Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ

Группа P3220 К работе допущен Студенты Касьяненко В., Кремпольская Е. Работа выполнена Преподаватель Иванов В. Ю. Отчет принят

Отчет по лабораторной работе № 1.01

Исследование распределения случайной величины

1. Цель работы:

Исследовать распределения случайной величины на примере многократных измерений определённого интервала времени.

1. Задачи, решаемые при выполнении работы:
2. Провести многократные измерения определенного интервала времени.
3. Построить гистограмму распределения результатов измерения.
4. Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки.
5. Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с такими же, как и у экспериментального распределения средним значением и дисперсией.
6. Объект исследования:

Случайная величина – результат измерения промежутка времени от начала телефонного звонка абонента МТС до соединения с конечным абонентом Теле2 в промежутке 22:39 - 22:57 07.09.2023.

1. Метод экспериментального исследования:

Многократное прямое измерение определенного интервала времени и проверка закономерностей распределения значений этой случайной величины.

1. Рабочие формулы и исходные данные.

* – среднее арифметическое всех результатов измерений.
* – выборочное среднеквадратичное отклонение.
* – максимальное значение плотности распределения.
* – среднеквадратичное отклонение среднего значения.
* – нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса.
* – доверительный интервал.
* – абсолютная погрешность с учетом погрешности приборов,   
   – погрешность прибора, – случайная погрешность (доверительный интервал).
* – относительная погрешность, – абсолютная погрешность, – результат измерений.

1. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
| 1 | Секундомер | Цифровой | 0 – 10 с | 0.005 с |

1. Схема установки (*перечень схем, которые составляют Приложение 1*).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, дизайн

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Схема установки

1. Результаты прямых измерений и их обработки (*таблицы, примеры расчетов*).

Таблица 1. Результаты прямых измерений.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | *, с* | *, с* | *, с2* |
| 1 | 6,99 | -0,03 | 0,0009 |
| 2 | 7,02 | 0,00 | 0,0000 |
| 3 | 7,01 | -0,01 | 0,0001 |
| 4 | 6,96 | -0,06 | 0,0036 |
| 5 | 6,96 | -0,06 | 0,0036 |
| 6 | 7,09 | 0,07 | 0,0049 |
| 7 | 6,99 | -0,03 | 0,0009 |
| 8 | 7,02 | 0,00 | 0,0000 |
| 9 | 7,02 | 0,00 | 0,0000 |
| 10 | 7,07 | 0,05 | 0,0025 |
| 11 | 7,08 | 0,06 | 0,0036 |
| 12 | 6,96 | -0,06 | 0,0036 |
| 13 | 7,08 | 0,06 | 0,0036 |
| 14 | 7,07 | 0,05 | 0,0025 |
| 15 | 6,96 | -0,06 | 0,0036 |
| 16 | 7,05 | 0,03 | 0,0009 |
| 17 | 7,07 | 0,05 | 0,0025 |
| 18 | 6,92 | -0,10 | 0,0100 |
| 19 | 7,15 | 0,13 | 0,0169 |
| 20 | 6,84 | -0,18 | 0,0324 |
| 21 | 7,09 | 0,07 | 0,0049 |
| 22 | 7,07 | 0,05 | 0,0025 |
| 23 | 7,07 | 0,05 | 0,0025 |
| 24 | 7,64 | 0,62 | 0,3844 |
| 25 | 7,00 | -0,02 | 0,0004 |
| 26 | 6,89 | -0,13 | 0,0169 |
| 27 | 6,94 | -0,08 | 0,0064 |
| 28 | 6,94 | -0,08 | 0,0064 |
| 29 | 7,13 | 0,11 | 0,0121 |
| 30 | 7,04 | 0,02 | 0,0004 |
| 31 | 6,53 | -0,49 | 0,2401 |
| 32 | 6,92 | -0,10 | 0,0100 |
| 33 | 7,17 | 0,15 | 0,0225 |
| 34 | 6,94 | -0,08 | 0,0064 |
| 35 | 6,94 | -0,08 | 0,0064 |
| 36 | 7,02 | 0,00 | 0,0000 |
| 37 | 7,08 | 0,06 | 0,0036 |
| 38 | 6,97 | -0,05 | 0,0025 |
| 39 | 7,02 | 0,00 | 0,0000 |
| 40 | 7,05 | 0,03 | 0,0009 |
| 41 | 7,01 | -0,01 | 0,0001 |
| 42 | 7,14 | 0,12 | 0,0144 |
| 43 | 7,06 | 0,04 | 0,0016 |
| 44 | 6,93 | -0,09 | 0,0081 |
| 45 | 6,91 | -0,11 | 0,0121 |
| 46 | 7,11 | 0,09 | 0,0081 |
| 47 | 6,92 | -0,10 | 0,0100 |
| 48 | 6,96 | -0,06 | 0,0036 |
| 49 | 6,99 | -0,03 | 0,0009 |
| 50 | 7,09 | 0,07 | 0,0049 |
|  | ,02 *с* | = 0,00 *с* | 𝜎𝑁 = 0,13 *с*  𝜌𝑚𝑎𝑥 = 2,85 *с -1* |

1. Расчет результатов косвенных измерений (*таблицы, примеры расчетов*).

* = 7,02 *с*
* = = 0,13 *с*
* 𝜌max = = 3,07 *с -1*
* = 0,02 *с*
* тогда для построения гистограммы возьмем 7 интервалов 0,159 *с*

Таблица 2. Данные для построения гистограммы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов, с | *∆N* | , *с-1* | 𝑡*, c* | 𝜌, *c-1* |
| 6,530 | 1 | 0,13 | 6,6095 | 0,02 |
| 6,689 |  |  |  |  |
| 6,689 | 1 | 0,13 | 6,7685 | 0,47 |
| 6,848 |  |  |  |  |
| 6,848 | 20 | 5,52 | 6,9275 | 2,38 |
| 7,007 |  |  |  |  |
| 7,007 | 26 | 3,27 | 7,0865 | 2,69 |
| 7,166 |  |  |  |  |
| 7,166 | 1 | 0,13 | 7,2455 | 0,68 |
| 7,325 |  |  |  |  |
| 7,325 | 0 | 0,00 | 7,4045 | 0,04 |
| 7,484 |  |  |  |  |
| 7,484 | 1 | 0,13 | 7,5635 | 0,00 |
| 7,643 |  |  |  |  |

Опытное значение плотности вероятности: *с-1*

Нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса= = 2,38 *с-1*

Таблица 3. Стандартные доверительные интервалы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, *с* | | *∆N* |  | *P* |
| от | до |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 𝜎 | 6,88 | 7,16 | 46 | 0,92 | 0,683 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 2𝜎 | 6,74 | 7,30 | 48 | 0,96 | 0,954 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 3𝜎 | 6,60 | 7,44 | 48 | 0,96 | 0,997 |

1. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений):

*c*; *c,*

Абсолютная погрешность с учетом погрешности прибора  *с*

Относительная погрешность измерения:%

1. Графики (*перечень графиков, которые составляют Приложение 2*).

График 1 – Гистограмма и функция Гаусса

1. Окончательные результаты.

* Среднеквадратичное отклонение среднего значения = 0,02 *с*
* Табличное значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности

* Доверительный интервал *c*
* Среднее арифметическое всех результатов измерений = 7,02 *c*
* Выборочное среднеквадратичное отклонение: = 0,13 *с*
* Максимальное значение плотности распределения 𝜌𝑚𝑎𝑥 = 3,07 *с-1*

1. Выводы и анализ результатов работы.

Таким образом, мы исследовали распределение случайной величины на примере многократных замеров временного отрезка. Результаты прямых измерений, данные для построения гистограммы, стандартные доверительные интервалы были занесены в соответствующие таблицы. После заполнения таблиц построили гистограмму и функцию Гаусса.