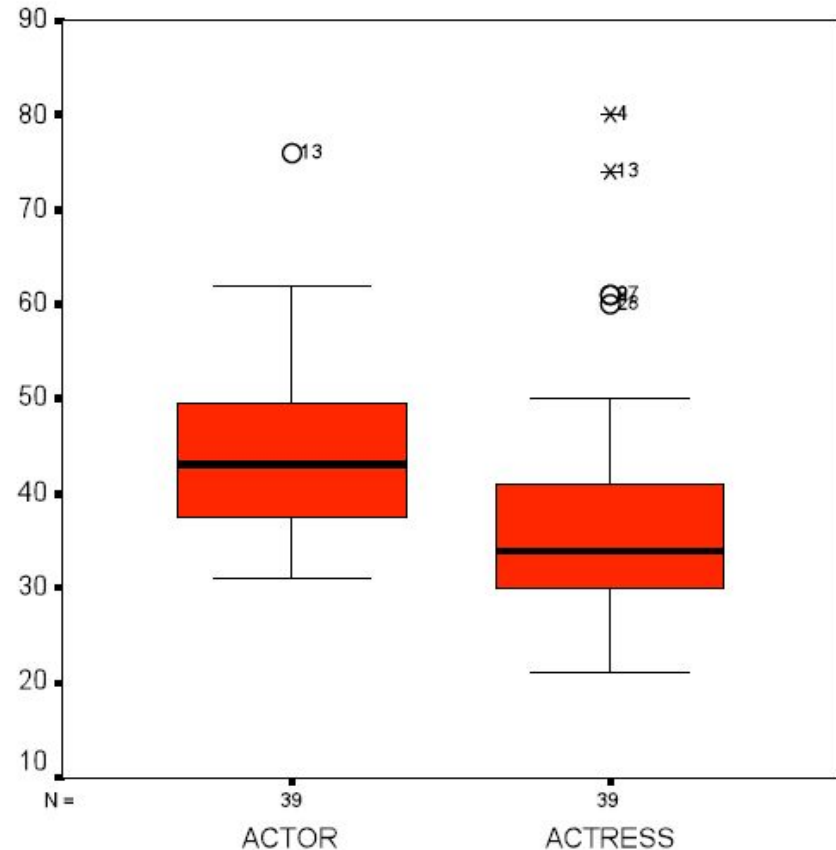
50	44	35	80	26	28	41	21	61	
38	49	33	74	30	33	41	31	35	
41	42	37	26	34	34	35	26	61	60
34	24	30	37	31	27	39	34	26	
25	33								



Пример (Box plot с расширением)

Несколько значений оказалось выбросами. Например, актер 76 лет - умеренный выброс.

Поскольку для актрис размах квартилей меньше, 80 и 74 года составили экстремальный выброс. 60 и 61 – умеренные выбросы. Для оставшихся значений заново пересчитали статистики.





Задание 4

На сайте Москвы найдите открытые данные о том, как называли младенцев в 2015 – 2018 годах. На основании этих данных постройте три Box Plot диаграммы для своего имени и своих родителей (или братьев – сестер). Определите, были ли выбросы (умеренные или экстремальные за этот период).

Примечание: Срок сдачи: 2 недели с момента выдачи. Задание отправлять по адресу:

N.Grafeeva@spbu.ru.

Topic: DataMining_2018_job4



Ваши вопросы?

