

Институт теоретической и экспериментальной биофизики
РАН

«НАЧАЛА» БИОМЕТРИИ

ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

**ВЫБОРКА ИЗ КУРСА ДЛЯ
МАГИСТРАНТОВ**

Е.И. МАЕВСКИЙ

Пушино

2016

СТАТИСТИКА – ИНСТРУМЕНТ И СПОСОБ ОБРАБОТКИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

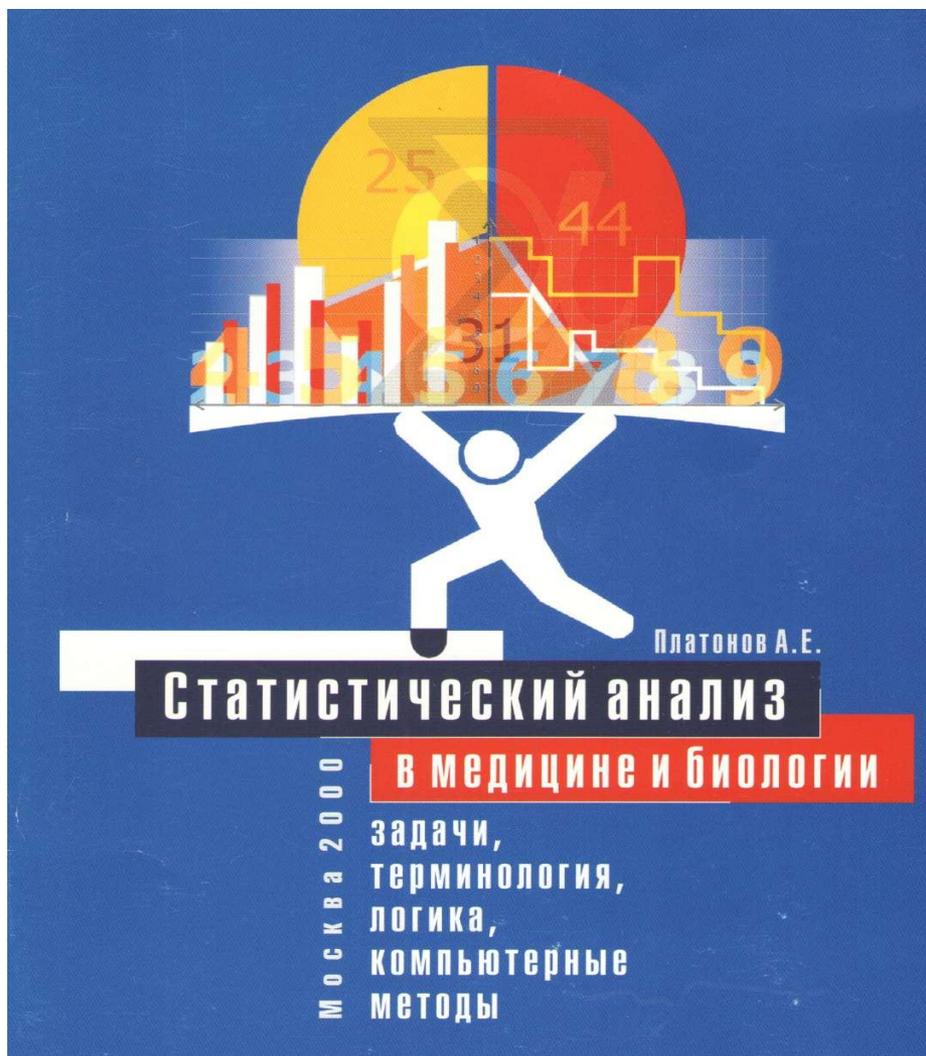
*There are three kinds of lies: lies, damned lies,
and statistics.* Сэр Charles Dilke. 1891 г.

*Существует три вида лжи: ложь, наглая ложь и
статистика* Марк Твен, 5 июля 1907 г.

Причины известной репутации:

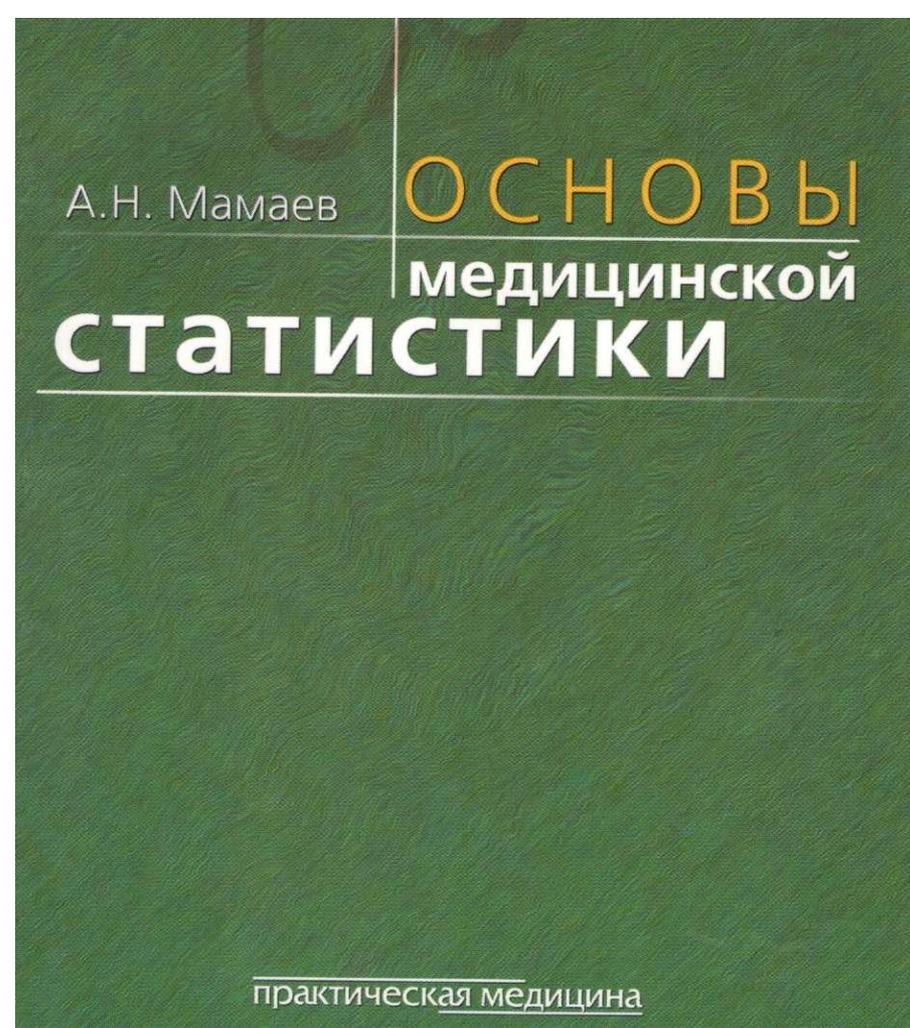
- НЕУМЕНИЕ, НЕВЕЖЕСТО, НЕДОБРОСОВЕСТНОСТЬ, УМЫСЕЛ
- ОТСУТСТВИЕ КОНТРОЛЯ И ЖЕЛАНИЯ ИЗУЧАТЬ
- ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ БАРЬЕР БИОЛОГОВ ПЕРЕД «МАТЕМАТИКОЙ»
- ЯКОБЫ НЕДОСТУПНОСТЬ ПОНЯТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**«НЕПРАВИЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИКИ В
РОССИИ ПРИОБРЕЛО ХАРАКТЕР ЭПИДЕМИИ»**



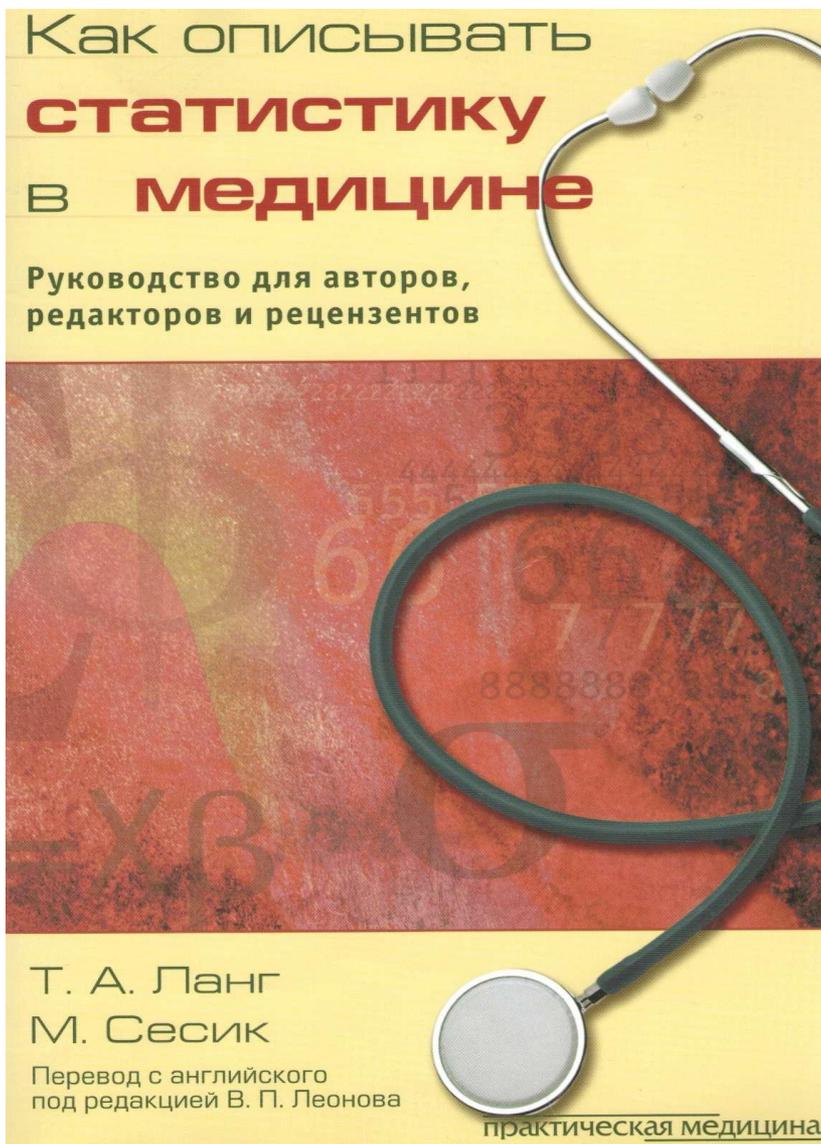
**ПЛАТОНОВ А.Е.
СТАТИСТИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗ В БИОЛОГИИ И
МЕДИЦИНЕ.**

М. РАМН. 2000. 52 С.

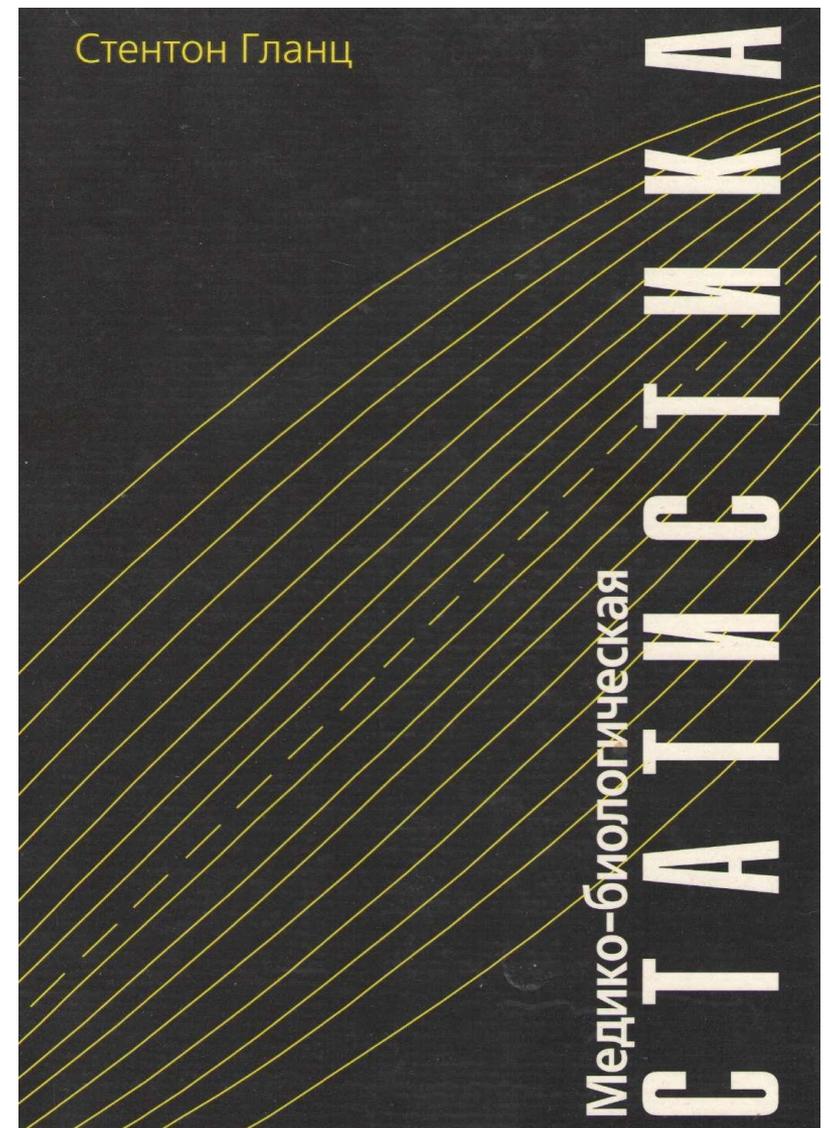


**А.Н. МАМАЕВ. ОСНОВЫ
МЕДИЦИНСКОЙ
СТАТИСТИКИ.**

**М. ПРАКТИЧЕСКАЯ
МЕДИЦИНА. 2011. 128 С.**



Т.А. Ланг, М. Сесик Как описывать статистику в медицине. Руководство для авторов, редакторов и рецензентов. Пер. с англ. М. 2011. 477 с.



С. Гланц Медико-биологическая СТАТИСТИКА. Пер. с англ. М. ПРАКТИКА. 1999. 459 с.

Наши задачи при использовании статистики

1. Проверить некую статистическую гипотезу, доказать или опровергнуть утверждение.
2. Кратко описать большой массив данных

**Гипотеза, которую исследователь предполагает отклонить называют
НУЛЕВОЙ ГИПОТЕЗОЙ: «значения
переменной в контрольной и опытной группах
неотличимы».**

**АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ГИПОТЕЗА
отрицает нулевую**

Адекватные статистические критерии дают возможность оценить вероятность (p) случайно получить фактический результат в предположении, что нулевая гипотеза верна.

В биометрии обычно выбирают уровни значимости

α (significance level), равные 0.05 или 0.01.

(например, $p < 0.05$).

Чем меньше α , тем ниже вероятность ошибки

НЕНАПРАВЛЕННАЯ АЛЬТЕРНАТИВНАЯ

ГИПОТЕЗА:

значения переменной в выборках отличны

(или отличны от некоего фиксированного

НАПРАВЛЕННАЯ АЛЬТЕРНАТИВНАЯ

числа).

ГИПОТЕЗА: значения переменной в одной

выборке больше, чем в другой (или

фиксированного числа)

Исходные понятия

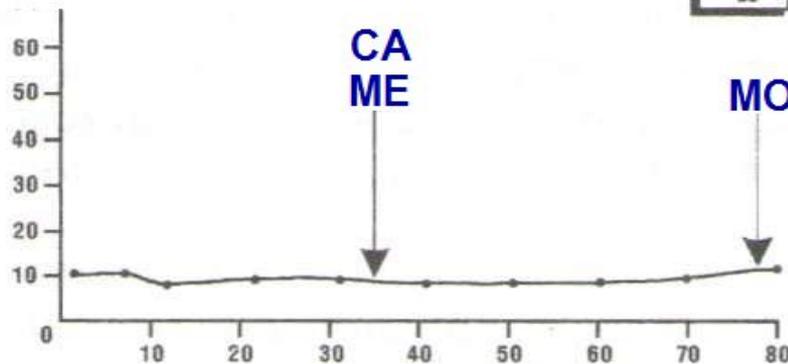
- **Выборка** или выборочная совокупность (данных)
 - часть генеральной совокупности элементов, которая охватывается наблюдением.
- **Статистическим распределением выборки** называют перечень вариантов и соответствующих им частот...
- **Вариационный ряд** представляет собой сгруппированный **ряд числовых данных** (вариант), ранжированный в порядке возрастания или убывания

в выборке и центральные тенденции: СА, МЕ, МО

МО

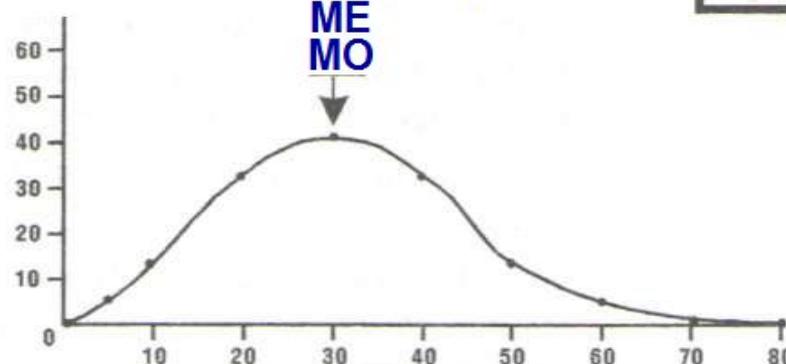
крысы

а



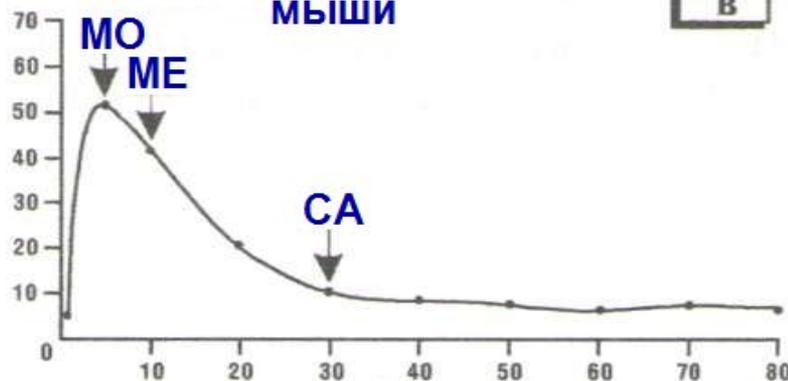
кролики

б



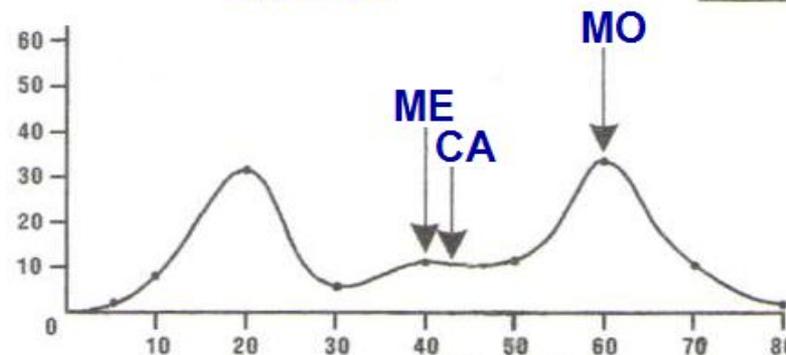
мышь

в



человек

г



НАИБОЛЕЕ ТИПИЧНЫЕ ФОРМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ :

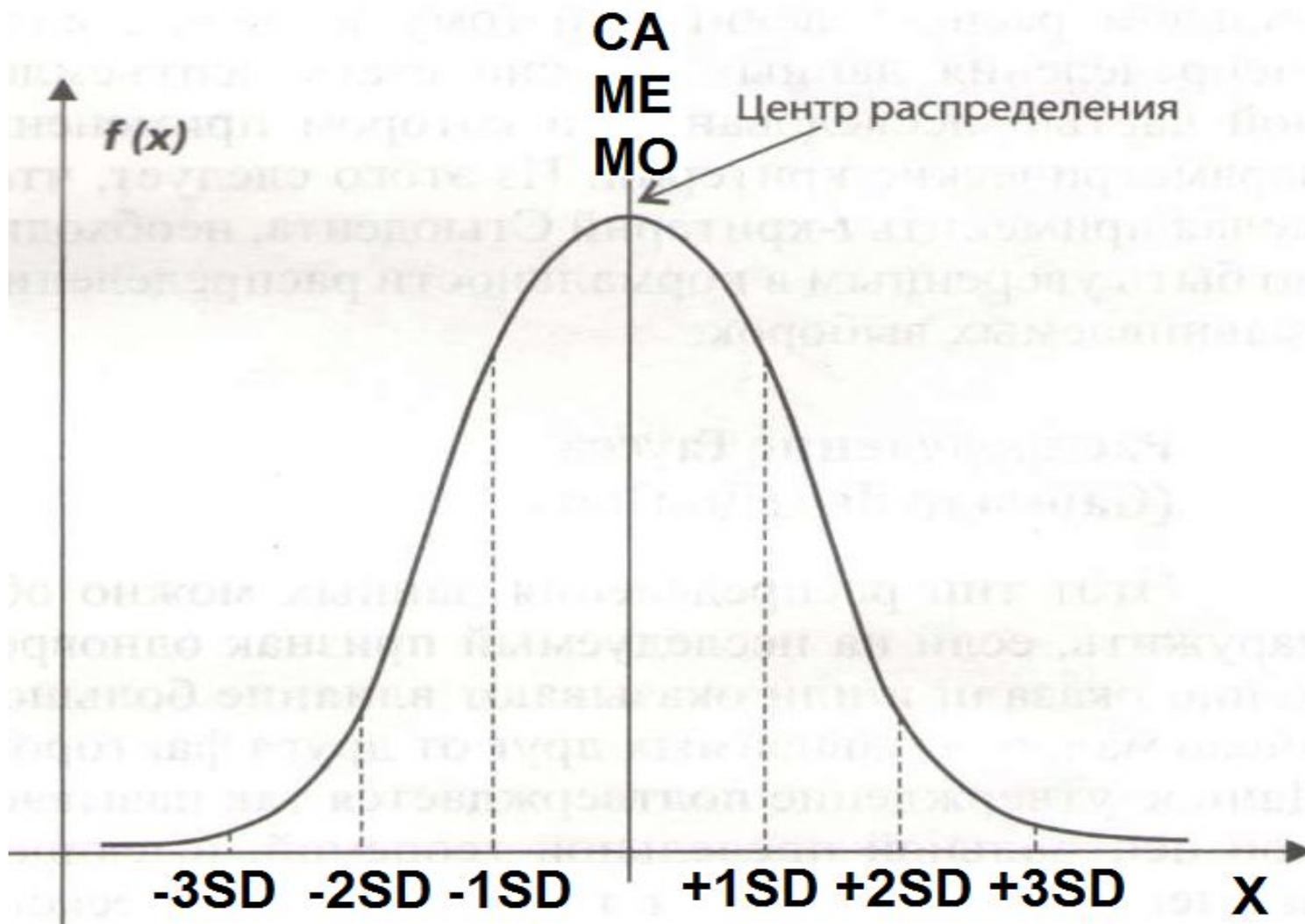
а - равномерное, б - колоколообразное (близкое к нормальному),

в - асимметричное, г - полимодальное

указаны положения СА - среднего арифметического, МЕ - медианы и МО - моды

«центральные тенденции»: СА, МЕ и МО

совпадают



Плотность нормального распределения

Основные термины описательной статистики (Descriptive Statistics) для нормальном распределении

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

среднее
арифметическое
average, mean

(M)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}$$

стандартное отклонение
standard deviation

(S)

$$SE = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

при $n > 10$

стандартная ошибка среднего
standard error of mean (m)

$$SE = \frac{SD}{\sqrt{n-1}}$$

при $n < 10$

$$\Delta = \bar{X} \pm t_{f,a} \times SE$$

Доверительные
интервалы

CI confidence intervals

t табличное при $f=n-1$ a - уровень значимости, например, 95%, $p < 0.05$

$$CV(\%) = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\%$$

коэффициент вариации
CV coefficient of variation

В РОССИЙСКИХ БИОМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ зачастую приводят **$M \pm m$** .

Авторы РАДЫ, что при увеличении n - числа измерений $\rightarrow m \rightarrow 0$, «точность растёт». **ЗРЯ!**

ВЕРНО ТОЛЬКО ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ОДИНАКОВЫХ ОБЪЕКТОВ, НАПРИМЕР, В ФИЗИКЕ - ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА, увеличение n ПРИБЛИЖАЕТ К РЕАЛЬНОМУ ЗНАЧЕНИЮ.

В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ СТАТИСТИКА
ВЫЯСНЯЕТ ДИАПАЗОН – ШИРИНУ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ: SD.

РЕЗУЛЬТАТ СЛЕДУЕТ ПРЕДСТАВЛЯТЬ ПРИ НОРМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ как $M \pm SD$, Но нормальных распределений менее 20%.

НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

- Проверка гипотезы о равенстве двух средних при помощи t-критерия Стьюдента для независимых выборок
- НЕПРЕМЕННЫЕ УСЛОВИЯ
 - Выборки имеют нормальное распределение.
 - Сравниваются только две группы .
 - Увеличение объема выборки не только увеличивает чувствительность t-критерия , но может выявить несущественные изменения.
 - Следует учитывать наличие или отсутствие однородности дисперсии.
- Вычисление t-критерия для связанных групп осуществляется иным подходом, основанным на изучении разности.

КРИТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ КРИТЕРИЯ ШОВЕНЕ

ОДИН ИЗ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ТОГО, ЧТО РЕЗУЛЬТАТ ЯВЛЯЕТСЯ «АНОМАЛЬНЫМ». БОЛЕЕ 5% РЕЗУЛЬТАТОВ ОТБРАКОВЫВАТЬ НЕЛЬЗЯ

$U = (X_{\text{аномал}} - \bar{X}) / SD$, если полученный показатель U больше или равен табличному, то есть основание назвать такой результат аномальным для данной выборки.

n	U	n	U	n	U	n	U
5	1,68	10	1,96	20	2,24	40	2,50
6	1,73	12	2,03	22	2,28	50	2,58
7	1,79	14	2,10	24	2,31	100	2,80
8	1,86	16	2,16	26	2,36	200	3,02
9	1,92	18	2,20	30	2,39	500	3,29

НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Проверка гипотезы о равенстве двух средних при помощи t-критерия Стьюдента для независимых выборок

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{SE_1^2 + SE_2^2}}$$

$$f = (n_1 + n_2) - 2$$

Фрагмент таблицы критических значений t при доверительной вероятности P и числе степеней свободы f .

(при $P=0.95$, $p=0.05$)

Отличия значимы при $t_{\text{экс}} > t_{\text{таб}}$.

f	P			
	0.90	0.95	0.98	0.99
1	6.3130	12.7060	31.820	63.656
2	2.9200	4.3020	6.964	9.924
3	2.35340	3.182	4.540	5.840
4	2.13180	2.776	3.746	4.604
5	2.01500	2.570	3.649	4.0321
6	1.943	2.4460	3.1420	3.7070
7	1.8946	2.3646	2.998	3.4995
8	1.8596	2.3060	2.8965	3.3554
9	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	1.795	2.201	2.718	3.105
12	1.7823	2.1788	2.6810	3.0845
13	1.7709	2.1604	2.6503	3.1123
14	1.7613	2.1448	2.6245	2.976
15	1.7530	2.1314	2.6025	2.9467

ВНИМАНИЕ! Используемый стандарт расчета t-критерия

Стьюдента и степеней свободы df НЕ ПРИГОДНЫ ПРИ

РАЗЛИЧИЯХ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН SD ИЛИ n

В СРАВНИВАЕМЫХ ВЫБОРКАХ:

- 1) **SD1=SD2** в % от среднего арифметического при **n1≠ n2**;
- 2) **SD1≠ SD2** при **n1≠ n2**;
- 3) **SD1≠SD2** при **n1= n2**. (см. любое пособие, напр., А.Н.Мамаев, 2011)

1. Дисперсии равные (число наблюдений в сравниваемых выборках разное):

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \times \sqrt{\frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2}}}$$

В этом случае используют следующую формулу для вычисления степеней свободы:

$$df = n_1 + n_2 - 2.$$

2. Дисперсии неравные (число наблюдений в сравниваемых выборках разное):

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

В этом случае для вычисления числа степеней свободы рекомендуют использовать весьма простую формулу:

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{S_1^4}{n_1^2(n_1 - 1)} + \frac{S_2^4}{n_2^2(n_2 - 1)}}$$

3. Дисперсии равные (число наблюдений в сравниваемых выборках одинаковое, формула немного проще):

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n}}}$$

В этом случае используют следующую формулу для вычисления степеней свободы:

$$df = 2n - 2.$$

4. Дисперсии неравные (число наблюдений в сравниваемых выборках одинаковое):

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

В этом случае используют следующую формулу для вычисления степеней свободы:

$$df = (n - 1) \frac{(S_1^2 + S_2^2)^2}{S_1^4 + S_2^4}$$

В представленных выше формулах: S_1^2 и S_2^2 — дисперсии двух выборок, \bar{X}_1 и \bar{X}_2 — средние значения выборок, n_1 и n_2 — число наблюдений в выборках. Знак разности средних не имеет значения.

НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Сравнение двух средних значений связанных выборок при помощи t–критерия Стюдента (разностный метод; paired t-test)

1. Для каждой пары исследований вычисляют разность $d_i = X_i - Y_i$

2. Вычисляют средние \bar{D} и величину SD для полученного ряда из парных разностей d

3. Определяют нормальность распределения в выборке из парных разностей d .

4. При НОРМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ вычисляют t-критерий по следующей формуле:

$$t = \frac{\bar{d}_i}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

5. Вычисляют число степеней свободы по формуле: $df = n - 1$.

6. По таблице для t–критерия находят уровень вероятности различий (p).

МНОЖЕСТВЕННОЕ СРАВНЕНИЕ:

Сравнивать несколько средних значений (например, один контроль и пять опытных групп) **без специальной поправки НЕЛЬЗЯ**, используя для каждой пары средние значения поочередно и пользуясь обычным уровнем t-критерия Стьюдента

Bonferroni предложил поправку: при числе сравнений **k** отклонение нулевой гипотезы возможно, если уровень значимости определяется как частное **α/k** : если выполняется **5 сравнений (k=5)** , то в **любом из 5 сравнений** уровень значимости **$p < 0.01$** , чтобы сделать вывод о различиях сравниваемых групп с уровнем значимости **$p < 0.05$** (например, сравнение пяти групп с одним контролем) .

Существуют менее жесткие подходы и поправки:
Tukey, Newman-Keuls, Scheffe, Fisher-LSD

**ТАБЛИЦЫ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИХ (СТАНДАРТНЫХ)
ОШИБОК И ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ГРАНИЦ (ИНТЕРВАЛОВ)
ОБОБЩЕННЫХ ВЕЛИЧИН ПРИ ИХ НУЛЕВОМ
ИЛИ СТОПРОЦЕНТНОМ ЗНАЧЕНИИ**

Число наблю- дений	Величина стандартной ошибки	Величина доверительных интервалов с уровнем вероятности		
		$p = 0,05$	$p = 0,01$	$p = 0,001$
n	$S_{\bar{x}} (m)$			
1	—	—	—	—
2	19.365	246.129	1232.776	12327.952
3	16.330	70.219	161.994	516.028
4	14.086	44.793	82.262	181,991
5	12.372	34.394	56.911	106.523
6	11.024	28.332	44.427	75.735
7	9.938	24.348	36.870	59.230
8	9.045	21.346	31.657	48.933
9	8.299	19.171	27.885	41.827
10	7.666	17.325	24.914	36.643
11	7.122	15.882	22.577	32.690
12	6.650	14.630	20.681	29.526
13	6.236	13.594	19.020	26.940
14	5.871	12.681	17.672	24.776
15	5.546	11.868	16.527	22.960
16	5.255	11.193	15.502	21.388
17	4.993	10.585	14.580	20.072
18	4.756	10.035	13.792	18.881
19	4.540	9.534	13.075	17.797
20	4.343	9.077	12.421	16.851

частота, доля)- (качественный)

альтернативный анализ.

Представление результата: **МЕНЕЕ 20 ВАРИАНТ
НЕДОПУСТИМО**

проценты $\% = n/N \times 100$, промилле (‰) $= n/N \times 1000$,
продециилле (‱) $= n/N \times 10\,000$.

p - относительное значение показателя НПР. ДОЛЯ).

СООТВЕТСТВЕННО, расчет стандартного отклонения:

$SD = \sqrt{p(100-p)}$, $SD = \sqrt{p(1000-p)}$, $SD = \sqrt{p(10000-p)}$;

Расчет ошибки среднего: $SE = \sqrt{p(100-p)/N}$, $SE = \sqrt{p(1000-p)/N}$, $SE = \sqrt{p(10000-p)/N}$. ($SE = m$)

Сравнение двух
относительных значений (для
таблицы «Стьюдента»):

$$t = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

$$f = (n_1 + n_2) - 2$$

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

КРИТЕРИЙ ЗНАКОВ (SIGN TEST)

РАЗНОСТЬ ПОПАРНО СОПРЯЖЕННЫХ ВАРИАНТ

- 1) Определяется направленность сдвига в сравниваемых наблюдениях.
- 2) Подсчитывается общее число парных наблюдений с различиями (n).
- 3) Подсчитывается меньшее число однозначных изменений (Z).
- 4) Z статистическими значениями для

$n=8, Z=1, p=0.05$

ИСХОДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	СДВИГ
100	94	-
140	130	-
130	125	-
98	95	-
110	105	-
115	110	-
115	120	+

n	p	
	0.05	0.01
7	0	0
8	1	0
9	1	0
10	1	0
11	2	1
12	2	1
13	3	1
..25	7	6

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

Парный критерий Т Вилкоксона (W) присвоение рангов плюсовым и минусовым суммам пар. Равные суммы имеют равный ранг.

- 1) **Найти разности парных** вариант.
- 2) **Определить ранги разностей** (без учета знаков, пары при разности равной нулю из дальнейшей оценки исключаются).
- 3) **Определить сумму рангов** полученных разностей, имеющих одинаковые алгебраические знаки и **взять меньшую из них (T)**.
- 4) **Установить значимость различий**. До $n = 26$ **сравнивают найденную сумму T с критическими значениями из таблицы**.

ИСХОДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ПОСЛЕ ОЖОГА	сдвиг	ранг
100	94	-6	5
140	130	-10	7
130	123	-7	6
99	100	+1	1
110	105	-5	3,5
115	100	-15	8
115	120	+5	3,5

$$T=1+3,5=4,5$$
$$p<0.05$$

Таблица критических значений W для выборок со связанными вариантами

Число пар n	Уровень значимости	
	0.05	0.01
6	1	0
7	3	0
8	5	1
9	7	3
10	9	4
12	15	8
25	90	69

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

КРИТЕРИЙ Q РОЗЕНБАУМА несвязанные выборки, «критерий хвостов», сравнение двух УПОРЯДОЧЕННЫХ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ, ПРИ N1 и N2 >11

Пульс без ожога	96 100 104 104 120 120 120 122	124 126 130 134 (N1=12)
Ожог III ст.	96 100 102 104 110 118 120 122	(N2=12)
	S	T

Табл. Минимальные значения $Q=S+T$, при которых различия можно считать значимыми (желательно $N1=N2$).

N1	N2=	11 12 13 14				11 12 13 14			
		P _Q = 0.05				P _Q =0.01			
11		6				9			
12		6	6			9	3		
13		6	6	6		9	9	9	
14		7	7	6	6	9	9	9	9
15		7	7	6	6	9	9	9	9
16		8	7	7	7	9	9	9	9

N1=12 ; N2=12. Q = 8.

Q_{экс} > Q таб.

P < 0.01

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

КРИТЕРИЙ U МАННА – УИТНИ для независимых выборок
Особенно удобен при $n_1, n_2 < 20$.

Оценка различий двух независимых выборок по количественным признакам

Составить единый ранжированный ряд, разделенный строками для каждой выборки

Время гибели в мин (после подсадки сердца крысы морской свинке)

6 10 20 25 30 38 39 44 ($n_1=8$)

Время гибели (после подсадки сердца крысы морской свинке , с введением эмульсии ПФТБА) 30 40 41 41 45 46 68 100 ($n_2 = 8$)

6	10	20	25	30	38	39	44										
			30				40	41	41	45	46	68	100				

U = сумма инверсий (для 2-го ряда, сколько случаев имеют большее время в 1-м ряду для каждого числа из 2-го ряда)

4 1 1 1

Итого $U = 7$, при $n_1 = 8$, $n_2 = 8$

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

КРИТЕРИЙ U МАННА – УИТНИ для независимых выборок, продолжение

$U = 7$, при $n_1 = 8$, $n_2 = 8$, $p < 0.01$; $U_{\text{экс}} = 7 < U_{\text{табл}} = 9$

Таблица для критерия U (Манна-Уитни) максимальное число инверсий когда изменения значимы

n1	n2	4	5	6	7	8	9
Уровень значимости $p = 0.05$							
4							
5		1	4				
6		3	5	7			
7		4	6	8	11		
8		5	8	10	13	16	
Уровень значимости $p = 0.01$							
6		1	2	3			
7		1	3	4			
8		2	4	6	7	9	

ПРИМЕР ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ В ТАБЛИЦЕ

Серии	Число опытов	Средние арифметические и пределы колебаний (в % к исходному)	p при сравнении с контролем	Критерий
Контроль, Интактные	8	104 (88-120)	-	-
Ожог I степени 10% поверхность	7	110 (94-120)	>0.05	U (Мана-Уитни)
Ожог III степени 10% поверхность	6	120 (96-142)	< 0.05	U (Мана-Уитни)

Коэффициент корреляции рангов (СПИРМЕНА)

$$\rho = 1 - \frac{\sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$\rho = 1 - \frac{720}{504} = -0,420$$

№ исп.	RR ЭКГ	КЧМС	РАНГИ RR	РАНГИ КЧМС	$d^2 =$ $(r_i - r_j)^2$
1	3,54	41,9	8	5	9
2	4,02	42	2	4	4
3	3,71	44,8	6	1	25
4	3,98	42,7	3	3	0
5	3,57	43,1	7	2	25
6	4,32	38	1	8	49
7	3,86	38,3	5	7	4
8	3,90	41	4	6	4

Таблица минимальных значений коэффициентов ранговой корреляции

p	0.05	0.025	0.01	0.05	0.001
n=4	1.000				
n=5	0.900	1.000	1.000	1.000	
n=6	0.771	0.828	0.886	0.942	1.000
n=7	0.678	0.769	0.836	0.863	0.964
n=8	0.643	0.714	0.786	0.857	0.928
n=9	0.633	0.700	0.767	0.833	0.900
n=10	0.564	0.685	0.746	0.806	0.867

Любая литература по непараметрическим критериям статистики

Идеальная

- **Е.В Гублер, А.А. Генкин.** Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях, Л. Медицина, 1973, 141 с.
- **Е.В.Гублер** Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. Л.Медицина, 1978, 294 с.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА представления данных

- Текст (относительно изображения – контекст) должен быть ясен и понятен без изображения.
- Отображение количественных и качественных статистических значений, начиная с первичного материала: таблицы, диаграммы, графики, должны быть понятны без контекста.
- Они ни в коем случае не повторяют друг друга, а **ДОПОЛНЯЮТ**
- Классические правила см: Ланг и Сесик, **Как описывать статистику в медицине. Руководство для авторов, редакторов и рецензентов. Пер. с англ. М. 2011 . главы. 20- 21.**

ИЗОБРАЖЕНИЯ

- ТО, ЧТО должно быть в ИЗОБРАЖЕНИЯХ:
ЗНАЧЕНИЯ, МЕТКИ, КОНТЕКСТ

ТАБЛИЦЫ

- первичные – выборка по материалу,
- описательная статистика (средние M или X , SD или, SE , n)
- сопоставление- сравнение выборок SD или, SE , n , t or p , доверительный интервал, или для непараметрических: средние или медианы или мода и обязательно указывать интервалы, а также знак соответствующего

Ранговую корреляцию

СПИРМАНА

КРИТЕРИЙ ИСКЛЮЧЕНИЯ

ШОВЕНЕ

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКОВ,

КОГДА ВМЕСТО СТАНДАРТНОЙ

ОШИБКИ СРЕДНЕГО СЛЕДУЕТ

ПОКАЗЫВАТЬ ВЕЛИЧИНУ

ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА.

ПОЛЬЗОВАТЬСЯ

«АВТОМАТИЧЕСКИМ» СЧЕТОМ В

ИНТЕРВЕНТЕ И ПРОГРАММАМИ

