

LabData

1. Классификация погрешностей

(a) Что необходимо знать при сравнении между собой экспериментальных значений величины?

погрешность

(b) Какие данные необходимо использовать при сравнении экспериментальных зависимостей величин с теоретической моделью?

значения величин с погрешностью

(c) Чем определяется чувствительность эксперимента?

системат погрешностями, объёмом статистики, эффективностью (вероятностью срабатывания)

(d) Что дает калибровка установки?

сист погрешности, эффективность

(e) Что такое «охранная система» установки?

пример: гравитационный прибор выкидывает данные во время землетрясения

(f) Что такое триггеры высшего уровня?

выкидываем данные на программном уровне

(g) Что такое систематическое отклонение величины?

сдвиг среднего от реальности

2. Характеристики погрешностей

(a) Чем гистограмма распределения случайной величины отличается от графика распределения?

гистограмма - дискретная, график - непрерывный

(b) Как зависит погрешность оценки среднего случайной величины от выборки измерений N?

$$\frac{1}{\sqrt{N}}$$

(c) Уменьшается ли дисперсия измерений случайной величины при увеличении выборки N?

нет?

(d) Как оценить полное квадратичное отклонение за счет систематических и случайных ошибок?

$$\sigma^2 = \sigma_{\text{сист}}^2 + \sigma_{\text{случ}}^2$$

(e) Что такое отношение сигнал/шум?

шум - у установки есть неопределённости, когда сигнала нет

3. Случайные величины

(a) Чему равна вероятность найти случайную величину в области значений с окрестностью 1-сигма от среднего?

68%

(b) Чему равна вероятность найти случайную величину в области значений с окрестностью 2-сигма от среднего?

95%

(c) Формула для дисперсии $\sigma^2[x]$ через среднее $\langle x^2 \rangle$ и $\langle x \rangle^2$.

$$\sigma = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2$$

(d) Чему равен коэффициент корреляции $r = (\langle xy \rangle - \langle x \rangle \langle y \rangle) / (\sigma[x] \sigma[y])$ для двух независимых случайных величин x и y ?

$$r = 0$$

(e) Чему равен коэффициент корреляции $r = (\langle xy \rangle - \langle x \rangle \langle y \rangle) / (\sigma[x] \sigma[y])$ для двух зависимых случайных величин x и $y=x$?

$$r = 1$$

(f) Чему равна дисперсия суммы двух независимых величин?

$$D = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$$

(g) Как связана погрешность измерения среднего в выборке с дисперсией случайной величины?

$$\frac{\sigma_x}{\sqrt{N}} \text{ ?????}$$

4. Нормальное распределение

(a) В каких пределах меняется случайная вещественная величина, распределение которой стремится к гауссову?

$$(-\infty, \infty)$$

(b) Сколько параметров у нормального распределения случайной величины и их смысл?

$$\langle x \rangle, \sigma_x$$

(c) Какое распределение имеет случайная величина, которая принимает неотрицательные целые значения?

пуассона

(d) Сколько параметров у распределения случайной величины по Пуассону и их смысл?

$$\langle n \rangle \text{ ???}$$

(e) Чему равна вероятность найти случайную величину в области значений с окрестностью 1-сигма от среднего?

68

(f) Чему равна вероятность найти случайную величину в области значений с окрестностью 2-сигма от среднего?

(g) Как выглядит область в 1-сигма для двух скоррелированных случайных величин при хорошей статистике?

наклонённый эллипс (или нет, если $r = 0$)

(h) Что происходит с оценкой погрешностей двух скоррелированных случайных величин при плохой статистике?

банановая область значений

(i) Что такое трехточечный коррелятор случайной величины?

$$\langle (x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) \rangle$$

(j) Как установить, что распределение вещественной величины негауссово?

$$(x - \langle x \rangle)^3$$

сравниваем Гаусс и по данным

(k) При каком интегральном отклонении сигнал/шум наблюдение принято считать абсолютно достоверным?

3σ - observation 5σ - discovery

(l) При каком расхождении значений эксперимента принято считать абсолютно достоверным, что эти эксперименты противоречат друг другу?

5σ

5. Погрешность косвенных измерений (перенос ошибок)

(a) Вычислите дисперсию $f=f(x,y)$, если x и y — это случайные величины, которые коррелируют с коэффициентом r .

$$\delta f = f(x, y) - f(\langle x \rangle, \langle y \rangle)$$

TODO

$$r\sigma_x\sigma_y$$

(b) В каких случаях возникает несимметричная погрешность измеряемой величины?

1. нелинейные члены из-за большой области
2. эффективность установки, систем. погрешности

6. Оценка параметров зависимостей

(a) Какие 3 характеристики модельного описания данных оцениваются в эксперименте?

параметры, погрешности, вероятность описания

(b) Какая процедура для учета эффективности измерений является верной: А — необходимо модельные данные в бине умножить на эффективность измерения в бине и сравнить с реальными данными; В — необходимо реальные данные в бине разделить на эффективность измерения в бине и сравнить с модельными значениями?

А

(с) Как узнать влияние систематических ошибок на измерение модельной зависимости?

как изменится роль статистики при увеличении измерений

(d) Как упрощается исследование нелинейных зависимостей в простых случаях?

заменой переменных привести к линейной

7. Метод хи-квадрат (χ^2)

(a) Как определяется число степеней свободы (d.o.f.=«degrees of freedom») в методе хи-квадрат для одной случайной величины у, зависящей от точно измеряемой величины х?

количество точек - число параметров

(b) Чему отвечает значение минимума хи-квадрат?

корреляции с теорией, оценки погрешностей, большие значения - расхождение с теорией

(с) Зависят ли оценки по хи-квадрат от числа степеней свободы в моделировании экспериментальных данных?

зависят

(d) Известна ли вероятность описания данных моделью в методе наименьших квадратов?

нет (считаем погрешности неизвестными, но одинаковыми)

(е) Что делать с результатами метода наименьших квадратов в научной работе, если погрешности измерений неизвестны?

это не научная работа

(f) Что делать с результатами метода наименьших квадратов в научной работе, если погрешности измерений величины не зависят от бина?

пишем χ^2

(g) Как определяется функция правдоподобия в общем случае N бинов?

произведение вероятн отклонения в каждом бине

(h) Когда имеет смысл вводить функцию правдоподобия вместо хи-квадрат?

когда распределение не гауссово

(i) Коэффициент наклона прямой k в методе наименьших квадратов с равными весами точек в бинах.

$$k = \frac{\langle xy \rangle - \langle x \rangle \langle y \rangle}{\sigma_x^2}$$

8. Погрешности измеряемых параметров модели

(a) О чем сигнализирует большое значение хи-квадрат?

заниженные системат. ошибки, плохая теория

(b) Когда χ^2 возле минимума не является параболой?

перенос ошибок нелинейный

9. Построение графиков

(a) Вопрос к теоретикам: Что по осям?

какая величина, в чём измеряется, модельная кривая

(b) Вопрос к экспериментаторам: Где ошибки?

погрешности, формулы аппроксимации

10. Математические свойства теории вероятностей [по доп.лекциям]

(a) Формула Стирлинга $n! = \sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e}\right)^n$

(b) Биномиальное распределение $w_n = C_N^n p^n q^{N-n} = \binom{N}{n} p^n q^{N-n}$

(c) Среднее число событий в биномиальном распределении $\langle n \rangle = pN$

(d) Распределение Пуассона w_n со средним $\langle n \rangle$: $w_n = \frac{\langle n \rangle^n}{n!} e^{-\langle n \rangle}$

(e) Ряд Тейлора для $\ln(1-x) = -x - \frac{x^2}{2} - \dots$