

3. Работа с готовой таблицей обработки Task_19_res.xls

Файл таблицы к Задаче 19. Изучение упругих колебаний можно скопировать на флешку (или сделать самостоятельно) и использовать на PC, на котором установлен Microsoft Office 2000-2010 или LibreOffice 4-5. Измеряемые и рассчитываемые величины вносятся в таблицы, форма которых рекомендована в описании к задаче. При использовании **готовой таблицы обработки результатов** Task_19_res.xls следует пользоваться следующими рекомендациями.

Каждое упражнение в задаче представлено на отдельном листе (переключается внизу экрана Упражн._1, Упражн._2). Измеренные величины, а также константы, которые могут понадобиться при расчете, вводятся в **ячейки таблицы, выделенные красным цветом**. **Ячейки таблицы**, в которые следует **вести/отредактировать формулы для расчета выделены коричневым цветом**. **Остальные ячейки таблицы**, в которые заведены не требующие изменения формулы, **должны оставаться без изменения** (эти ячейки закрыты для записи). Формулы, по которым проводятся расчеты, Для удобства пользования приведены в текстовом виде и выделены в **файле синим цветом**.

При выполнении пунктов 1а, 1б, 1в в Упражн._1 необходимо:

- I. пункт 1а: для нахождения коэффициента жесткости пружин ввести **измеренные значения массы грузов m_j и массы указателя $m_{жк}$** в г (B12, B13 и B14, соответственно) и **деформаций пружин x_j** в м (D12, D13 и G12, G13) в соответствующие ячейки
 - II. электронная таблица автоматически рассчитывает **среднее значение коэффициента жесткости k_j** для двух пружин, а также **частные погрешности измерения жесткости за счет погрешностей массы $(\Delta k/k)_m$ и деформации $(\Delta k/k)_x$ и значение полной погрешности косвенных измерений $(\Delta k/k)$** (пункт 1г внизу таблицы)
 - III. пункт 1б: электронная таблица автоматически рассчитывает **частоты колебаний ν_j** для двух грузов и двух пружин, а также частные $(\Delta \nu/\nu)_m$, $(\Delta \nu/\nu)_k$ и полные $(\Delta \nu/\nu)$ погрешности косвенных измерений частоты (пункт 1г внизу таблицы)
 - IV. пункт 1в: ввести результаты нескольких измерений (минимум 5) времени n колебаний грузов в соответствующие ячейки (например, B27 – B36) непосредственно в единицах измерения сек (число измеряемых колебаний $n = 10$ или 20 выбирается по указанию преподавателя и вводится в ячейку E23) для двух пружин и двух грузов. Неиспользуемые ячейки в конце колонки остаются пустыми; число измерений $N_{11}, N_{12}, N_{21}, N_{22}, \dots$ программа определяет и указывает в ячейках G22, G23, I22, I23.
 - V. задать/проверить используемые значения **коэффициента Стьюдента $t_{\Delta, n}$** для серии измерений (ячейка E6), который зависит от доверительного интервала Δ и числа измерений N
- Электронная таблица определяет **экспериментальные частоты колебаний ν_j** для двух грузов и двух пружин, а также погрешность серии прямых измерений частоты (достаточно для одного груза и одной пружины). Значение приборной погрешности Δt_{np} - половина

цены деления секундомера. Блок для расчета погрешностей серии измерений $\{v_i\}$ аналогичен используемому в задаче 1. Следует сравнить рассчитанные значения (из пункта 1б) и экспериментальные значения (из пункта 1в) частот колебаний v_i , которые должны совпадать в пределах погрешностей измерений (из пункта 1г).

IV. пункт 1г: Полные погрешности косвенных измерений коэффициента жесткости k_i и частоты колебаний v_i грузов определяются погрешностями величин, входящих в расчетные формулы для них. Программа рассчитывает относительные частные погрешности, зная которые следует ввести формулы для расчета полных относительных погрешностей (ячейки F47, F54), а затем - для полных абсолютных погрешностей (ячейки F46, F53). Для расчета относительной и абсолютной погрешности серии прямых измерений частоты колебаний v_i следует ввести формулы в ячейки F67, F68, используя значения полной погрешности измерения времени n колебаний из ячейки G59, которые рассчитала программа.

При выполнении Упражн. 2 необходимо

I. пункт 2б: для нахождения логарифмического декремента затухания ввести измеренные значения числа колебаний n и времени колебаний t_n , при которых амплитуда уменьшается в два раза в соответствующие ячейки, выделенные красным цветом. Внести значения массы груза с лопаткой и массы указателя в ячейки.

II. электронная таблица автоматически рассчитывает среднее значение периода колебаний T и логарифмического декремента затухания δ для двух пружин. Далее по известной формуле для двух пружин вычисляется коэффициент трения b а также Полезно провести оценки погрешностей измерения логарифмического декремента затухания двумя способами: а) для серии из N измерений ($N = 5$) используя значения δ_i из первой таблицы и б) для косвенных измерений, рассчитывая частичные вклады от погрешностей измерения числа колебаний $(\Delta\delta/\delta)_n$, от начальной $(\Delta\delta/\delta)_{A0}$ и конечной $(\Delta\delta/\delta)_{An}$ амплитуд колебаний. В заключении определяется полная погрешность $(\Delta\delta/\delta)_0$ косвенных измерения коэффициент трения b .

III. После завершения расчетов следует **записать рассчитанные величины в таблицы в рабочей тетради**, оставив необходимое число значащих цифр в соответствии с теорией ошибок (можно распечатать и вклеить таблицы в тетрадь).