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

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ

Группа P3215 К работе допущен Студент Барсуков Максим Андреевич Работа выполнена Преподаватель Хвастунов Н. Н. 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:**

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

Случайная величина – результат измерения промежутка времени от нажатия кнопки питания ноутбука до загрузки экрана блокировки.

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.

1. **Измерительные приборы.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
| 1 | Секундомер | Цифровой | 0 – 20 с | 0.005 с |

1. **Схема установки:**

Ноутбук ASUS ZenBook 14 UX425 c ОС Manjaro Linux и цифровой секундомер, с ценой

деления не более 0,01 с. Первый прибор запускается кнопкой питания и загружается до экрана блокировки SDDM, интервал времени загрузки которого многократно измеряется цифровым секундомером.

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

*Таблица 1. Результаты прямых измерений.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | *, с* | *, с* | *, с2* |
| 1 | 12,84 | 0,01 | 0,00004356 |
| 2 | 13,78 | 0,95 | 0,89605156 |
| 3 | 12,87 | 0,04 | 0,00133956 |
| 4 | 12,61 | -0,22 | 0,04990756 |
| 5 | 12,58 | -0,25 | 0,06421156 |
| 6 | 13,31 | 0,48 | 0,22714756 |
| 7 | 12,33 | -0,50 | 0,25341156 |
| 8 | 12,06 | -0,77 | 0,59814756 |
| 9 | 13,19 | 0,36 | 0,12716356 |
| 10 | 13,05 | 0,22 | 0,04691556 |
| 11 | 12,47 | -0,36 | 0,13205956 |
| 12 | 12,95 | 0,12 | 0,01359556 |
| 13 | 12,93 | 0,10 | 0,00933156 |
| 14 | 12,85 | 0,02 | 0,00027556 |
| 15 | 13,01 | 0,18 | 0,03118756 |
| 16 | 12,59 | -0,24 | 0,05924356 |
| 17 | 12,55 | -0,28 | 0,08031556 |
| 18 | 12,93 | 0,10 | 0,00933156 |
| 19 | 13,40 | 0,57 | 0,32103556 |
| 20 | 13,05 | 0,22 | 0,04691556 |
| 21 | 13,10 | 0,27 | 0,07107556 |
| 22 | 12,35 | -0,48 | 0,23367556 |
| 23 | 13,14 | 0,31 | 0,09400356 |
| 24 | 13,26 | 0,43 | 0,18198756 |
| 25 | 12,47 | -0,36 | 0,13205956 |
| 26 | 12,65 | -0,18 | 0,03363556 |
| 27 | 12,57 | -0,26 | 0,06937956 |
| 28 | 12,51 | -0,32 | 0,10458756 |
| 29 | 13,34 | 0,51 | 0,25664356 |
| 30 | 12,87 | 0,04 | 0,00133956 |
| 31 | 12,91 | 0,08 | 0,00586756 |
| 32 | 12,76 | -0,07 | 0,00538756 |
| 33 | 12,60 | -0,23 | 0,05447556 |
| 34 | 12,98 | 0,15 | 0,02149156 |
| 35 | 12,77 | -0,06 | 0,00401956 |
| 36 | 12,81 | -0,02 | 0,00054756 |
| 37 | 12,66 | -0,17 | 0,03006756 |
| 38 | 12,30 | -0,53 | 0,28451556 |
| 39 | 12,68 | -0,15 | 0,02353156 |
| 40 | 13,56 | 0,73 | 0,52794756 |
| 41 | 13,12 | 0,29 | 0,08213956 |
| 42 | 13,45 | 0,62 | 0,38019556 |
| 43 | 12,48 | -0,35 | 0,12489156 |
| 44 | 12,35 | -0,48 | 0,23367556 |
| 45 | 12,61 | -0,22 | 0,04990756 |
| 46 | 12,91 | 0,08 | 0,00586756 |
| 47 | 12,75 | -0,08 | 0,00695556 |
| 48 | 12,79 | -0,04 | 0,00188356 |
| 49 | 12,80 | -0,03 | 0,00111556 |
| 50 | 12,77 | -0,06 | 0,00401956 |
|  | ,8334 *с* | = 0 *с* | 𝜎𝑁 = 0,3497 *с*  𝜌𝑚𝑎𝑥 = 1,1405 *с -1* |

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

* ⟨𝑡⟩*N =* = 12,8334 *с*
* = = 0,3497 *с*
* 𝜌max = = 1,1405 *с -1*
* = 0,0495 *с*
* тогда для построения гистограммы возьмем 7 интервалов 0,246 *с*

*Таблица 2. Данные для построения гистограммы.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов, с | *∆N* | , *с-1* | 𝑡*, c* | 𝜌, *c-1* |
| 12,060 | 2 | 0,162602 | 12,183 | 0,20243 |
| 12,306 |  |  |  |  |
| 12,306 | 8 | 0,650407 | 12,429 | 0,584588 |
| 12,552 |  |  |  |  |
| 12,552 | 14 | 1,138211 | 12,675 | 1,029426 |
| 12,798 |  |  |  |  |
| 12,798 | 13 | 1,056911 | 12,921 | 1,105376 |
| 13,044 |  |  |  |  |
| 13,044 | 7 | 0,569106 | 13,167 | 0,723759 |
| 13,290 |  |  |  |  |
| 13,290 | 4 | 0,325203 | 13,413 | 0,288967 |
| 13,536 |  |  |  |  |
| 13,536 | 2 | 0,162602 | 13,658 | 0,070827 |
| 13,780 |  |  |  |  |

Опытное значение плотности вероятности (третий интервал):

Нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса= 1,029426 *с-1*

*Таблица 3. Стандартные доверительные интервалы*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, *с* | | *∆N* |  | *P* |
| от | до |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 𝜎 | 12,484 | 13,183 | 34 | 0,68 | 0,683 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 2𝜎 | 12,134 | 13,533 | 47 | 0,94 | 0,954 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 3𝜎 | 11,784 | 13,883 | 50 | 1 | 0,997 |

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

Абсолютная погрешность с учетом погрешности прибора:

Относительная погрешность измерения: 5,67%

1. **Графики:**

График 1 – Гистограмма и функция Гаусса

1. **Окончательные результаты.**

* Среднеквадратичное отклонение среднего значения = 0,0495 *с*
* Табличное значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности

* Доверительный интервал *c*
* Среднее арифметическое всех результатов измерений = ,8334 *c*
* Выборочное среднеквадратичное отклонение: = 0,3497 *с*
* Максимальное значение плотности распределения 𝜌𝑚𝑎𝑥 = 1,1405 *с-1*

1. **Выводы и анализ результатов работы.**

Было исследовано распределение случайной величины на примере многократных замеров временного отрезка, получена выборка из 50 измерений. Результаты прямых измерений, данные для построения гистограммы, стандартные доверительные интервалы были занесены в соответствующие таблицы. После заполнения таблиц была построена гистограмма и функция Гаусса.

При сравнении гистограммы с графиком функции Гаусса - распределения случайной величины (при таких же начальных параметрах) – было отмечено сходство поведения построенной опытным путём функции с теоретико-статистической сущностью.

Работа позволила ознакомиться с законом распределения случайной величины и подробно его изучить.