

**Кокина Наталья Васильевна**

канд. физ.-мат. наук, доцент

**Юркин Валерий Михайлович**

канд. физ.-мат. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный

университет им. П. Сорокина»

г. Сыктывкар, Республика Коми

## **ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА АНАЛИЗА MICROSOFT EXCEL**

*Аннотация:* в статье авторами приведены примеры построения интервального ряда и гистограммы распределения, расчета выборочных характеристик измеренных величин с помощью стандартного пакета прикладных программ.

*Ключевые слова:* пакет анализа, Microsoft Excel, гистограмма распределения, интервальная оценка, случайная ошибка измерений.

Выполнение лабораторных работ по физике предусмотрено учебными планами вузов и факультетов специальностей не только физического и инженерно-технического профиля, но также и направлений медико-биологического характера, например, «лечебное дело» и др. Для поступления на непрофильные специальности прохождение вступительных испытаний по дисциплинам «физика» и, во многих случаях, «математика (профильный уровень)» не является обязательным. В результате этого студенты таких направлений подготовки испытывают затруднения как в усвоении основных физических закономерностей изучаемого явления и проведении эксперимента, так и при проведении громоздких вычислений больших массивов значений. Основной целью физического практикума в данном случае является формирование навыков нахождения физических закономерностей в процессах, протекающих в биологических объектах, их моделирования, проведения математической обработки экспериментальных данных и

принятия решения на основании полученных результатов. Эти умения будут востребованы выпускниками при решении исследовательских задач в дальнейшей профессиональной деятельности.

При проведении лабораторных занятий по физике представляется целесообразным использовать современные компьютерные технологии, которые позволяют значительно сократить время вычислительных операций с большим количеством данных. С предварительной математической обработкой и анализом результатов, встречающихся в прикладных задачах, успешно справляются стандартные пакеты прикладных программ, в частности, процессор электронных таблиц Microsoft Office Excel с дополнительной надстройкой «Пакет анализа». С точки зрения доступности и навыков работы Microsoft Excel, в отличие от специализированных статистических пакетов (например, Statistica и др.), используемых в научной практике исследователя, не вызывает сложностей у студентов даже после школьного курса информатики.

Рассмотрим решение классической задачи о параметрах генеральной совокупности по ее выборке с помощью прикладного пакета анализа Microsoft Excel. При измерении роста у 50 студентов были получены следующие результаты (в см): 173, 169, 189, 178, 181, 158, 185, 166, 177, 161, 179, 194, 182, 174, 170, 179, 175, 171, 175, 171, 183, 186, 198, 163, 167, 174, 177, 183, 185, 194, 169, 191, 166, 177, 175, 183, 190, 187, 181, 177, 174, 162, 179, 187, 174, 183, 178, 174, 166, 177, 169, 185. Необходимо представить эти данные в виде интервального статистического ряда распределения, построить гистограмму частот и найти интервальную оценку генеральной средней с вероятностью  $p \geq 0,95$  в предположении нормального распределения изучаемого признака в генеральной совокупности.

Для представления данных в виде интервального ряда и построения гистограммы частот воспользуемся инструментом анализа данных «Гистограмма» [1, с. 188]. Во входном интервале указываются измеренные значения, в интервале карманов (необязательный параметр) – границы группировок данных (рис. 1). Если интервал карманов не задан, то он создается автоматически, границы соседних группировок отличаются друг от друга на одинаковое число и

равномерно распределены между минимальным и максимальным значением. При этом включаются значения на нижней границе отрезка и не включаются значения на верхней границе.

В теоретических расчетах для определения величины интервала группировки часто используют формулу Стерджесса:

$$\Delta = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,32 \cdot \lg n},$$

где  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальное и минимальное значения вариантов,  $n$  – объем выборки (число наблюдений). В нашем случае  $\Delta \approx 6$  см. Зададим интервал карманов (границы группировок): первое значение равно  $x_{\min} - \Delta/2$ , каждое последующее значение получается прибавлением к предыдущему значению величины интервала  $\Delta$  до тех пор, пока не будет превышено максимальное значение варианты. В нашем примере это числа 153, 159, 165, 171, 177, 183, 189, 195, 201. Интервальный ряд и гистограмма, построенная с учетом рассчитанных интервалов карманов, приведена на рис. 1.

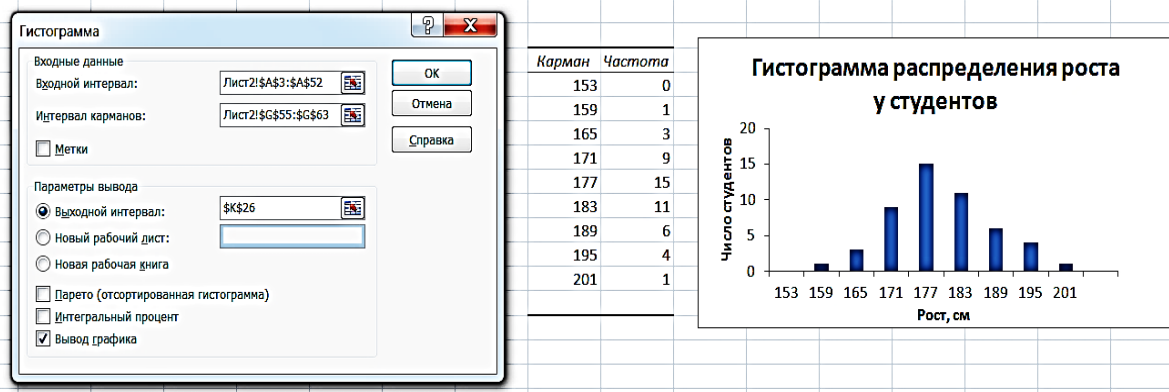


Рис. 1. Вид интервального ряда и гистограммы распределения

Для нахождения интервальной оценки генеральной средней с заданной вероятностью воспользуемся инструментом анализа данных «Описательная статистика» [1, с. 245]. Во входном интервале указываются сгруппированные по строкам или по столбцам экспериментальные значения, в уровне надежности – доверительная вероятность. Результаты вычислений будут представлены в таблице итоговой статистики (рис. 2).

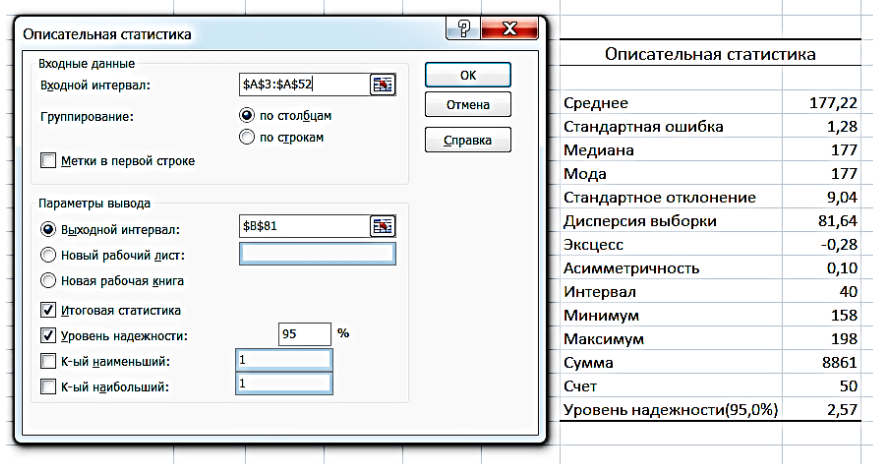


Рис. 2. Результаты вычислений итоговой статистики

В таблице 1 представлены формулы для вычислений некоторых параметров итоговой статистики.

Таблица 1

Параметры итоговой статистики

| Параметр итоговой статистики | Пояснение  | Формула   |
|------------------------------|--|---|
| Среднее                      | Среднее арифметическое значение (выборочное среднее)                                 | $\bar{x}_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  |
| Стандартная ошибка           | Стандартная ошибка средней (ошибка выборочной средней или ошибка репрезентативности) | $s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_e)^2}$  |
| Стандартное отклонение       | Стандартное отклонение для выборки из генеральной совокупности                       | $s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_e)^2}$  |
| Дисперсия выборки            | Исправленная выборочная дисперсия  | $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_e)^2$  |
| Уровень надежности           | Полуширина доверительного интервала (точность оценки генеральной средней)            | $\Delta x = s_{\bar{x}} \cdot t_p(f) = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_p(f)$<br>где $t_p(f)$ – нормированный показатель распределения Стьюдента, $f = (n-1)$ – количество степеней свободы, $p$ – доверительная вероятность. |

Описательная статистика в Microsoft Excel позволяет найти интервальную оценку генеральной средней с заданной вероятностью по данным о среднем и

уровне надежности:  $\bar{x}_e - \Delta x \leq \bar{x}_r \leq \bar{x}_e + \Delta x$ . В рассмотренном примере распределение роста у студентов близко к нормальному распределению, а генеральная средняя с вероятностью 95% находится в диапазоне от 174 до 180 см (с учетом округления).

Результаты описательной статистики «среднее» и «стандартная ошибка» также могут быть использованы для автоматического вычисления среднего значения и случайной ошибки прямых измерений физического эксперимента, соответственно (рис. 2).

Таким образом, предварительная статистическая обработка данных физического и медико-биологического эксперимента может быть успешно проведена с помощью стандартных пакетов прикладных программ, в частности, пакета анализа, встроенного в Microsoft Office Excel. Получаемые при выполнении лабораторных работ по физике навыки автоматизированных расчетов позволяют студентам в дальнейшем самостоятельно использовать их при проведении наблюдений в рамках своей профессиональной деятельности.

### ***Список литературы***

1. Зайцев В.М. Прикладная медицинская статистика [Текст]: Учебное пособие / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.И. Маринкин. – СПб.: Фолиант, 2003. – 432 с.