

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(J3:J19) | | |
| 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 | 125 | =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
- СУММ
- ЕСЛИ
- ГИПЕРССЫЛКА
- СЧЕТ
- МАКС
- СИН

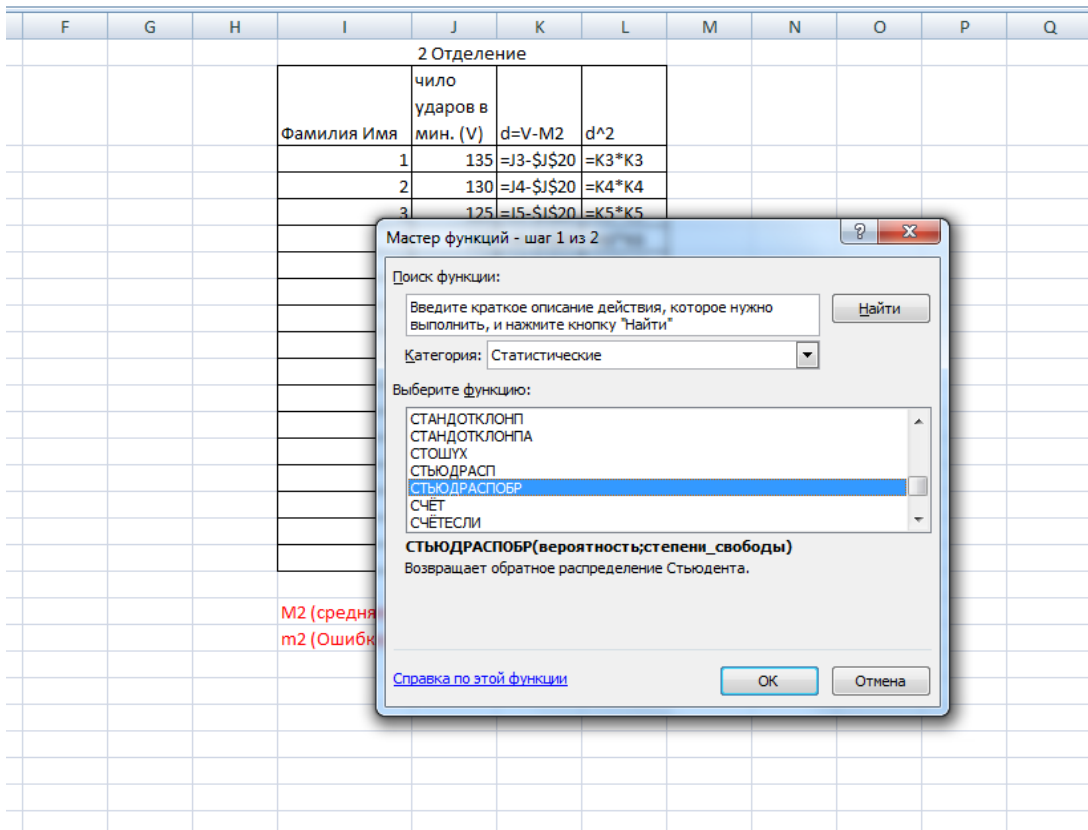
SR3НАЧ(число1;число2,...)
 Возвращает среднее арифметическое своих аргументов, которые могут быть числами, именами, массивами или ссылками на ячейки с числами.

Справка по этой функции

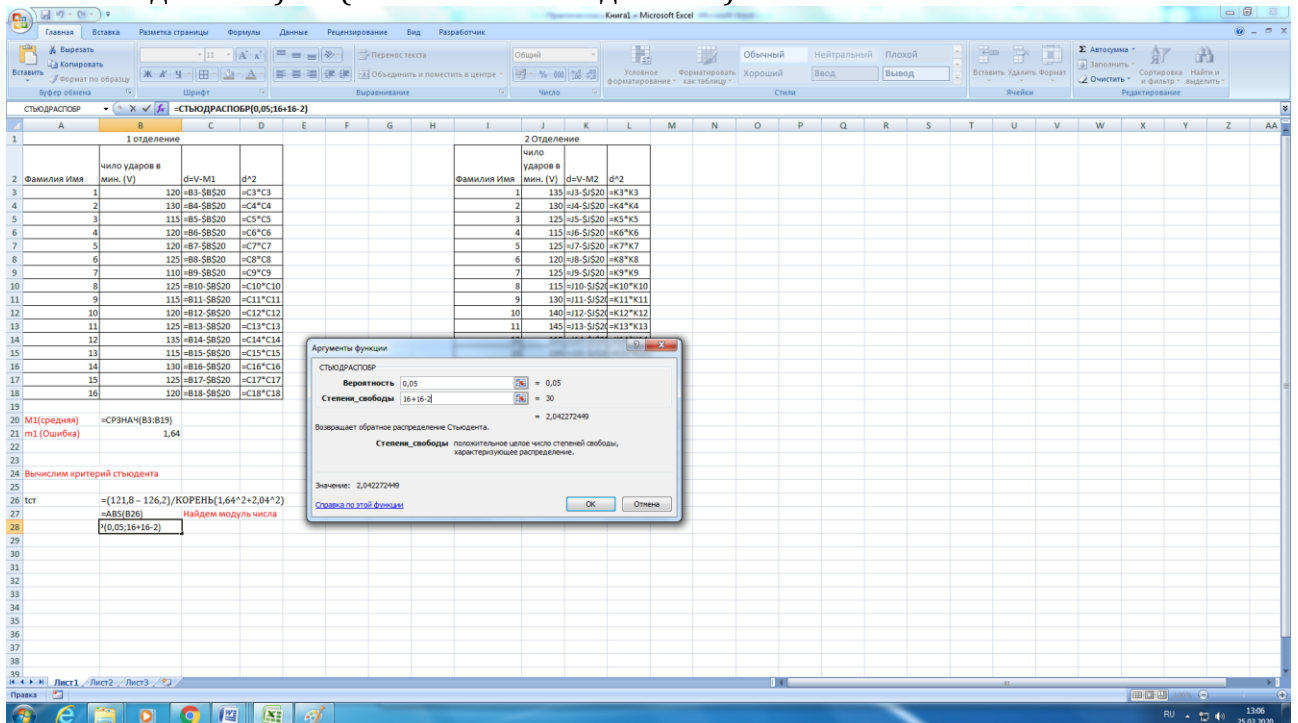
OK Отмена

| | | | | | | | |
|---|-------------------------|-----------------|----------|--------------|-------------------------|--------------|----------|
| 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 | 125 | =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) | | =СР3НАЧ(B3:B19) | | M2 (средняя) | | | |
| m1 (Ошибка) | | 1,64 | | m2 (Ошибка) | | | |
| Вычислим критерий студента | | | | | | | |
| tст = (121,8 - 126,2)/КОРЕНЬ(1,64^2+2,04^2) | | | | | | | |
| =ABS(B26) Найдем модуль числа | | | | | | | |
| = | | | | | | | |

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) | =СРЗНАЧ(B3:B19) | |
| 21 | m1 (Ошибка) | 1,64 | | | | | | m2 (Ошибка) | 2,042272449 | |
| 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 $p = 0,05$.