

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 ИЗУЧЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы. Научиться вычислять основные числовых характеристики экспериментальных данных.

При обработке результатов исследований совокупность результатов отдельных измерений заменяют сводными характеристиками. К основным числовым характеристикам случайных величин относятся: среднее значение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, размах варьирования и др.

### Сводные характеристики выборки при малом числе испытаний ( $n < 50$ )

Статистическая функция *СЧЕТ* используется для определения числа значений в указанном диапазоне. Диапазон ячеек указывается адресами первой и последней ячейки данных, записанными через двоеточие, например, B6:B15.

*Среднее арифметическое* – это среднее значение из суммы всех исследованных величин, деленных на число испытаний.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$X_i$  – текущее значение измеряемой величины;  $n$  – количество значений в выборке.

В программе Excel среднее значение определяется функцией *СРЗНАЧ*.

Функция *СРЗНАЧА* вычисляет среднее арифметическое значение, заданных в списке аргументов. Помимо чисел в расчете могут участвовать текст и логические значения, такие как *ИСТИНА* и *ЛОЖЬ*. При этом текстовые и значения *ЛОЖЬ* принимаются равными 0, а *ИСТИНА* равна 1.

*Среднее квадратическое отклонение* различается на смещенное  $S$  и несмещенное  $S_1$ . Среднее квадратическое отклонение  $S$ , полученное при выборке  $n < 30$ , носит название смещенного и его среднее значение занижено по сравнению со средним квадратическим отклонением для всей партии материала.

При числе испытаний  $n < 30$ :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

При числе испытаний  $30 \leq n$ :

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = M_k \cdot S_i$$

где  $M_k$  – коэффициент, зависящий от числа испытаний. Значения  $M_k$  приведены в таблице для  $K = n-1$

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| К     | 2     | 3     | 4     | 9     | 19    | 30    | 50    | 60    |
| $M_k$ | 1,128 | 1,085 | 1,064 | 1,028 | 1,013 | 1,008 | 1,005 | 1,004 |

При  $n > 60$  значение  $M_k \sim 1$ .

Для вычислений при  $n < 30$  применяется функция *СТАНДОТКЛОН* – стандартное отклонение выборки. Аргументами этих функций служит указанный диапазон ячеек.

Функция *СТАНДОТКЛОН* оценивает среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение) по выборке. Стандартное отклонение — это мера того, насколько широко разбросаны точки данных относительно их среднего.

*СТАНДОТКЛОН*(число1; число2; ...)

Число1, число2, ... – от 1 до 30 числовых аргументов, соответствующих выборке из генеральной совокупности. Вместо аргументов, разделенных точкой с запятой, можно также использовать массив или ссылку на массив.

*СТАНДОТКЛОН* предполагает, что аргументы являются только выборкой из генеральной совокупности. Если данные представляют всю генеральную совокупность, то стандартное отклонение следует вычислять с помощью функции *СТАНДОТКЛОНП*.

Стандартное отклонение вычисляется с использованием «несмещенного» или «n-1» метода.

*СТАНДОТКЛОН* использует формулу

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Логические значения, такие как ИСТИНА или ЛОЖЬ, а также текст игнорируются. Если текст и логические значения игнорироваться не должны, следует использовать функцию рабочего листа *СТАНДОТКЛОНА*, а для генеральной совокупности - *СТАНДОТКЛОНПА*.

*Коэффициент вариации* - является относительной характеристикой рассеяния случайной величины

$$C = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

*Размах варьирования* - разница между наибольшей и наименьшей величинами в выборке

$$R = X_{max} - X_{min}$$

где  $X_{max}$  – максимальное значение в выборке;  $X_{min}$  – минимальное значение в выборке. Максимальное значение выборки определяется функцией *МАКС*, минимальное – *МИН*.

*Абсолютная ошибка выборки*

$$\varepsilon = \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента, выбираемый по таблице в зависимости от числа испытаний.

*Относительная ошибка выборки*

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

Расчет ошибок выборки осуществляется путем ввода формул в строку формул.

Статистическая функция *СТЮДРАСПОБР* используется для нахождения коэффициента Стьюдента. Этот коэффициент зависит от вероятности ошибки (при обычно задаваемой надежности 95 % вероятность ошибки составляет 5 %) и от числа степеней свободы  $n-1$ . Также это значение можно найти по таблице критических значений  $t$ -критерия.

Для нахождения доверительного интервала используется обычная формула умножения «=*СТЮДРАСПОБР*\* $X_{ср}$ ».

**Задание 1.** В результате эксперимента были получены значения переменной  $X$ , рассчитать все приведённые выше характеристики.

| <i>i</i> | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>X</i> | 14,85 | 14,80 | 14,84 | 14,81 | 14,63 | 14,81 | 14,80 | 14,85 | 14,84 | 14,80 |

**Подсказка:**

Данные из примера ввести в столбец В, в столбцы D и E – названия рассчитываемых характеристик. Используя приведенные выше функции, в столбец F поместить результаты.

По найденному значению ячейки F11 окончательный результат доверительного интервала можно записать так: с 95 %-ной надежностью  $X = 14,81 \pm 0,046$ . В заключение вычислим относительную ошибку определения доверительного интервала:  $\delta = DI/X_{ср}$  (формула: «=F11/F7»). Значение относительной ошибки обычно выражают в процентах, в нашем случае 0,3 %.

|    | A                   | B     | C                               | D                       | E | F      |
|----|---------------------|-------|---------------------------------|-------------------------|---|--------|
| 1  |                     |       |                                 |                         |   |        |
| 2  |                     |       |                                 |                         |   |        |
| 3  | Данные эксперимента |       |                                 | Обработка               |   |        |
| 4  |                     |       |                                 |                         |   |        |
| 5  | №                   | X     |                                 |                         |   |        |
| 6  | 1                   | 14,85 | Число значений n                | СЧЕТ                    |   | 10     |
| 7  | 2                   | 14,80 | Среднее значение $\bar{X}_{ср}$ | СРЗНАЧ                  |   | 14,803 |
| 8  | 3                   | 14,84 | Станд. отклонение S             | СТАНДОТКЛОН             |   | 0,0643 |
| 9  | 4                   | 14,81 | Ст. откл. среднего $S_{ср}$     | $=S / \text{КОРЕНЬ}(n)$ |   | 0,0203 |
| 10 | 5                   | 14,63 | К-Стюд (5%, n-1) t              | СТЮДРАСПОБР             |   | 2,2622 |
| 11 | 6                   | 14,81 | Доверит. интервал ДИ            | $= t \cdot S_{ср}$      |   | 0,046  |
| 12 | 7                   | 14,80 | Относит. ошибка $\delta$        | $= ДИ / \bar{X}_{ср}$   |   | 0,0031 |

## Задание 2.

Рассмотрим две группы больных тахикардией, одна из которых (контрольная) получала традиционное лечение, другая (исследуемая) получала лечение по новой методике. Ниже приведены частоты сердечных сокращений (ЧСС) для каждой группы (ударов в минуту).

Рассчитать все приведённые выше характеристики, сравнить результаты.

| Контроль | Исследование |
|----------|--------------|
| 162      | 135          |
| 156      | 126          |
| 144      | 115          |
| 137      | 140          |
| 125      | 121          |
| 145      | 112          |
| 151      | 130          |