**1. Введение**

Работа химиков, физиков и представителей других естественно-научных профессий часто связана с выполнением количественных измерений различных величин. При этом возникает вопрос анализа достоверности получаемых значений, обработки результатов непосредственных измерений и оценки погрешностей расчетов, в которых используются значения непосредственно измеряемых характеристик (последний процесс также называется обработкой результатов *косвенных*измерений). По целому ряду объективных причин знания выпускников химического факультета МГУ о расчете погрешностей не всегда достаточны для правильной обработки получаемых данных. В качестве одной из таких причин можно назвать отсутствие в учебном плане факультета курса по статистической обработке результатов измерений.

            К данному моменту вопрос вычисления погрешностей, безусловно, изучен исчерпывающе. Существует большое количество методических разработок, учебников и т.д., в которых можно почерпнуть информацию о расчете погрешностей. К сожалению, большинство подобных работ перегружено дополнительной и не всегда нужной информации. В частности, большинство работ студенческих практикумов не требует таких действий, как сравнение выборок, оценка сходимости и др. Поэтому кажется целесообразным создание краткой разработки, в которой изложены алгоритмы наиболее часто употребляемых вычислений, чему и посвящена данная разработка.

**2. Обозначения, принятые в данной работе**

-измеряемая величина, -среднее значение измеряемой величины, - абсолютная погрешность среднего значения измеряемой величины,  - относительная погрешность среднего значения измеряемой величины.

**3. Расчет погрешностей непосредственных измерений**

Итак, предположим, что были проведены n измерений одной и той же величины в одних и тех же условиях. В этом случае можно рассчитать среднее значение этой величины в проведенных измерениях:

                                                                 (1)

Как вычислить погрешность ? По следующей формуле:

                                                      (2)

В этой формуле используется коэффициент Стьюдента . Его значения при разных доверительных вероятностях и значениях  приведены в [таблице](http://www.students.chemport.ru/thamma.shtml).

**3.1. Пример расчета погрешностей непосредственных измерений:**

            **Задача.**

Проводили измерения длины  металлического бруска. Было сделано 10 измерений и получены следующие значения: 10 мм, 11 мм, 12 мм, 13 мм, 10 мм, 10 мм, 11 мм, 10 мм, 10 мм, 11 мм. Требуется найти среднее значение  измеряемой величины (длины бруска) и его погрешность .

**Решение.**

С использованием формулы (1) находим:

*мм*

Теперь с использованием формулы (2) найдем абсолютную погрешность  среднего значения  при доверительной вероятности  и числе степеней свободы  (используем значение =2,262, взятое из [таблицы](http://www.students.chemport.ru/thamma.shtml)):



Запишем результат:

=10,8±0,70.95 *мм*

**4. Расчет погрешностей косвенных измерений**

Предположим, что в ходе эксперимента измеряются величины , а затем c использованием полученных значений вычисляется величина  по формуле . При этом погрешности непосредственно измеряемых величин рассчитываются так, как это было описано в пункте 3.

Расчет среднего значения величины  производится по зависимости  с использованием средних значений аргументов .

Погрешность величины  рассчитывается по следующей формуле:

****,(3)

где - количество аргументов , - частные производные функции по аргументам ,  - абсолютная погрешность среднего значения аргумента .

Абсолютная погрешность, как и в случае с прямыми измерениями, рассчитывается по формуле .

**4.1. Пример расчета погрешностей непосредственных измерений:**

            **Задача.**

Было проведено 5  непосредственных измерений величин  и . Для величины  получены значения: 50, 51, 52, 50, 47; для величины  получены значения: 500, 510, 476, 354, 520. Требуется рассчитать значение величины , определяемой по формуле  и найти погрешность полученного значения.

**Решение.**

По формуле (1) найдем средние значения величин  и :



Вычисляем :



            Находим в [таблице](http://www.students.chemport.ru/thamma.shtml) при доверительной вероятности 0,95 и числе степеней свободы  значение . По формуле (2) рассчитываем погрешности средних значений величин  и :



С использованием формулы (3) находим относительную погрешность среднего значения величины :

****

Найдем абсолютную погрешность среднего значения величины :



Запишем результат:

