

## Практическое занятие № 8

для зарубежных студентов 1-го курса  
лечебного факультета

тема: **Законы распределения случайных величин.  
Проверка статистических гипотез.**

**Цель работы:** научиться решать задачи на проверку статистических гипотез с помощью MS Excel.

**Пример** определения достоверности различий между средними величинами по критерию Стьюдента

**Условие задачи:** сравнение средней частоты сердечных сокращений (ЧСС) детей 1-го года жизни в отделениях №1, №2 В отделении №1 больницы выполнено 16 измерений пульса у детей 1-го года жизни:

**Решение:** необходимо запустить программу Excel, создать новый лист, ввести данные и выполнить вычисления

1 отделение				2 Отделение			
Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	d=V-M1	d^2	Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	d=V-M2	d^2
1	1	120	=C3*C3	1	135	=J3-J\$20	=K3*K3
2	2	130	=C4*C4	2	130	=J4-J\$20	=K4*K4
3	3	115	=C5*C5	3	125	=J5-J\$20	=K5*K5
4	4	120	=C6*C6	4	115	=J6-J\$20	=K6*K6
5	5	120	=C7*C7	5	125	=J7-J\$20	=K7*K7
6	6	125	=C8*C8	6	120	=J8-J\$20	=K8*K8
7	7	110	=C9*C9	7	125	=J9-J\$20	=K9*K9
8	8	125	=C10*C10	8	115	=J10-J\$20	=K10*K10
9	9	115	=C11*C11	9	130	=J11-J\$20	=K11*K11
10	10	120	=C12*C12	10	140	=J12-J\$20	=K12*K12
11	11	125	=C13*C13	11	145	=J13-J\$20	=K13*K13
12	12	135	=C14*C14	12	115	=J14-J\$20	=K14*K14
13	13	115	=C15*C15	13	130	=J15-J\$20	=K15*K15
14	14	130	=C16*C16	14	125	=J16-J\$20	=K16*K16
15	15	125	=C17*C17	15	120	=J17-J\$20	=K17*K17
16	16	120	=C18*C18	16	125	=J18-J\$20	=K18*K18
M1(средняя)	=СРЗНАЧ(В3:В19)			M2 (средняя)	=СРЗНАЧ(Ј3:Ј19)		
m1 (Ошибка)	1,64			m2 (Ошибка)	2,04		

Оценка достоверности различий средней частоты пульса детей, поступающих в 1-е и 2-е отделение больницы по критерию Стьюдента.

Формула вычисления критерия Стьюдента:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

где:  $M_1$  – средняя арифметическая 1-го вариационного ряда - 121,8,  $M_2$  – средняя арифметическая 2-го вариационного ряда - 126,2,  $m_1$  – ошибка

репрезентативности 1-го вариационного ряда - 1,64,  $m_2$  – ошибка репрезентативности 2-го вариационного ряда - 2,04.

В программе Excel эта формула принимает вид:

$$=(121,8 - 126,2)/\text{КОРЕНЬ}(1,64^2+2,04^2) = -1,64667.$$

Запишите эту формулу в ячейку B26

	1 отделение				2 Отделение			
	Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	d=V-M1	d^2	Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	d=V-M2	d^2
3	1	120	=B3-\$B\$20	=C3*C3	1	135	=J3-\$J\$20	=K3*K3
4	2	130	=B4-\$B\$20	=C4*C4	2	130	=J4-\$J\$20	=K4*K4
5	3	115	=B5-\$B\$20	=C5*C5	3	125	=J5-\$J\$20	=K5*K5
6	4	120	=B6-\$B\$20	=C6*C6	4	115	=J6-\$J\$20	=K6*K6
7	5	120	=B7-\$B\$20	=C7*C7	5	125	=J7-\$J\$20	=K7*K7
8	6	125	=B8-\$B\$20	=C8*C8	6	120	=J8-\$J\$20	=K8*K8
9	7	110	=B9-\$B\$20	=C9*C9	7	125	=J9-\$J\$20	=K9*K9
10	8	125	=B10-\$B\$20	=C10*C10	8	115	=J10-\$J\$20	=K10*K10
11	9	115	=B11-\$B\$20	=C11*C11	9	130	=J11-\$J\$20	=K11*K11
12	10	120	=B12-\$B\$20	=C12*C12	10	140	=J12-\$J\$20	=K12*K12
13	11	125	=B13-\$B\$20	=C13*C13	11	145	=J13-\$J\$20	=K13*K13
14	12	135	=B14-\$B\$20	=C14*C14	12	115	=J14-\$J\$20	=K14*K14
15	13	115	=B15-\$B\$20	=C15*C15	13	130	=J15-\$J\$20	=K15*K15
16	14	130	=B16-\$B\$20	=C16*C16	14	125	=J16-\$J\$20	=K16*K16
17	15	125	=B17-\$B\$20	=C17*C17	15	120	=J17-\$J\$20	=K17*K17
18	16	120	=B18-\$B\$20	=C18*C18	16	125	=J18-\$J\$20	=K18*K18
20	M1(средняя)	121,875			M2 (средняя)	126,25		
21	m1 (Ошибка)	1,64			m2 (Ошибка)	2,04		
24	Вычислим критерий стьюдента							
26	tct	=(B20-J20)/КОРЕНЬ(B21^2+J21^2)						

Модуль числа может быть получен с помощью функции =ABS(Число) = ABS(-1,64667) = 1,64667. Округление числа выполняется функцией =ОКРУГЛ(Число; Разрядность) = ОКРУГЛ(1,64667;2) = **1,65**.

С помощью функции =ABS(Число) Найдем модуль числа.

Выделим в ячейку B27

1 отделение				2 Отделение			
Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	d=V-M1	d^2	Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	d=V-M2	d^2
1	120	=B3-\$B\$20	=C3*C3	1	135	=J3-\$J\$20	=K3*K3
2	130	=B4-\$B\$20	=C4*C4	2	130	=J4-\$J\$20	=K4*K4
3	115	=B5-\$B\$20	=C5*C5	3	125	=J5-\$J\$20	=K5*K5
4	120	=B6-\$B\$20	=C6*C6	4	115	=J6-\$J\$20	=K6*K6
5	120	=B7-\$B\$20	=C7*C7	5	125	=J7-\$J\$20	=K7*K7
6	125	=B8-\$B\$20	=C8*C8	6	120	=J8-\$J\$20	=K8*K8
7	110	=B9-\$B\$20	=C9*C9	7	125	=J9-\$J\$20	=K9*K9
8	125	=B10-\$B\$20	=C10*C10	8	115	=J10-\$J\$20	=K10*K10
9	115	=B11-\$B\$20	=C11*C11	9	130	=J11-\$J\$20	=K11*K11
10	120	=B12-\$B\$20	=C12*C12	10	140	=J12-\$J\$20	=K12*K12
11	125	=B13-\$B\$20	=C13*C13	11	145	=J13-\$J\$20	=K13*K13
12	120	=B14-\$B\$20	=C14*C14	12	115	=J14-\$J\$20	=K14*K14
13	115	=B15-\$B\$20	=C15*C15	13	130	=J15-\$J\$20	=K15*K15
14	130	=B16-\$B\$20	=C16*C16	14	125	=J16-\$J\$20	=K16*K16
15	125	=B17-\$B\$20	=C17*C17	15	120	=J17-\$J\$20	=K17*K17
16	120	=B18-\$B\$20	=C18*C18	16	125	=J18-\$J\$20	=K18*K18
M1(средняя)		121,875		M2 (средняя)		126,25	
m1 (Ошибка)		1,64		m2 (Ошибка)		2,04	
Вычислим критерий студента							
tст = (B20-J20)/КОРЕНЬ(B21^2+J21^2)							
=ABS(B26) Найдем модуль числа							

В программе Excel критическое значение критерия Стьюдента вычисляется функцией = СТЬЮДРАСПОБР(Уровень значимости  $p$ ; Степени свободы  $df$ ) = Выделим ячейку B28. Нажмем значок функции

Мастер функций - шаг 1 из 2

Поиск функций:  
 Введите краткое описание действия, которое нужно выполнить, и нажмите кнопку "Найти".  
 Категория: 10 недавно использовавшихся

Выберите функцию:

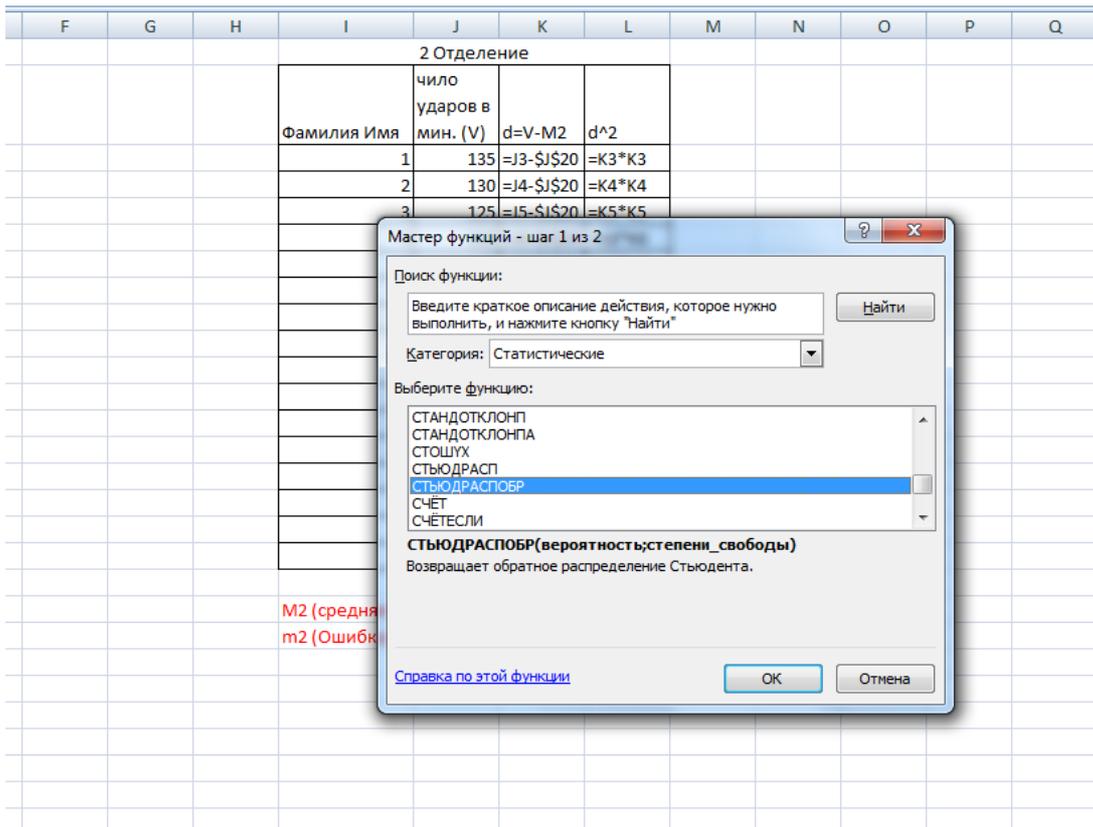
- СР3НАЧ
- СЛИИ
- ЕСЛИ
- ГИПЕРССЫЛКА
- СЧЕТ
- МАКС
- СIN

SR3НАЧ(число1;число2,...)  
 Возвращает среднее арифметическое своих аргументов, которые могут быть числами, именами, массивами или ссылками на ячейки с числами.

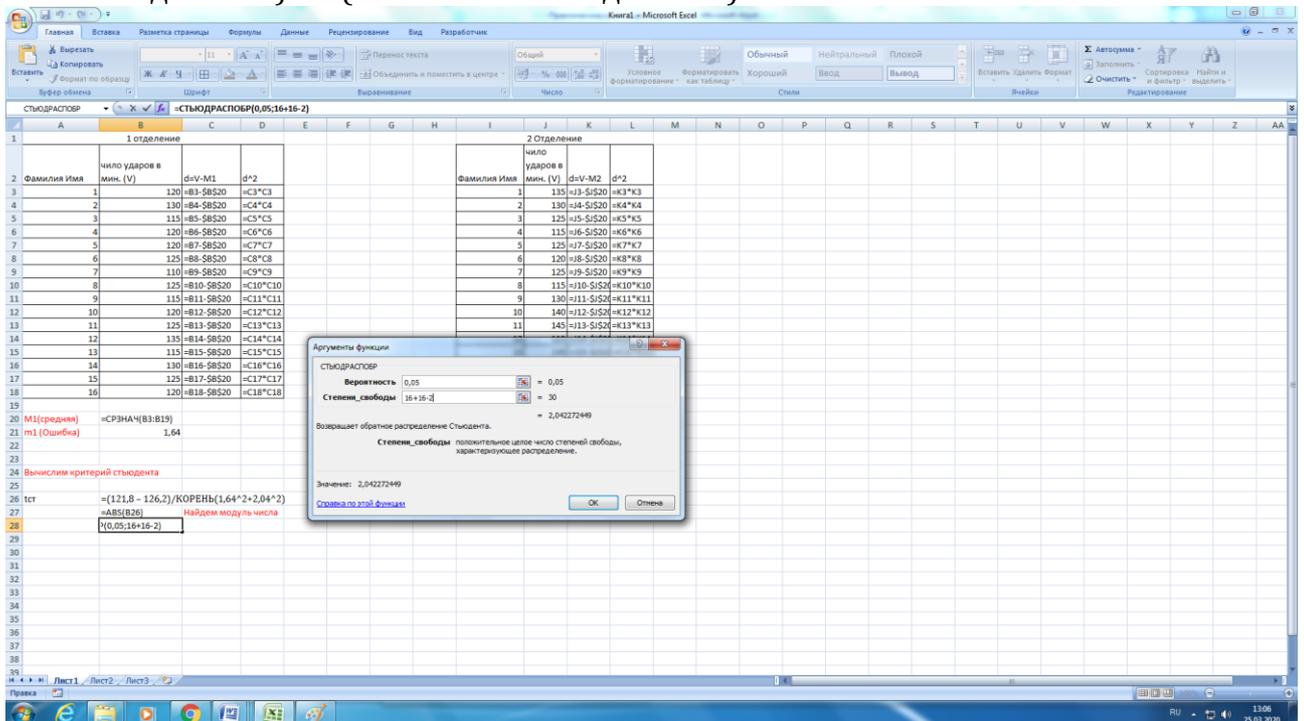
Справка по этой функции

OK Отмена

В окне мастер функции выбираем категорию Статистические и выбираем нужную функцию из списка



Нажимаем ОК. Появляется окно **Аргументы функции**.  
 В строку **Вероятность** вписываем 0,05, строку **Степень свободы** 16(количество пациентов в 1 отделении)+16(кол-во во 2 ом отделении)-2



Нажимаем ОК.

=СТЮДРАСПОБР(0,05;16+16-2)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	1 отделение								2 Отдел		
2	Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	d=V-M1	d^2					Фамилия Имя	число ударов мин. (V)	
3		1	120 =B3-\$B\$20	=C3*C3					1	1:	
4		2	130 =B4-\$B\$20	=C4*C4					2	1:	
5		3	115 =B5-\$B\$20	=C5*C5					3	1:	
6		4	120 =B6-\$B\$20	=C6*C6					4	1:	
7		5	120 =B7-\$B\$20	=C7*C7					5	1:	
8		6	125 =B8-\$B\$20	=C8*C8					6	1:	
9		7	110 =B9-\$B\$20	=C9*C9					7	1:	
10		8	125 =B10-\$B\$20	=C10*C10					8	1:	
11		9	115 =B11-\$B\$20	=C11*C11					9	1:	
12		10	120 =B12-\$B\$20	=C12*C12					10	1:	
13		11	125 =B13-\$B\$20	=C13*C13					11	1:	
14		12	135 =B14-\$B\$20	=C14*C14					12	1:	
15		13	115 =B15-\$B\$20	=C15*C15					13	1:	
16		14	130 =B16-\$B\$20	=C16*C16					14	1:	
17		15	125 =B17-\$B\$20	=C17*C17					15	1:	
18		16	120 =B18-\$B\$20	=C18*C18					16	1:	
19											
20	M1(средняя)	=СРЗНАЧ(B3:B19)							M2 (средняя)	=СРЗНА	
21	m1 (Ошибка)	1,64							m2 (Ошибка)	2,0	
22											
23											
24	Вычислим критерий студента										
25											
26	tcr	=(121,8 - 126,2)/КОРЕНЬ(1,64^2+2,04^2)									
27		=ABS(B26)		Найдем модуль числа							
28		2,042272449									
29											
30											
31											
32											
33											

Делаем выводы  
Сравниваем ячейку B27 и B28

1 отделение				2 Отделение			
Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	$d=V-M1$	$d^2$	Фамилия Имя	число ударов в мин. (V)	$d=V-M2$	$d^2$
1	120	=B3-\$B\$20	=C3*C3	1	135	=J3-\$J\$20	=K3*K3
2	130	=B4-\$B\$20	=C4*C4	2	130	=J4-\$J\$20	=K4*K4
3	115	=B5-\$B\$20	=C5*C5	3	125	=J5-\$J\$20	=K5*K5
4	120	=B6-\$B\$20	=C6*C6	4	115	=J6-\$J\$20	=K6*K6
5	120	=B7-\$B\$20	=C7*C7	5	125	=J7-\$J\$20	=K7*K7
6	125	=B8-\$B\$20	=C8*C8	6	120	=J8-\$J\$20	=K8*K8
7	110	=B9-\$B\$20	=C9*C9	7	125	=J9-\$J\$20	=K9*K9
8	125	=B10-\$B\$20	=C10*C10	8	115	=J10-\$J\$20	=K10*K10
9	115	=B11-\$B\$20	=C11*C11	9	130	=J11-\$J\$20	=K11*K11
10	120	=B12-\$B\$20	=C12*C12	10	140	=J12-\$J\$20	=K12*K12
11	125	=B13-\$B\$20	=C13*C13	11	145	=J13-\$J\$20	=K13*K13
12	135	=B14-\$B\$20	=C14*C14	12	115	=J14-\$J\$20	=K14*K14
13	115	=B15-\$B\$20	=C15*C15	13	130	=J15-\$J\$20	=K15*K15
14	130	=B16-\$B\$20	=C16*C16	14	125	=J16-\$J\$20	=K16*K16
15	125	=B17-\$B\$20	=C17*C17	15	120	=J17-\$J\$20	=K17*K17
16	120	=B18-\$B\$20	=C18*C18	16	125	=J18-\$J\$20	=K18*K18
M1(средняя)		121,875		M2 (средняя)		126,25	
m1 (Ошибка)		1,64		m2 (Ошибка)		2,04	
Вычислим критерий студента							
tct		-1,671455176					
t крит		1,671455176	Найдем модуль числа				
		2,042272449					

Если  $t > 2,04$  – статистическая гипотеза о равенстве средних с уровнем значимости  $p < 0,05$  опровергается, следовательно, истинной будет являться гипотеза об их различии. Если  $t < 2,04$  – гипотеза равенства средних подтверждается. В нашем примере получаем:  $t = 1,67 < 2,04$ .

**Вывод:** Различия средней частоты пульса пациентов 1-го и 2-го отделений Недостоверны. Значит, более высокая средняя частота пульса во 2-м отделении больницы (126,2 уд/мин) по сравнению с ЧСС в 1-м отделении (121,9 уд/мин) не подтверждается при уровне значимости  $p = 0,05$ .