|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3208 | К работе допущен |
| Студент Петров Вячеслав Маркович | Работа выполнена |
| Преподаватель Сорокина Е. К. | Отчет принят |

**Рабочий протокол и отчет по  
лабораторной работе №1.01**

Исследование распределения случайной величины

**1. Цель работы.**

Исследование распределения случайной величины на примере многократных измерений определённого промежутка времени.

**2. Задачи, решаемые при выполнении работы.**

1. Провести многократные измерения определенного промежутка 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.

**3. Объект исследования.**

Случайная величина – результат измерения промежутков времени между входящими/выходящими в/из коворкинг людьми.

**4. Метод экспериментального исследования.**

Многократное прямое измерение промежутков времени и проверка закономерностей распределения исследуемой случайной величины.

**5. Рабочие формулы и исходные данные.**

* Среднее арифметическое всех результатов измерений
* Дисперсия
* Выборочное среднеквадратичное отклонение
* Максимальное значение плотности распределения
* Среднеквадратичное отклонение среднего значения
* Нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса
* Доверительный интервал

**6. Измерительные приборы.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | *секундомер* | *цифровой* | *0 - 45 с* | *0,1 с* |

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

Наблюдение за входящими и выходящими людьми в коворкинг ИТМО (Ломоносова, 9). Отмечается время между последними двумя людьми, проходящими через вход. Таким образом, проведено 50 измерений. Если два человека заходят вместе время регистрируется только 1 раз (разница <5 секунд).

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

Таблица 1 Результаты прямых измерений.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |
| 1 | 26,6 | 0,71 | 0,50 |
| 2 | 21,3 | -4,59 | 21,09 |
| 3 | 18,2 | -7,69 | 59,17 |
| 4 | 23,9 | -1,99 | 3,97 |
| 5 | 40,3 | 14,41 | 207,59 |
| 6 | 30,4 | 4,51 | 20,32 |
| 7 | 15,6 | -10,29 | 105,93 |
| 8 | 21,7 | -4,19 | 17,57 |
| 9 | 32,6 | 6,71 | 45,00 |
| 10 | 33,1 | 7,21 | 51,96 |
| 11 | 42,0 | 16,11 | 259,47 |
| 12 | 18,9 | -6,99 | 48,89 |
| 13 | 19,1 | -6,79 | 46,13 |
| 14 | 25,3 | -0,59 | 0,35 |
| 15 | 27,8 | 1,91 | 3,64 |
| 16 | 24,6 | -1,29 | 1,67 |
| 17 | 33,2 | 7,31 | 53,41 |
| 18 | 37,4 | 11,51 | 132,43 |
| 19 | 23,7 | -2,19 | 4,80 |
| 20 | 24,6 | -1,29 | 1,67 |
| 21 | 41,8 | 15,91 | 253,06 |
| 22 | 10,3 | -15,59 | 243,11 |
| 23 | 9,1 | -16,79 | 281,97 |
| 24 | 34,1 | 8,21 | 67,37 |
| 25 | 21 | -4,89 | 23,93 |
| 26 | 37,8 | 11,91 | 141,80 |
| 27 | 24,3 | -1,59 | 2,53 |
| 28 | 22,8 | -3,09 | 9,56 |
| 29 | 26,6 | 0,71 | 0,50 |
| 30 | 34,7 | 8,81 | 77,58 |
| 31 | 15,9 | -9,99 | 99,84 |
| 32 | 11,9 | -13,99 | 195,78 |
| 33 | 21,3 | -4,59 | 21,09 |
| 34 | 15,7 | -10,19 | 103,88 |
| 35 | 31,7 | 5,81 | 33,73 |
| 36 | 36,6 | 10,71 | 114,66 |
| 37 | 26,6 | 0,71 | 0,50 |
| 38 | 25,7 | -0,19 | 0,04 |
| 39 | 35,4 | 9,51 | 90,40 |
| 40 | 29,6 | 3,71 | 13,75 |
| 41 | 39,4 | 13,51 | 182,47 |
| 42 | 14,8 | -11,09 | 123,03 |
| 43 | 23,8 | -2,09 | 4,38 |
| 44 | 30,6 | 4,71 | 22,17 |
| 45 | 34,6 | 8,71 | 75,83 |
| 46 | 12,5 | -13,39 | 179,35 |
| 47 | 20,6 | -5,29 | 28,01 |
| 48 | 14,8 | -11,09 | 123,03 |
| 49 | 12,8 | -13,09 | 171,40 |
| 50 | 37,5 | 11,61 | 134,75 |
|  |  |  |  |

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

Заполним подвал таблицы 1

Для начала вычислим среднее арифметическое всех измерений:

Теперь используя вычислим дисперсию и выборочное среднеквадратичное отклонение:

Используя значение вычислим максимальное значение плотности распределения:

Теперь заполним таблицу 2

Найдём в первом столбце таблицы 1 максимальное и минимальное значения результатов измерений:

Разобьём промежуток на равных интервалов . Так как примем откуда получаем:

Выделим границы интервалов, используя и занесём в первый столбец таблицы 2

В общем случае:

Для примера рассчитаем первый интервал:

Вычислим – количество результатов измерений, попавших в каждый из интервалов, и занесём эти значение во второй столбец таблицы 2

Для примера в первый интервал попадает 5 значений результатов измерений.

Для каждого из интервалов вычислим опытное значение плотности вероятности и заполним третий столбец таблицы 2:

Для первого интервала получим:

Теперь для каждого интервалов вычислим значение , соответствующее середине данного интервала и заполним четвертый столбец таблицы 2. Вычислять будем как среднее арифметическое верхней и нижней границы интервала

Для первого интервала получим:

Наконец для каждого интервала вычислим значение нормального распределения функции Гаусса и заполним последний столбец таблицы 2.

Для первого интервала получим

Таблица 2 Данные для построения гистограммы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов, с |  |  |  |  |
| 9,10 | 5 | 0,021 | 11,45 | 0,012 |
| 13,80 |
| 13,80 | 6 | 0,026 | 16,15 | 0,025 |
| 18,50 |
| 18,50 | 8 | 0,034 | 20,85 | 0,038 |
| 23,20 |
| 23,20 | 12 | 0,051 | 25,55 | 0,045 |
| 27,90 |
| 27,90 | 5 | 0,021 | 30,25 | 0,040 |
| 32,60 |
| 32,60 | 8 | 0,034 | 34,95 | 0,027 |
| 37,30 |
| 37,30 | 6 | 0,026 | 39,65 | 0,014 |
| 42,00 |

Заполним таблицу 3

Вычислим границы стандартных интервалов

Для первого интервала получим:

От:

До:

Теперь определим количество результатов измерений, попавших в каждый из интервалов, и вычислим вероятность попадания в каждый из интервалов.

Например, для первого интервала получим . Получаем:

Таблица 3 Стандартные доверительные интервалы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, с | |  |  | *P* |
| от | до |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 𝜎N | 16,96 | 34,82 | 31 | 0,62 | 0,683 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 2𝜎N | 8,04 | 43,75 | 50 | 1,00 | 0,954 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 3𝜎N | -0,89 | 52,67 | 50 | 1,00 | 0,997 |

**10. Расчет погрешностей измерений (*для прямых и косвенных измерений*).**

Рассчитаем среднеквадратичное отклонение среднего значения:

Табличное значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности :

Рассчитаем доверительный интервал:

Определим абсолютную погрешность измерения с учетом доверительного интервала и инструментальной погрешности :

Вычислим относительную погрешность измерения:

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

График 1 Гистограмма и функция плотности распределения

Изображение выглядит как диаграмма, линия, График, скат

Автоматически созданное описание

**12. Окончательные результаты.**

Среднее арифметическое всех результатов измерений с учетом погрешности:

**13. Выводы и анализ результатов работы.**

В ходе работы было исследовано распределение случайной величины на примере многократных замеров временного отрезка, получена выборка из 50 измерений. После были вычислены среднее значение, среднеквадратичное отклонение и дисперсия полученной выборки. Результаты прямых измерений, данные для построения гистограммы, стандартные доверительные интервалы были занесены в соответствующие таблицы. Кроме того, я сравнил полученные вероятности для стандартных интервалов с табличными значениями для нормального распределения: видно сходство, что подтверждает случайность измеряемой величины.

На основе заполненных таблиц была построена гистограмма и функция Гаусса. При одинаковых начальных параметрах отмечается их сходство кроме одного промежутка. Также вид функции Гаусса похож на нормальное распределение.

Также, определил значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности и рассчитал доверительный интервал. И на основе полученных данных произвёл вычисление абсолютной и относительной погрешности измерений.