

Тренировочная лабораторная работа на буткемпе ФАКИ

30 августа 2024 г.

Постановка задачи

Перед вами – тренировочная лабораторная работа, которая ставит своей целью научить вас двум важным аспектам выполнения лабораторных работ: создание отчёта в электронном виде с помощью LaTeX, а также обработка экспериментальных данных средствами Python и пакетов к нему, разобранных ранее на буткемпе.

Обычно отчёт о выполнении лабораторной работы включает в себя следующие разделы: Аннотация, Теоретические сведения, Экспериментальная установка, Обработка полученных данных и Выводы. Так как это – тренировочная работа, то текст всех разделов, кроме «Обработки данных», был написан за вас, чтобы сейчас вы не тратили время на набор текста. **Важное уточнение:** тема работы, а также текст и формулы являются взятыми из головы и их не стоит рассматривать всерьёз!

Также для упрощения задачи в папке «report_example» лежит образец отчёта с уже заполненным разделом «Обработка данных» (только все числа в расчётах были скрыты). После проделанной работы у вас должно получиться что-то аналогичное.

Итак, ваша задача сейчас:

1. Скачать к себе шаблон отчёта из папки «template», а также данные, которые нужно будет обработать – они лежат в папке «lab_data».
2. Написать Python скрипт, который обрабатывает данные и строит графики (см. следующий раздел).
3. Вставить в раздел «Обработка данных» формулы, которыми вы пользовались в вычислениях (выписаны в образце отчёта), графики, полученные на предыдущем пункте, а также значения подобранных коэффициентов, собранных в таблицы (пример таблицы есть в образце отчёта).

1 Формулы для обработки данных

Для того чтобы выполнить пункт 2 из списка выше самостоятельно, вам потребуются некоторые формулы и правила для вычислений, с которыми вы познакомитесь позднее, в первом семестре лабораторного практикума. Мы же облегчим вам задачу и сразу же выпишем необходимые для данной тренировочной лабораторной формулы.

1.1 Основные расчётные формулы (есть в разделе с теорией в шаблоне отчёта)

Формула, описывающая сытость кота (расшифровка обозначений есть в шаблоне отчёта):

$$F = B \cdot e^{At}. \quad (1)$$

Значения t и соответствующие значения F нам известны из эксперимента 1, данные находятся в файле «data_1.xlsx». Мы же хотим узнать значения параметров A и B , которые соответствуют наблюдаемым зависимостям. (То есть мы измеряем A и B не напрямую каким-то прибором, а косвенно – измеряя другие величины и зная теоретически обоснованную зависимость между ними).

Возьмём натуральный логарифм от обеих частей уравнения:

$$\ln(F) = At + \ln(B).$$

Вводя обозначение $\ln(F) = R$, $\ln(B) = P$, получаем:

$$R = At + P.$$

Мы получили, что в координатах $(t, \ln(F))$ наш график представляет собой прямую. А параметры прямой по заданным точкам мы можем получить с помощью функции, написанной во второй день буткемпа (см. «second_day/15_to_16»).

Вторая формула, описывающая рост шерсти кота (теперь из эксперимента нам известны L и n):

$$L = \operatorname{arctg}(Cn^2 + Dn). \quad (2)$$

Возьмём тангенс обеих частей:

$$\operatorname{tg}(L) = Cn^2 + Dn.$$

И поделим на n :

$$\frac{\operatorname{tg}(L)}{n} = Cn + D.$$

С заменой $\frac{\operatorname{tg}(L)}{n} = W$:

$$W = Cn + D.$$

И опять мы получили уравнение прямой, значит, сможем найти коэффициенты C и D .

И последняя формула, которой лабораторная будет завершаться:

$$Q = \frac{\cos^2(\tau)B}{C \ln(20D)}. \quad (3)$$

1.2 Погрешности

Мы не будем сильно углубляться в детали, их вам ещё расскажут. Пока что мы воспользуемся лишь основными фактами про погрешности и будем их вычислять приближённо.

У каждой измеренной в эксперименте величины есть какая-то погрешность. Например, обычной линейкой мы не можем измерить расстояния меньше 0.5 мм. Значит, грубо говоря,

у линейки абсолютная погрешность измерения составляет 0.5 мм. Если мы измерили длину какого-то объекта, и получилось 18 мм, то записывается это вот так: $l = 18.0 \pm 0.5$ мм.

Также можно ввести относительную погрешность, как отношение абсолютной погрешности к измеренной величине. В примере выше относительная погрешность будет равна $\frac{0.5}{18} = 0.028$.

Далее будем обозначать абсолютную погрешность величины a как Δa , а относительную — как s_a .

Будем считать, что в нашей работе погрешности измерения t и n нет, а $s_R = s_W = 0.04$ (т.е. относительная погрешность величин R и W составляет 0.04, что означают эти символы написано в предыдущем разделе). Эта информация нам нужна при построении графика с крестами ошибок.

После того как мы провели прямые через экспериментальные точки нашим методом, нам станут известны коэффициенты A , $\ln(B)$, C , D и их абсолютные погрешности ΔA , $\Delta \ln(B)$, ΔC , ΔD . Будем считать что $s_B = s_{\ln(B)}$.

Чтобы вычислить погрешность коэффициента Q мы воспользуемся следующими формулами:

$$s_Q = \sqrt{s_B^2 + s_C^2},$$

$$\Delta Q = Q \cdot s_Q.$$