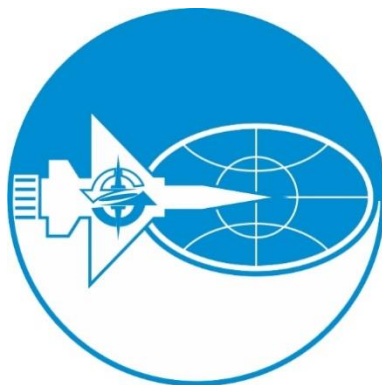


МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
КАФЕДРА 305  
«ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫЕ И ИНФОРМАЦИОННО-  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ»



Дисциплина «Базы и банки данных»  
Отчет по лабораторной работе № 1  
«Исследование информационных характеристик оператора на основе  
технологии многопользовательских баз данных»  
Вариант №2

Выполнила: студентка группы МЗО-406С-20  
Дементьева Е.Д.

Принял: доцент кафедры 305,  
к.т.н. Белобжеский Л.А.

Москва 2024

## Содержание

Содержание.....	2
1. Цель работы.....	3
2. Задание по лабораторной работе .....	3
3. Теоретическая часть .....	4
3.1 Построение диаграммы информационного канала .....	4
3.2 Определение достаточного количества опытов и показателя точности эксперимента .....	5
3.3 Линейный регрессионный анализ экспериментальных данных.....	6
3.3.1 Метод наименьших квадратов .....	6
3.3.2 Взвешенный метод наименьших квадратов.....	6
3.3.3 Построение «трубки точности».....	7
4. Практическая часть .....	8
4.1 Индивидуальное домашнее задание.....	8
4.1.1 Задание.....	8
4.1.2 Решение.....	8
4.2 Программа для обработки результатов экспериментов.....	13
4.3 Обработка результатов экспериментов .....	25
4.3.1 Эксперимент №1 .....	26
4.3.1.1 Клавиатура №1, 13 стимулов .....	26
4.3.1.2 Клавиатура №1, 17 стимулов .....	31
4.3.1.3 Клавиатура №2, 13 стимулов .....	36
4.3.1.4 Клавиатура №2, 17 стимулов .....	41
4.3.2 Эксперимент №2 .....	47
4.3.2.1 Клавиатура №1, 13 стимулов .....	47
4.3.2.2 Клавиатура №1, 17 стимулов .....	56
4.3.2.3 Клавиатура №2, 13 стимулов .....	69
4.3.2.4 Клавиатура №2, 17 стимулов .....	81
5. Вывод .....	92

## **1. Цель работы**

1. Ознакомиться с особенностями экспериментальных методов исследования информационных систем человек-машина с использованием технологии сетевых баз данных.

2. Исследовать зависимость времени реакции оператора от количества обработанной информации в специальных экспериментах по вынужденному выбору.

Лабораторная работа состоит из двух частей:

1. Исследование информационных характеристик человека-оператора при решении задач вынужденного выбора в отсутствии ограничений по времени.

2. Исследование информационных характеристик при решении задач вынужденного выбора в условиях дефицита времени.

## **2. Задание по лабораторной работе**

1. Ознакомиться с теоретической частью данной лабораторной работы, а также с методическим материалом по использованию клиент-серверного программного комплекса Сенсомоторика, построенного на основе многопользовательской базы данных SQL Server и обеспечивающего проведение экспериментальных исследований информационных характеристик большой группы операторов.

2. Выполнить индивидуальное домашнее задание, получив у преподавателя исходное задание в виде матрицы замеров. По этой матрице необходимо рассчитать информационные характеристики канала, моделирующего работу оператора. Результаты представить в виде диаграммы информационного канала. Выполнить проверочный расчет другим методом. Результаты расчета сверить у преподавателя.

3. Провести тренировочную серию опытов для приобретения навыков работы с двумя видами клавишных пультов управления, построенных на основе клавиатуры компьютера. В результате тренировки необходимо освоить "слепой" метод нажатия на клавиши.

4. Выполнить эксперимент №1 в соответствии с описанием лабораторной работы. Проанализировать полученные данные и при наличии грубых "промахов" повторить эксперимент. При обработке экспериментального материала грубые промахи и выбросы следует отбросить.

5. Провести обработку результатов эксперимента №1 на ЭВМ по собственной программе, составленной согласно методике обработки, и представить результаты в соответствии с требованиями.

6. Выполнить эксперимент №2 и провести обработку его результатов на ЭВМ по собственной программе.

### 3. Теоретическая часть

#### 3.1 Построение диаграммы информационного канала

$N = \sum_{i,j} n_{ij}$  – общее число испытаний (пар событий  $x_i y_j$ )

$P(x_i, y_j) = \frac{n_{ij}}{N}$  – совместная вероятность события  $x_i y_j$ .

$P(x_i) = \frac{n_i}{N} = \sum_j \frac{n_{ij}}{N} = \sum_j P(x_i, y_j)$  – вероятность события  $x_i$ .

$P(y_j) = \frac{n_j}{N} = \sum_i \frac{n_{ij}}{N} = \sum_i P(x_i, y_j)$  – вероятность события  $y_j$ .

$H(X) = - \sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i)$  – входная энтропия.

$H(Y) = - \sum_{j=1}^m P(y_j) \log_2 P(y_j)$  – выходная энтропия.

$H(X, Y) = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P(x_i, y_j) \log_2 P(x_i, y_j)$  – энтропия сложного опыта  $XY$ .

$I(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y) = H(X) - H(X/Y)$  – количество информации, которое несёт о событии  $X$  наблюдаемое событие  $Y$ .

$H(X/Y) = H(X) - I(X, Y) = - \sum_i \sum_j P(x_i, y_j) \log_2 P(x_i/y_j)$  – условная энтропия события  $X$  при условии  $Y$ .

$H(Y/X) = H(Y) - I(X, Y)$  – условная энтропия события  $Y$  при условии  $X$ .

$P(x_i/y_j) = \frac{P(x_i y_j)}{P(y_j)}$  – вероятность события  $x_i$  при условии  $y_j$ .

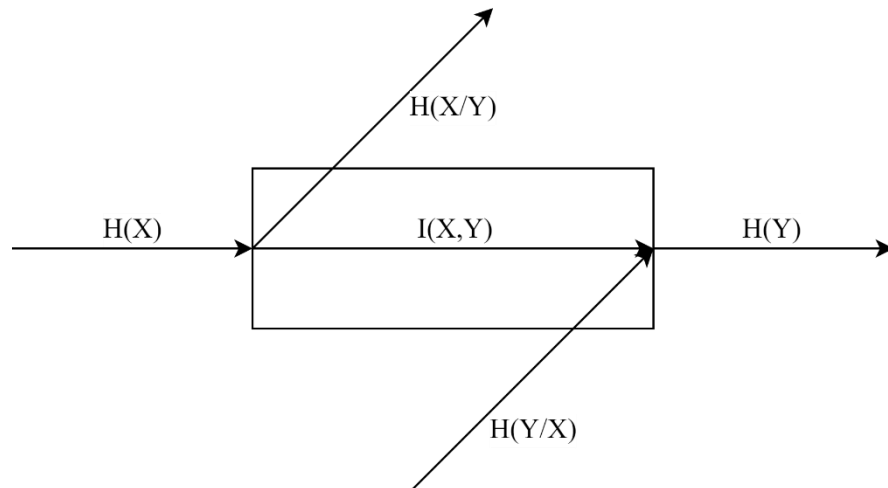


Рисунок 3.1.1 – Диаграмма информационного канала

### 3.2 Определение достаточного количества опытов и показателя точности эксперимента

$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$  – среднее арифметическое.

$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$  – среднеквадратическое отклонение результатов наблюдения.

$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{\hat{\sigma}}{n}$  – среднеквадратическое отклонение среднего арифметического.

Определение доверительных интервалов полученных среднеарифметических значений времени реакции, проводится с использованием таблицы распределения Стьюдента ( $t(f)$ ) для доверительной вероятности  $P_{\text{дов}} = 0,95$  и числа степеней свободы  $f = n - 1$ , где  $n$  – число опытов (наблюдений) в каждой серии.

$\varepsilon_d = t(f) \cdot \hat{\sigma}_{\bar{x}}$  – доверительная граница случайной погрешности при  $P_{\text{дов}}$ .

$[\bar{X} - \varepsilon_d; \bar{X} + \varepsilon_d]$  – доверительный интервал.

$\nu = \frac{\hat{\sigma}}{\bar{X}} \cdot 100\%$  – мера изменчивости.

$E = 4,8\%$  – желаемый показатель точности.

$X^* = 1,96$  – для  $P_{\text{дов}} = 0,95$ .

$n = \frac{(X^* \cdot \nu)^2}{E^2}$  – необходимое количество экспериментов.

$E_p = \nu \sqrt{\frac{X^*}{n}}$  – реальный показатель точности.

### 3.3 Линейный регрессионный анализ экспериментальных данных

#### 3.3.1 Метод наименьших квадратов

$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_i^n t_i$  – среднее время реакции.

$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_i^n I_i$  – среднее количество предъявляемой информации.

$$\Delta = \sum_i^n (I_i - \bar{I})^2$$

$a = \bar{t} - b\bar{I}$  – продолжительность латентного периода.

$$b = \frac{\sum_i^n (I_i - \bar{I})}{\Delta}$$

$c = \frac{1}{b}$  – пропускная способность

$BP = a + bI$  – зависимость времени реакции от количества предъявляемой информации (закон Хика).

#### 3.3.2 Взвешенный метод наименьших квадратов

$\sigma_i^2$  – дисперсия среднего значения времени реакции  $t_i$ , вычисленного по результатам  $i$ -й серии опытов.

$w_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$  – веса

$\bar{t} = \frac{\sum_i^n t_i}{\sum_i^n w_i}$  – среднее время реакции.

$\bar{I} = \frac{\sum_i^n I_i}{\sum_i^n w_i}$  – среднее количество предъявляемой информации.

$$\Delta_i = \sum_i^n w_i (I_i - \bar{I})^2$$

$$a = \bar{t} - b\bar{I}$$

$$b = \frac{\sum_i^n w_i (I_i - \bar{I})}{\Delta}$$

$BP = a + bI$  – зависимость времени реакции от количества предъявляемой информации (закон Хика).

### 3.3.3 Построение «трубки точности»

$\sigma_{T/I} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (t_i - BP_i)^2}{n-2}}$  – выборочное стандартное отклонение.

$t_{n-2}$  – параметр распределения Стьюдента для числа степеней свободы  $f = n - 2$ .

Доверительные интервалы коэффициентов закона Хика:

$$a \pm \left( \sigma_{T/I} \cdot t_{n-2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{I}^2}{\Delta}} \right)$$

$$b \pm \left( \sigma_{T/I} \cdot t_{n-2} \cdot \sqrt{\frac{1}{\Delta}} \right)$$

Доверительные интервалы времени реакции для заданного  $I_0$ :

$$BP \pm \left( \sigma_{T/I} \cdot t_{n-2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(I_0 - \bar{I})^2}{\Delta}} \right)$$

## 4. Практическая часть

### 4.1 Индивидуальное домашнее задание

#### 4.1.1 Задание

1. Рассчитать вероятности событий и построить матрицу вероятностей событий;
2. Рассчитать все параметры информационного канала, моделирующего работы человека-оператора: информацию на входе и выходе, переданную информацию, шум и потерянную информацию. Нанести полученные значения на диаграмму информационного канала;
3. Провести проверку расчётов.

#### 4.1.2 Решение

Ниже, в таблице 4.1.2.1 приведена матрица замеров размером  $4 \times 4$ .

Таблица 4.1.2.1 – Матрица замеров

		$y_i$			
		1	2	3	4
$x_i$	1	0	25	12	0
	2	0	16	0	14
	3	0	15	0	5
	4	0	13	0	0

$N = \sum_{i,j} n_{ij} = 100$  – общее число испытаний (пар событий  $x_i y_j$ )

$P(x_i, y_j) = \frac{n_{ij}}{N}$  – совместная вероятность события  $x_i y_j$



$$P(x_1, y_1) = \frac{n_{11}}{N} = 0$$

$$P(x_1, y_2) = \frac{n_{12}}{N} = 0,25$$

$$P(x_1, y_3) = \frac{n_{13}}{N} = 0,12$$

$$P(x_1, y_4) = \frac{n_{14}}{N} = 0$$

$$P(x_2, y_1) = \frac{n_{21}}{N} = 0$$

$$P(x_2, y_2) = \frac{n_{22}}{N} = 0,16$$

$$P(x_2, y_3) = \frac{n_{23}}{N} = 0$$

$$P(x_2, y_4) = \frac{n_{24}}{N} = 0,14$$

$$P(x_3, y_1) = \frac{n_{31}}{N} = 0$$

$$P(x_3, y_2) = \frac{n_{32}}{N} = 0,15$$

$$P(x_3, y_3) = \frac{n_{33}}{N} = 0$$

$$P(x_3, y_4) = \frac{n_{34}}{N} = 0,05$$

$$P(x_4, y_1) = \frac{n_{41}}{N} = 0$$

$$P(x_4, y_2) = \frac{n_{42}}{N} = 0,13$$

$$P(x_4, y_3) = \frac{n_{43}}{N} = 0$$

$$P(x_4, y_4) = \frac{n_{44}}{N} = 0$$

$$P(x_i) = \frac{n_i}{N} = \sum_j \frac{n_{ij}}{N} = \sum_j P(x_i, y_j)$$

$$P(y_i) = \frac{n_j}{N} = \sum_i \frac{n_{ij}}{N} = \sum_i P(x_i, y_j)$$

$$\begin{aligned}
P(x_1) &= P(x_1, y_1) + P(x_1, y_2) + P(x_1, y_3) + P(x_1, y_4) = 0,37 \\
P(x_2) &= P(x_2, y_1) + P(x_2, y_2) + P(x_2, y_3) + P(x_2, y_4) = 0,3 \\
P(x_3) &= P(x_3, y_1) + P(x_3, y_2) + P(x_3, y_3) + P(x_3, y_4) = 0,2 \\
P(x_4) &= P(x_4, y_1) + P(x_4, y_2) + P(x_4, y_3) + P(x_4, y_4) = 0,13 \\
P(y_1) &= P(x_1, y_1) + P(x_2, y_1) + P(x_3, y_1) + P(x_4, y_1) = 0 \\
P(y_2) &= P(x_1, y_2) + P(x_2, y_2) + P(x_3, y_2) + P(x_4, y_2) = 0,69 \\
P(y_3) &= P(x_1, y_3) + P(x_2, y_3) + P(x_3, y_3) + P(x_4, y_3) = 0,12 \\
P(y_4) &= P(x_1, y_4) + P(x_2, y_4) + P(x_3, y_4) + P(x_4, y_4) = 0,19
\end{aligned}$$

Таблица 4.1.2.2 – Матрица совместных вероятностей событий

		$y_i$				
		1	2	3	4	$P(x_i) \downarrow$
$x_i$	1	0	0,25	0,12	0	0,37
	2	0	0,16	0	0,14	0,3
	3	0	0,15	0	0,05	0,2
	4	0	0,13	0	0	0,13
$P(y_i) \rightarrow$		0	0,69	0,12	0,19	1

$$\begin{aligned}
H(X) &= - \sum_{i=1}^4 P(x_i) \log_2 P(x_i) = \\
&= -(0,37 \log_2 0,37 + 0,3 \log_2 0,3 + 0,2 \log_2 0,2 + 0,13 \log_2 0,13) = \\
&= 1,898848 \text{ (бит)} - \text{входная энтропия.}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
H(Y) &= - \sum_{i=1}^4 P(y_i) \log_2 P(y_i) = \\
&= -(0,69 \log_2 0,69 + 0,12 \log_2 0,12 + 0,19 \log_2 0,19) = \\
&= 1,191673 \text{ (бит)} - \text{выходная энтропия.}
\end{aligned}$$

$$H(X, Y) = - \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 P(x_i, y_j) \log_2 P(x_i, y_j) =$$

$= -(0,25 \log_2 0,25 + 0,12 \log_2 0,12 + 0,16 \log_2 0,16 + 0,14 \log_2 0,14 + 0,15 \log_2 0,15 + 0,05 \log_2 0,05 + 0,13 \log_2 0,13) = 2,696480$  (бит) – энтропия сложного опыта  $XY$ .

$$I(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y) =$$

$= 1,898848 + 1,191673 - 2,696480 = 0,394041$  (бит) – количество информации, которое несёт о событии  $X$  наблюдаемое событие  $Y$ .

$H(X/Y) = H(X) - I(X, Y) = 1,898848 - 0,394041 = 1,504807$  (бит) – условная энтропия события  $X$  при условии  $Y$ .

$H(Y/X) = H(Y) - I(X, Y) = 1,191673 - 0,394041 = 0,797631$  (бит) – условная энтропия события  $Y$  при условии  $X$ .

Проверка:

$$P(x_i/y_j) = \frac{P(x_i, y_j)}{P(y_j)}$$

Таблица 4.1.2.3 – Матрица условных вероятностей

		$y_i$			
		1	2	3	4
$x_i$	1	0	0,362319	1	0
	2	0	0,231884	0	0,736842
	3	0	0,217391	0	0,263158
	4	0	0,188406	0	0

$$H(X/Y) = - \sum_i \sum_j P(x_i, y_j) \log_2 P(x_i/y_i) = -(0,25 \log_2 0,362319 + 0,12 \log_2 1 + 0,16 \log_2 0,231884 + 0,14 \log_2 0,736842 + 0,15 \log_2 0,217391 + 0,05 \log_2 0,263158 + 0,13 \log_2 0,188406 = 1,504807 \text{ (бит)}$$

$$I(X, Y) = H(X) - H(X/Y) = 1,898848 - 1,504807 = 0,394041 \text{ (бит)}$$

Проверка выполнена успешно.

Диаграмма информационного канала показана на рисунке 4.1.2.1.

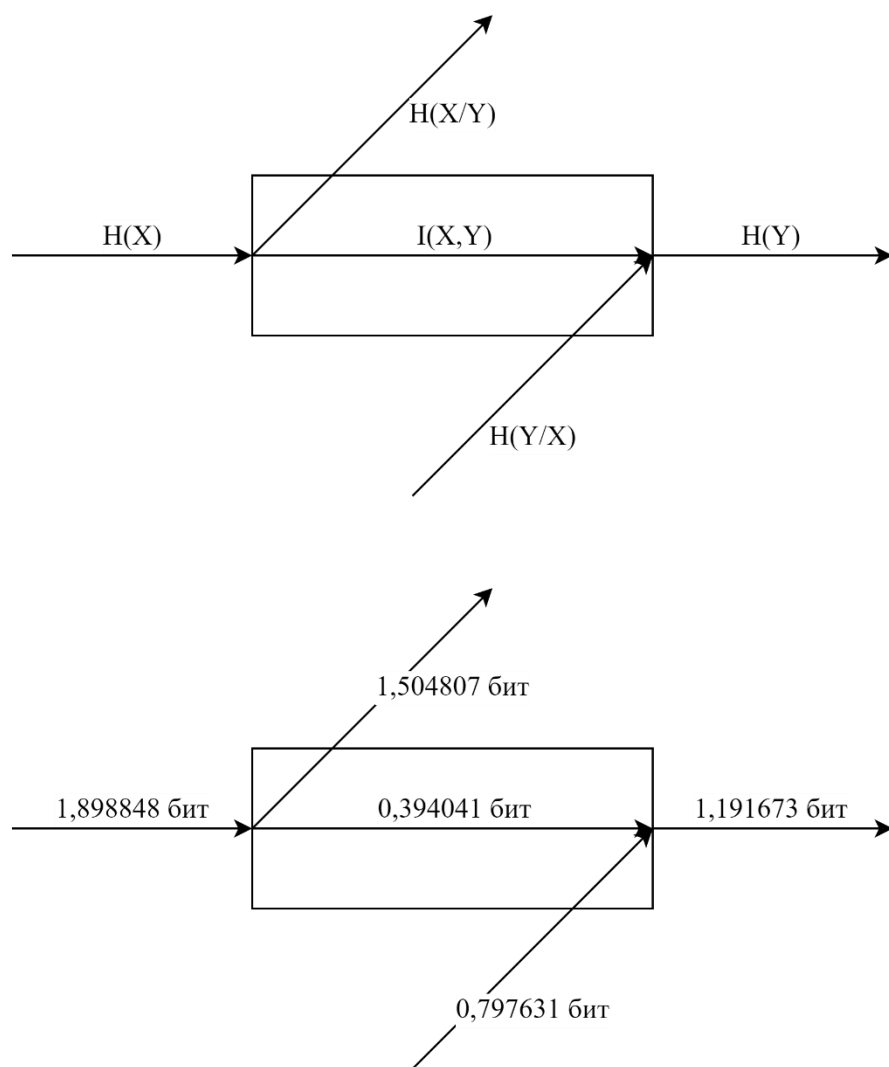


Рисунок 4.1.2.1 – Диаграмма информационного канала

## 4.2 Программа для обработки результатов экспериментов

Для обработки результатов экспериментов была написана программа на языке программирования Python, листинг которой представлен ниже.

Листинг программы:

```
import numpy as np
import fileinput
import matplotlib.pyplot as plt
from math import ceil
from tkinter import *

#Значения t-распределения Стьюдента для доверительной вероятности
P=0,95
#и данном числе степеней свободы f
t={1:12.71,
  2:4.30,
  3:3.18,
  4:2.78,
  5:2.57,
  6:2.45,
  7:2.36,
  8:2.31,
  9:2.26,
  10:2.23,
  11:2.20,
  12:2.18,
  13:2.16,
  14:2.14,
  15:2.13,
  16:2.12,
  17:2.11,
  18:2.10,
  19:2.09,
  20:2.09,
  21:2.08,
  22:2.07,
  23:2.07,
  24:2.06,
  25:2.06,
  26:2.06,
  27:2.05,
  28:2.05}

z=1.96
#желаемый показатель точности
E_ideal=4.8
```

```

#Фамилия экспериментатора
experimenter_last_name='Dementeva'

#данные об экспериментах

#Дементьева
exp_1={'1_13':['1','3','6','9','13'],
       '1_17':['1','3','6','9','13','17'],
       '2_13':['1','3','6','9','13'],
       '2_17':['1','3','6','9','13','17']}

#исходные
'''exp_2={'1_13':['600','550','500','450','400'],
          '1_17':['600','550','540','490','440','390','340'],
          '2_13':['600','550','500','450','400','350'],
          '2_17':['600','540','490','440','390','340']}'''

#очищенные
exp_2={'1_13':['600','550','500','450','400'],
       '1_17':['550','540','490','440','390','340'],
       '2_13':['550','500','450','400','350'],
       '2_17':['540','490','440','340']}

#функция очистки данных от выбросов и ложных нажатий
def clear_data(matrix,log):
    wrong_measurement=[]
    for measurement in log:
        if ((measurement[4]==1) or (measurement[4]==3)) and
(len(matrix.shape)==1):
            matrix[int(measurement[1])-1]-=1
            wrong_measurement.append(int(measurement[0])-1)
            continue
        if (measurement[4]==1) or (measurement[4]==3):
            matrix[int(measurement[1])-1,int(measurement[2])-1]-=1
            wrong_measurement.append(int(measurement[0])-1)
    log=np.delete(log,wrong_measurement,axis=0)
    return matrix, log

#функция оформления графика
def plot_design():
    plt.xlabel("I, бит",
               fontsize=14,
               fontfamily='Times New Roman')
    plt.xticks(fontsize=14,
               fontfamily='Times New Roman')
    plt.ylabel("BP, с",
               rotation=0,
               loc='top',
               fontsize=14,
               fontfamily='Times New Roman')
    plt.yticks(fontsize=14,

```

```

        fontfamily='Times New Roman')
plt.legend()
plt.grid()
return

#функция для вычисления логарифма
def log_2(x):
    if x==0:
        return 0
    else:
        return np.log2(x)

#функция расчёта H(X)
def H_X_count(matrix):
    N=matrix.sum()
    joint_probabilities_matrix=matrix/N
    if len(matrix.shape)==1:
        P_x=joint_probabilities_matrix.sum()
        H_X=P_x*log_2(P_x)
        H_X=np.round(H_X,6)
        return H_X
    n,m=matrix.shape
    P_x=np.zeros(n)
    for i in range(n):
        for j in range(m):
            P_x[i]+=joint_probabilities_matrix[i][j]
    H_X=0.0
    for i in range(n):
        H_X-=P_x[i]*log_2(P_x[i])
    H_X=np.round(H_X,6)
    return H_X

#функция расчёта H(Y)
def H_Y_count(matrix):
    N=matrix.sum()
    joint_probabilities_matrix=matrix/N
    if len(matrix.shape)==1:
        P_x=joint_probabilities_matrix.sum()
        H_X=P_x*log_2(P_x)
        H_X=np.round(H_X,6)
        return H_X
    n,m=matrix.shape
    p_y=np.zeros(m)
    for j in range(m):
        for i in range(n):
            p_y[j]+=joint_probabilities_matrix[i][j]
    H_Y=0.0
    for j in range(m):
        H_Y-=p_y[j]*log_2(p_y[j])
    H_Y=np.round(H_Y,6)

```

```

        return H_Y

#функция расчёта H(X,Y)
def H_X_Y_count(matrix):
    N=matrix.sum()
    joint_probabilities_matrix=matrix/N
    H_X_Y=0.0
    n,m=matrix.shape
    for i in range(n):
        for j in range(m):
            H_X_Y-
=joint_probabilities_matrix[i][j]*log_2(joint_probabilities_matrix[i][
j])
    H_X_Y=np.round(H_X_Y,6)
    return H_X_Y

#функция расчёта I(X,Y)
def I_count(matrix):
    H_X=H_X_count(matrix)
    H_Y=H_Y_count(matrix)
    H_X_Y=H_X_Y_count(matrix)
    I_X_Y=np.round(H_X+H_Y-H_X_Y,6)
    return I_X_Y

#функция построения диаграммы информационного канала
def info_channel_diagram_count(matrix):
    H_X=H_X_count(matrix)
    H_Y=H_Y_count(matrix)
    I_X_Y=I_count(matrix)
    H_X_cond_Y=np.round(H_X-I_X_Y,6)
    H_Y_cond_X=np.round(H_Y-I_X_Y,6)
    return H_X, H_X_cond_Y, I_X_Y, H_Y_cond_X, H_Y

#функция форматирования файла
def file_formatting(filename):
    with fileinput.FileInput(filename, inplace=True) as file:
        for line in file:
            print(line.replace('    ', ','), end='')
    with fileinput.FileInput(filename, inplace=True) as file:
        for line in file:
            print(line.replace('#', ''), end='')

#функция расчёта мат. ожидания
def M_x_count(log):
    n=len(log)
    M_x=0
    for i in range(n):
        M_x+=log[i]
    M_x/=n
    return M_x

```



#функция расчёта SKO результатов наблюдения

```
def SKO_count(log):  
    M_x=M_x_count(log)  
    n=len(log)  
    SKO=0  
    for i in range(n):  
        SKO+=np.power(log[i]-M_x,2)  
    if SKO==0:  
        return SKO  
    SKO=np.sqrt(SK0/(n-1))  
    return SKO
```

#функция расчёта SKO результатов измерений

```
def SKO_x_count(log):  
    n=len(log)  
    SKO=SKO_count(log)  
    SKO_x=SKO/np.sqrt(n)  
    return SKO_x
```

#функция расчёта доверительного интервала

```
def confidence_interval_count(log):  
    n=len(log)  
    SKO_x=SKO_x_count(log)  
    f=n-1  
    epsilon=t[f]*SKO_x  
    return epsilon
```

#функция расчёта меры изменчивости

```
def measure_of_variability_count(log):  
    SKO=SKO_count(log)  
    M_x=M_x_count(log)  
    v=SKO/M_x*100  
    return v
```

#функция расчёта достаточного количества опытов

```
def sufficient_experiments_count(z,E,log):  
    v=measure_of_variability_count(log)  
    n=np.power(z*v/E,2)  
    return n
```

#функция расчёта показателя точности

```
def accuracy_rate_count(z,log):  
    v=measure_of_variability_count(log)  
    n=len(log)  
    E=v*np.sqrt(np.power(z,2)/n)  
    return E
```

#функция построения доверительного интервала

```

def confidence_interval_plot(I,t,confidence_interval,
color='#2187bb'):
    horizontal_line_width=0.1
    left = I - horizontal_line_width / 2
    top = t - confidence_interval
    right = I + horizontal_line_width / 2
    bottom = t + confidence_interval
    plt.plot([I, I], [top, bottom], color=color)
    plt.plot([left, right], [top, top], color=color)
    plt.plot([left, right], [bottom, bottom], color=color)
    plt.plot(I, t, 'o', color='#f44336')
    return

#функция расчёта выборочного стандартного отклонения
def selective_standard_deviation_count(I,reaction_time,a,b):
    n=len(reaction_time)
    sigma_T=0
    for i in range(n):
        T=a+b*I[i]
        sigma_T+=np.power(reaction_time[i]-T,2)
    sigma_T=np.sqrt(sigma_T/(n-2))
    return sigma_T

#функция построения линейной регрессии МНК с трубкой точности
def linear_regression_LSM_plot(I,reaction_time, precision_tube=True):
    M_I=M_x_count(I)
    M_t=M_x_count(reaction_time)
    a=0
    b=0
    delta=0
    n=len(reaction_time)
    for i in range(n):
        delta+=np.power(I[i]-M_I,2)
        b+=(I[i]-M_I)*reaction_time[i]
    b/=delta
    a=M_t-b*M_I
    plt.plot([I[0],I[-1]],
            [a+b*I[0],a+b*I[-1]],
            color='g',
            label='МНК')

    #построение трубки точности
    if precision_tube==True:
        sigma_T=selective_standard_deviation_count(I,reaction_time,a,b
)
        eps_a=sigma_T*t[n-2]*np.sqrt(1/n+np.power(M_I,2)/delta)
        eps_b=sigma_T*t[n-2]*np.sqrt(1/delta)
        eps_T=[]
        for I_0 in I:

```

```

        eps_T.append(sigma_T*t[n-2]*np.sqrt(1/n+np.power(I_0-
M_I,2)/delta))

    plt.plot([I[0],I[-1]],
              [(a+eps_a)+(b+eps_b)*I[0],(a+eps_a)+(b+eps_b)*I[-1]],
              color='c',
              label='Трубка точности')
    plt.plot([I[0],I[-1]],
              [(a-eps_a)+(b-eps_b)*I[0],(a-eps_a)+(b-eps_b)*I[-1]],
              color='c')
    return a, b, eps_a, eps_b, eps_T
return a,b

```

#функция расчёта взвешенного среднего

```

def weighted_average_count(arr,w):
    M=0
    w=np.array(w)
    for i in range(len(arr)):
        M+=w[i]*arr[i]
    M/=w.sum()
    return M

```

#функция построения линейной регрессии взвешенным МНК

```

def linear_regression_weighted_LSM_plot(I,reaction_time,log):
    w=[]
    for i in range(len(I)):
        SKO_x=SKO_x_count(log[i][:, 3])
        w.append(1/np.power(SKO_x,2))
    b=0
    delta=0
    M_I=weighted_average_count(I,w)
    M_t=weighted_average_count(reaction_time,w)
    for i in range(len(I)):
        delta+=w[i]*np.power(I[i]-M_I,2)
        b+=w[i]*(I[i]-M_I)*reaction_time[i]
    b/=delta
    a=M_t-b*M_I
    plt.plot([I[0],I[-1]],
              [a+b*I[0],a+b*I[-1]],
              color='m',
              label='Взвешенный МНК')
    return a, b

```

#функция обработки результатов эксперимента №1

```

def
processing_experiment_1_results(key_num,keyboard_num,log_file_name,
matrix_file_name):
    #форматируем файлы
    for log in log_file_name:

```

```

        file_formatting(f'{experimenter_last_name}/keyboard_{keyboard_
num}/data_exp_1/{key_num}_keys/{log}')
    for matrix in matrix_file_name:
        file_formatting(f'{experimenter_last_name}/keyboard_{keyboard_
num}/data_exp_1/{key_num}_keys/{matrix}')

    #считываем данные с файлов и убираем выбросы и неверные нажатия
    log=[]
    for file_name in log_file_name:
        log.append(np.loadtxt(f'{experimenter_last_name}/keyboard_{key
board_num}/data_exp_1/{key_num}_keys/{file_name}', delimiter=","))
        matrix=[]
        for file_name in matrix_file_name:
            matrix.append(np.loadtxt(f'{experimenter_last_name}/keyboard_{
keyboard_num}/data_exp_1/{key_num}_keys/{file_name}', delimiter=","))
        for i in range(len(matrix)):
            matrix[i],log[i]=clear_data(matrix[i],log[i])

    plt.figure(f'Эксперимент №1 ({key_num} клавиш)
({experimenter_last_name})', figsize=(7,5))

    #рассчитываем:
    n=[]
    H_X=[]
    N=[]
    E_real=[]
    reaction_time_SK0=[]
    v=[]
    for l in log:
        n.append(len(l))#объём выборки
        N.append(ceil(sufficient_experiments_count(z,E_ideal,l[:,
3])))#достаточное количество опытов
        E_real.append(accuracy_rate_count(z,l[:, 3]))#показатель
точности
        reaction_time_SK0.append(SK0_count(l[:, 3]))#СКО времени
реакции
        v.append(measure_of_variability_count(l[:, 3]))#меры
изменчивости

    #рассчитываем количество информации
    for m in matrix:
        H_X.append(H_X_count(m))

    #строим доверительный интервал
    eps=[]
    reaction_time=[]
    for l in log:
        eps.append(confidence_interval_count(l[:, 3]))
        reaction_time.append(M_x_count(l[:, 3]))
    for i in range(len(H_X)):

```

```

        confidence_interval_plot(H_X[i],reaction_time[i],eps[i])

#строим прямые линейных регрессий
a,b,eps_a,eps_b,eps_T=linear_regression_LSM_plot(H_X,reaction_time
)
    a_w,
b_w=linear_regression_weighted_LSM_plot(H_X,reaction_time,log)
    plot_design()

#выводим результаты
print(f'\nРезультаты обработки эксперимента №1 ({key_num}
клавиш)\n'
      f'Объем выборки для анализа:\n'
      f'{n}\n'
      f'Количество информации I, бит:\n'
      f'{np.round(H_X,3)}\n'
      f'Среднее время реакции, мс:\n'
      f'{np.round(reaction_time,2)}\n'
      f'СКО времени реакции, мс:\n'
      f'{np.round(reaction_time_SKO,2)}\n'
      f'Доверительный интервал, мс:\n'
      f'{np.round(eps,2)}\n'
      f'Мера изменчивости, %:\n'
      f'{np.round(v,2)}\n'
      f'Показатель точности E, %:\n'
      f'{np.round(E_real,2)}\n'
      f'Достаточное количества опытов (E={E_ideal}%):\n'
      f'{N}\n'
      f'Параметры закона Хика: BP=a+bI\n'
      f'\nНевзвешенный метод:\n'
      f'a={np.round(a/1000,4)}+-{np.round(eps_a/1000,4)} c,
b={np.round(b/1000,4)}+-{np.round(eps_b/1000,4)} c/бит\n'
      f'Скорость передачи информации: {np.round(1000/b,4)}
бит/с\n'
      f'Латентный период: {np.round(a/1000,4)} c\n'
      f'Доверительные интервалы для BP, c:\n'
      f'{np.round(eps_T,4)}\n'
      f'\nВзвешенный метод:\n'
      f'a={np.round(a_w/1000,4)} c, b={np.round(b_w/1000,4)}
c/бит\n'
      f'Скорость передачи информации: {np.round(1000/b_w,4)}
бит/с\n'
      f'Латентный период: {np.round(a_w/1000,4)} c\n'
      )
    return

#функция построения точки на графике
def dot_plot(I,t,color='#f44336'):
    plt.plot(I, t, 'o', color=color)
    return

```

```

#функция построения диаграммы информационного канала
def info_channel_diagram_window_create(info_channel_diagram,
exposure_time, keyboard_num, key_num):
    font_style=("Times New Roman",12)
    H_X,H_X_cond_Y,I_X_Y,H_Y_cond_X,H_Y=info_channel_diagram
    info_channel_diagram_window=Tk()
    info_channel_diagram_image =
    PhotoImage(file="info_channel_diagram.png")
    m=info_channel_diagram_image.width()
    n=info_channel_diagram_image.height()
    info_channel_diagram_window.title(f'Диаграмма информационного
канала')
    info_channel_diagram_window.geometry(f'{m}x{n}')

    canvas = Canvas(info_channel_diagram_window,bg="white", width=m,
height=n)
    canvas.pack(anchor=CENTER, expand=1)

    info_channel_diagram_image =
    PhotoImage(file="info_channel_diagram.png")

    canvas.create_image(0,0,anchor=NW,
image=info_channel_diagram_image)

    canvas.create_text(2, 2,
                        anchor=NW,
                        text=f'Клавиатура №{keyboard_num} ({key_num}
стимулов)\n'
                        f'Экспозиция: {exposure_time} мс',
                        font=font_style)
    canvas.create_text(20, (n-65)/2,
                        anchor=NW,
                        text=f'H(X)={np.round(H_X,4)} бит',
                        font=font_style)
    canvas.create_text((m-150)/2, (n-65)/2,
                        anchor=NW,
                        text=f'I(X,Y)={np.round(I_X_Y,4)} бит',
                        font=font_style)
    canvas.create_text((m-25)/2, (n-250)/2,
                        anchor=NW,
                        text=f'H(X/Y)={np.round(H_X_cond_Y,4)} бит',
                        font=font_style)
    canvas.create_text((m+25)/2, (n+250)/2,
                        anchor=SE,
                        text=f'H(Y/X)={np.round(H_Y_cond_X,4)} бит',
                        font=font_style)
    canvas.create_text(m-20, (n-65)/2,
                        anchor=NE,
                        text=f'H(Y)={np.round(H_Y,4)} бит',

```

```

        font=font_style)
info_channel_diagram_window.mainloop()

def
processing_experiment_2_results(key_num,keyboard_num,log_file_name,
matrix_file_name, info_channel_diagram_show=True):
    #форматируем файлы
    for log in log_file_name:
        file_formatting(f'{experimenter_last_name}/keyboard_{keyboard_
num}/data_exp_2/{key_num}_keys/{log}')
    for matrix in matrix_file_name:
        file_formatting(f'{experimenter_last_name}/keyboard_{keyboard_
num}/data_exp_2/{key_num}_keys/{matrix}')

    #считываем данные с файлов
    log=[]
    for file_name in log_file_name:
        log.append(np.loadtxt(f'{experimenter_last_name}/keyboard_{key
board_num}/data_exp_2/{key_num}_keys/{file_name}', delimiter=","))
    matrix=[]
    for file_name in matrix_file_name:
        matrix.append(np.loadtxt(f'{experimenter_last_name}/keyboard_{
keyboard_num}/data_exp_2/{key_num}_keys/{file_name}', delimiter=","))

    plt.figure(f'Эксперимент №2 ({key_num} клавиш)
({experimenter_last_name})', figsize=(7,5))

    #строим диаграмму информационного канала
    info_channel_diagram=[]
    I_X_Y=[]
    for i in range(len(matrix)):
        info_channel_diagram.append(info_channel_diagram_count(matrix[
i]))
        I_X_Y.append(info_channel_diagram[-1][2])

    #строим точки на графике
    exposure_time=[]
    for time in exp_2[f'{keyboard_num}_{key_num}']:
        exposure_time.append(int(time))

    for i in range(len(I_X_Y)):
        dot_plot(I_X_Y[i], exposure_time[i])

    #строим прямые линейных регрессий
    a,b=linear_regression_LSM_plot(I_X_Y,exposure_time,precision_tube=
False)
    a_w,
b_w=linear_regression_weighted_LSM_plot(I_X_Y,exposure_time,log)
    plot_design()

```

```

#выводим результаты
info_channel_diagram_string=''
for i in range(len(info_channel_diagram)):
    if info_channel_diagram_show==True:
        info_channel_diagram_window_create(info_channel_diagram[i]
,exp_2[f'{keyboard_num}_{key_num}'][i],keyboard_num, key_num)
        info_channel_diagram_string+=(f'\nВремя экспозиции:
{exp_2[f'{keyboard_num}_{key_num}'][i]} мс\n')
        info_channel_diagram_string+=(f'H(X)={np.round(info_channel_di
agram[i][0],4)} бит\n'
                                     f'H(X/Y)={np.round(info_channe
l_diagram[i][1],4)} бит\n'
                                     f'I(X,Y)={np.round(info_channe
l_diagram[i][2],4)} бит\n'
                                     f'H(Y/X)={np.round(info_channe
l_diagram[i][3],4)} бит\n'
                                     f'H(Y)={np.round(info_channel_
diagram[i][4],4)} бит\n')

    print(f'\nРезультаты обработки эксперимента №2 ({key_num}
клавиш)\n'
          f'Диаграммы информационного канала:\n'
          f'{info_channel_diagram_string}\n'
          f'Параметры закона Хика: BP=a+bI\n'
          f'\nНевзвешенный метод:\n'
          f'a={np.round(a/1000,4)} с, b={np.round(b/1000,4)} с/бит\n'
          f'Скорость передачи информации: {np.round(1000/b,4)}
бит/с\n'
          f'Латентный период: {np.round(a/1000,4)} с\n'
          f'\nВзвешенный метод:\n'
          f'a={np.round(a_w/1000,4)} с, b={np.round(b_w/1000,4)}
с/бит\n'
          f'Скорость передачи информации: {np.round(1000/b_w,4)}
бит/с\n'
          f'Латентный период: {np.round(a_w/1000,4)} с\n'
          )
    return

#функция обработки результатов
def processing_results(keyboard_num, info_channel_diagram_show=True):

    print(f'Клавиатура №{keyboard_num}:\n')

    log_file_name=[[ ],[ ]]
    matrix_file_name=[[ ],[ ]]

    for i in exp_1[f'{keyboard_num}_13']:
        log_file_name[0].append(f'log_{13}_keys_{i}_stim.csv')
        matrix_file_name[0].append(f'matrix_{13}_keys_{i}_stim.csv')

```



```

for i in exp_1[f'{keyboard_num}_17']:
    log_file_name[1].append(f'log_{17}_keys_{i}_stim.csv')
    matrix_file_name[1].append(f'matrix_{17}_keys_{i}_stim.csv')

    processing_experiment_1_results(13,keyboard_num,log_file_name[0],matrix_file_name[0])
    processing_experiment_1_results(17,keyboard_num,log_file_name[1],matrix_file_name[1])

log_file_name=[[[]],[[]]]
matrix_file_name=[[[]],[[]]]

for i in exp_2[f'{keyboard_num}_13']:
    log_file_name[0].append(f'log_{13}_keys_{i}_ms.csv')
    matrix_file_name[0].append(f'matrix_{13}_keys_{i}_ms.csv')
for i in exp_2[f'{keyboard_num}_17']:
    log_file_name[1].append(f'log_{17}_keys_{i}_ms.csv')
    matrix_file_name[1].append(f'matrix_{17}_keys_{i}_ms.csv')

    processing_experiment_2_results(13,keyboard_num,log_file_name[0],matrix_file_name[0], info_channel_diagram_show)
    processing_experiment_2_results(17,keyboard_num,log_file_name[1],matrix_file_name[1], info_channel_diagram_show)
plt.show()
return

#основная программа
if __name__ == "__main__":
    processing_results(1)
    processing_results(2)

```

### 4.3 Обработка результатов экспериментов

Перед проведением экспериментов была проведена тренировка оператора с целью достичь следующих показателей:

1. Суммарное количество ошибок и выбросов в эксперименте №1 не должно превышать 3 штук.
2. Показатель точности должен быть менее 4,8%.

## 4.3.1 Эксперимент №1

### 4.3.1.1 Клавиатура №1, 13 стимулов

Результаты проведения эксперимента без ограничения времени предъявления стимула												
Дата:	26 февраля 2024 г. 16:54											
Оператор:	Дементьева Елизавета Дмитриевна											
Группа:	30-406											
Номер клавиатуры:	1											

Матрица замеров (число стимулов: 1)																
1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	BP, мс	Метка
1	1	1	302	#0
2	1	1	303	#0
3	1	1	342	#0
4	1	1	351	#0
5	1	1	292	#0
6	1	1	292	#0
7	1	1	307	#0
8	1	1	290	#0
9	1	1	283	#0
10	1	1	273	#0
11	1	1	290	#0
12	1	1	286	#0
13	1	1	320	#0
14	1	1	277	#0
15	1	1	292	#0
16	1	1	299	#0
17	1	1	360	#0
18	1	1	249	#0
19	1	1	299	#0
20	1	1	292	#0
21	1	1	312	#0
22	1	1	294	#0
23	1	1	314	#0
24	1	1	295	#0
25	1	1	289	#0
26	1	1	252	#0
27	1	1	287	#0
28	1	1	300	#0
29	1	1	286	#0

[illegible]

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	BP, мс	Метка
1	2	2	308	#0
2	1	1	315	#0
3	2	2	336	#0
4	3	3	371	#
5	3	3	400	#0
6	2	2	349	#0
7	1	1	293	#0
8	3	3	316	#0
9	1	1	342	#0
10	2	2	252	#0
11	3	3	320	#0
12	1	1	321	#0
13	3	3	331	#0
14	2	2	307	#0
15	3	3	369	#0
16	1	1	318	#0
17	1	1	400	#0
18	3	3	360	#0
19	1	1	327	#0
20	2	2	320	#0
21	1	1	327	#0
22	3	3	380	#0
23	2	2	340	#0
24	1	1	298	#0
25	3	3	347	#0
26	2	2	296	#0
27	3	3	340	#0
28	1	1	299	#0
29	2	2	290	#0

[illegible]

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	6	6	406	#0
2	3	3	462	#0
3	1	1	418	#0
4	4	4	428	#0
5	2	2	490	#0
6	5	5	422	#0
7	6	6	402	#0
8	2	2	499	#0
9	5	5	584	#3
10	1	1	389	#0
11	4	4	415	#0
12	3	3	440	#0
13	1	1	450	#0
14	6	6	467	#0
15	3	3	445	#0
16	2	2	472	#0
17	4	4	380	#0
18	5	5	402	#0
19	6	6	363	#0
20	2	2	482	#0
21	4	4	330	#0
22	5	5	387	#0
23	3	3	459	#0
24	1	1	378	#0
25	2	2	470	#0
26	6	6	409	#0
27	5	5	388	#0
28	4	4	344	#0
29	3	3	435	#0

Матрица замеров (число стимулов: 9)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	1	1	421	#0
2	4	4	405	#0
3	5	5	307	#0
4	7	7	447	#0
5	3	3	548	#0
6	2	2	447	#0
7	9	9	500	#0
8	6	6	451	#0
9	8	8	448	#0
10	9	9	490	#0
11	4	4	404	#0
12	5	5	333	#0
13	2	2	437	#0
14	8	8	428	#0
15	6	6	496	#0
16	1	1	441	#0
17	3	3	576	#0
18	7	7	479	#0
19	7	7	466	#0
20	8	8	424	#0
21	4	4	462	#0
22	3	3	538	#0
23	2	2	429	#0
24	1	1	404	#0
25	9	9	458	#0
26	5	5	299	#0
27	6	6	420	#0
28	9	9	475	#0
29	2	2	459	#0

Матрица замеров (число стимулов: 13)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	10	10	518	#0
2	5	5	314	#0
3	7	7	521	#0
4	2	2	549	#0
5	11	11	611	#0
6	8	8	470	#0
7	1	1	571	#0
8	13	13	781	#0
9	12	12	461	#0
10	3	3	529	#0
11	6	6	464	#0
12	4	4	434	#0
13	9	9	601	#0
14	3	3	593	#0
15	10	10	510	#0
16	6	6	467	#0
17	4	4	455	#0
18	13	13	596	#0
19	2	2	546	#0
20	9	9	560	#0
21	11	11	649	#0
22	8	8	504	#0
23	1	1	519	#0
24	5	5	353	#0
25	12	12	633	#0
26	7	7	475	#0
27	13	13	469	#0
28	5	5	342	#0
29	9	9	502	#0

Результат работы программы:

Результаты обработки эксперимента №1 (13 клавиш)

Объём выборки для анализа:

[29, 29, 28, 29, 29]

Количество информации I, бит:

[0. 1.583 2.577 3.159 3.676]

Среднее время реакции, мс:

[297.52 330.07 422.57 444.55 517.14]

СКО времени реакции, мс:

[24.08 33.54 44. 61.93 96.35]

Доверительный интервал, мс:

[ 9.17 12.77 17.05 23.58 36.68]

Мера изменчивости, %:

[ 8.1 10.16 10.41 13.93 18.63]

Показатель точности E, %:

[2.95 3.7 3.86 5.07 6.78]

Достаточное количества опытов (E=4.8%):

[11, 18, 19, 33, 58]

Параметры закона Хика:  $VP=a+bI$

Невзвешенный метод:

$a=0.2743 \pm 0.0866$  с,  $b=0.0582 \pm 0.0339$  с/бит

Скорость передачи информации: 17.1711 бит/с

Латентный период: 0.2743 с

Доверительные интервалы для VP, с:

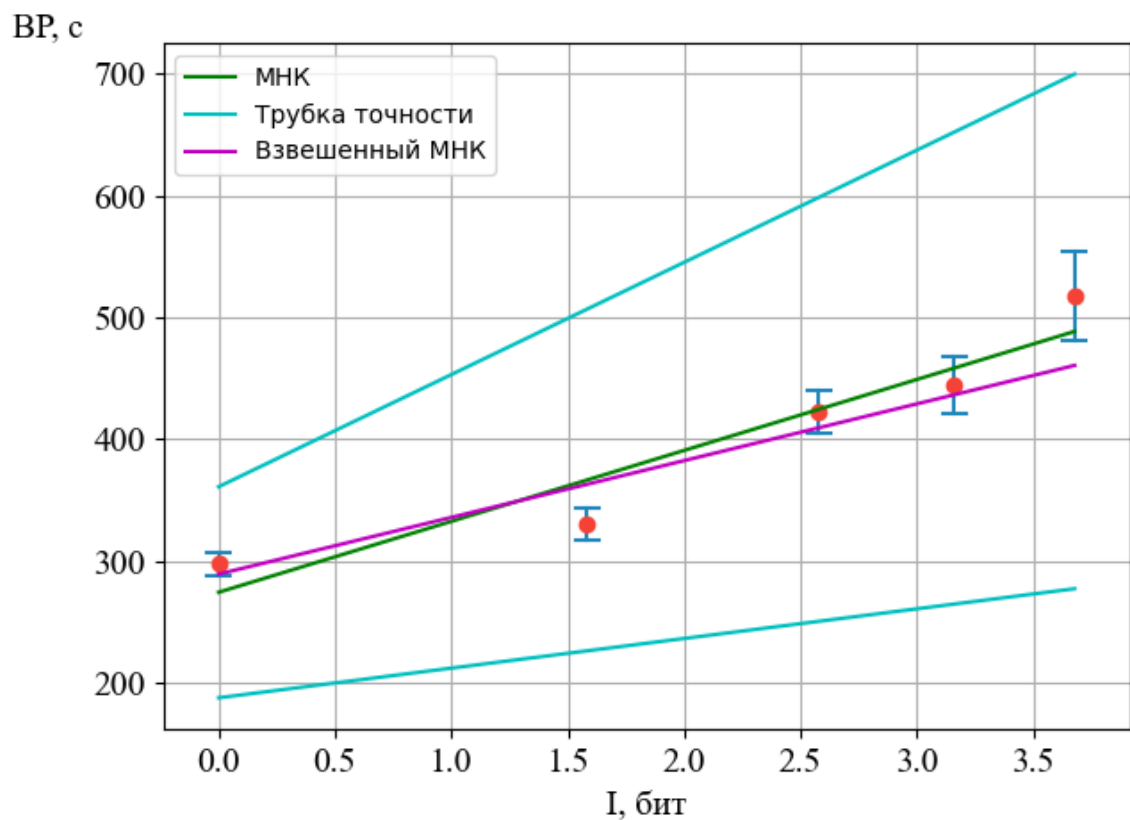
[86.5876 48.7761 45.911 54.7773 66.7075]

Взвешенный метод:

$a=0.2892$  с,  $b=0.0466$  с/бит

Скорость передачи информации: 21.4624 бит/с

Латентный период: 0.2892 с



Объём выборки для анализа:				
29	29	28	29	29
Количество информации I, бит:				
0	1.583	2.577	3.159	3.676
Среднее время реакции, мс:				
297.52	330.07	422.57	444.55	517.14
СКО времени реакции, мс:				
24.08	33.54	44	61.93	96.35
Доверительный интервал, мс:				
9.17	12.77	17.05	23.58	36.68
Мера изменчивости, %:				
8.1	10.16	10.41	13.93	18.63
Показатель точности E, %				
2.95	3.7	3.86	5.07	6.78
Достаточное количества опытов (E=4.8%):				
11	18	19	33	58

#### 4.3.1.2 Клавиатура №1, 17 стимулов

### Результаты проведения эксперимента без ограничения времени предъявления стимула

Дата:	26 февраля 2024 г. 17:33
-------	--------------------------

Оператор: **Дементьева Елизавета Дмитриевна**

Группа:	<b>30-406</b>
---------	---------------

Номер клавиатуры:	<b>1</b>
-------------------	----------

[illegible]

4	1	1	360	#0
5	3	3	345	#0
6	1	1	315	#0
7	3	3	369	#0
8	3	3	351	#0
9	2	2	347	#0
10	3	3	319	#0
11	1	1	313	#0
12	2	2	301	#0
13	1	1	350	#0
14	2	2	391	#0
15	1	1	311	#0
16	2	2	309	#0
17	3	3	382	#0
18	3	3	413	#0
19	1	1	373	#0
20	2	2	434	#0
21	1	1	324	#0
22	3	3	344	#0
23	3	3	345	#0
24	3	3	367	#0
25	1	1	323	#0

7	4	4	439	#0
8	1	1	406	#0
9	6	6	426	#0
10	3	3	404	#0
11	5	5	426	#0
12	2	2	379	#0
13	3	3	388	#0
14	1	1	412	#0
15	6	6	461	#0
16	2	2	418	#0
17	5	5	432	#0
18	4	4	385	#0
19	4	4	415	#0
20	5	5	471	#0
21	1	1	436	#0
22	3	3	425	#0
23	6	6	430	#0
24	2	2	447	#0
25	2	2	483	#0



[illegible]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Матрица замеров (число стимулов: 17)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	5	5	366	#0
2	13	13	360	#0
3	1	1	548	#0
4	16	16	472	#0
5	14	13	757	#1
6	11	11	570	#0
7	12	12	521	#0
8	17	17	495	#0
9	10	10	503	#0
10	4	4	456	#0
11	6	6	420	#0
12	15	15	495	#0
13	8	8	459	#0
14	9	9	498	#0
15	2	2	495	#0
16	7	7	436	#0
17	3	3	528	#0
18	11	11	572	#0
19	3	3	504	#0
20	4	4	444	#0
21	13	13	405	#0
22	2	2	446	#0
23	1	1	458	#0
24	10	10	516	#0
25	5	5	356	#0

Результат работы программы:

Результаты обработки эксперимента №1 (17 клавиш)

Объём выборки для анализа:

[25, 25, 25, 25, 25, 24]

Количество информации I, бит:

[0. 1.575 2.579 3.152 3.684 3.918]

Среднее время реакции, мс:

[294.56 345.96 427.8 428.12 467.84 471.79]

СКО времени реакции, мс:

[32.58 34.65 35.68 50.74 73.73 60.76]

Доверительный интервал, мс:

[13.42 14.28 14.7 20.9 30.38 25.67]

Мера изменчивости, %:

[11.06 10.02 8.34 11.85 15.76 12.88]

Показатель точности E, %:

[4.34 3.93 3.27 4.65 6.18 5.15]

Достаточное количества опытов (E=4.8%):

[21, 17, 12, 24, 42, 28]

Параметры закона Хика:  $ВР=a+bI$

Невзвешенный метод:

$a=0.2887 \pm 0.0325$  с,  $b=0.0472 \pm 0.0115$  с/бит

Скорость передачи информации: 21.1854 бит/с

Латентный период: 0.2887 с

Доверительные интервалы для ВР, с:

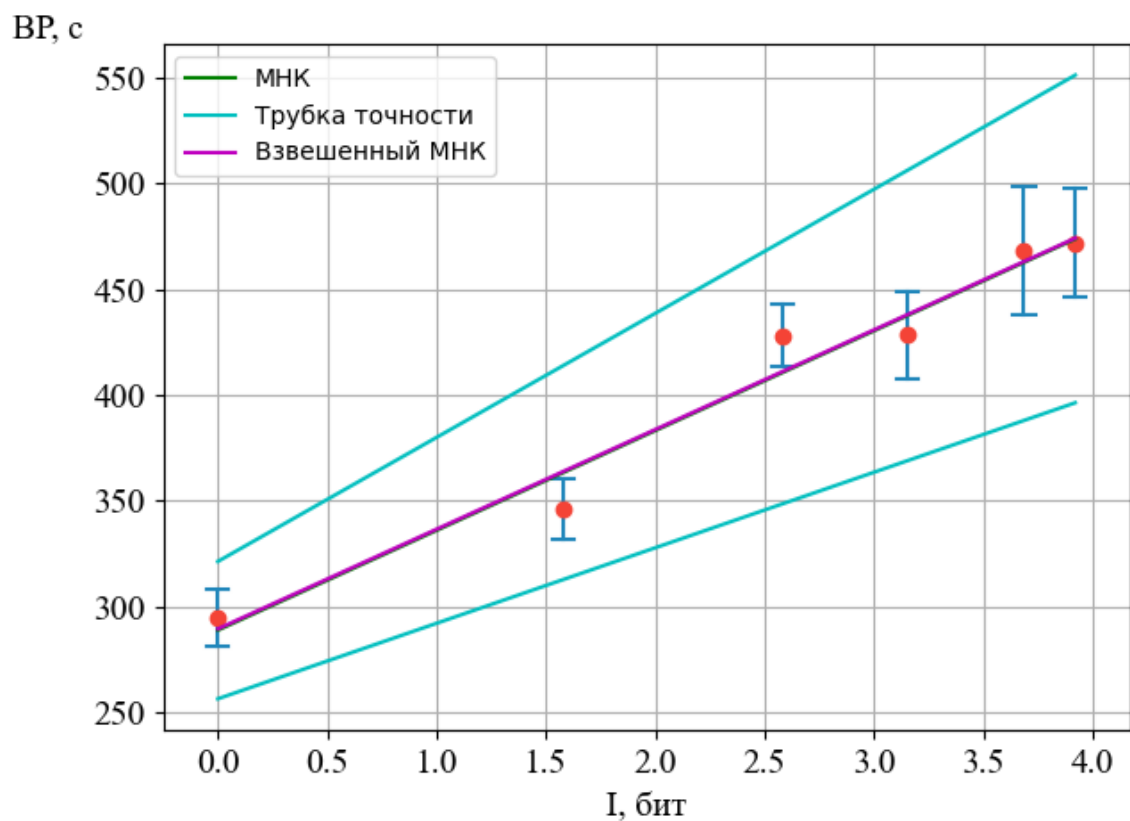
[32.47 18.6951 15.5457 17.2981 20.7349 22.6113]

Взвешенный метод:

$a=0.2893$  с,  $b=0.0471$  с/бит

Скорость передачи информации: 21.21 бит/с

Латентный период: 0.2893 с



Объём выборки для анализа					
25	25	25	25	25	24
Количество информации I, бит					
0	1.575	2.579	3.152	3.684	3.918
Среднее время реакции, мс					
294.56	345.96	427.8	428.12	467.84	471.79
СКО времени реакции, мс					
32.58	34.65	35.68	50.74	73.73	60.76
Доверительный интервал, мс					
13.42	14.28	14.7	20.9	30.38	25.67
Мера изменчивости, %					
11.06	10.02	8.34	11.85	15.76	12.88
Показатель точности E, %:					
4.34	3.93	3.27	4.65	6.18	5.15
Достаточное количества опытов (E=4.8%)					
21	17,	12	24	42	28

#### 4.3.1.3 Клавиатура №2, 13 стимулов

Результаты проведения эксперимента												
без ограничения времени предъявления стимула												
Дата:	23 апреля 2024 г. 12:47											
Оператор:	Дементьева Елизавета Дмитриевна											
Группа:	30-406											
Номер клавиатуры:	2											



7	4	4	453	#0
8	3	3	446	#0
9	1	1	401	#0
10	6	6	395	#0
11	2	2	417	#0
12	5	5	370	#0
13	2	2	352	#0
14	3	3	459	#0
15	1	1	402	#0
16	5	5	379	#0
17	4	4	452	#0
18	6	6	404	#0
19	2	2	384	#0
20	4	4	475	#0
21	6	6	416	#0
22	3	3	464	#0
23	5	5	389	#0
24	1	1	407	#0
25	3	3	431	#0
26	2	2	347	#0
27	5	5	353	#0
28	1	1	532	#0
29	4	4	454	#0

10	2	2	447	#0
11	7	7	440	#0
12	5	5	324	#0
13	9	9	466	#0
14	1	1	448	#0
15	4	4	1851	#3
16	8	8	415	#0
17	6	6	429	#0
18	3	3	606	#0
19	3	3	473	#0
20	4	4	440	#0
21	7	7	461	#0
22	8	8	432	#0
23	9	9	419	#0
24	5	5	346	#0
25	6	6	387	#0
26	1	1	442	#0
27	2	2	430	#0
28	3	3	488	#0
29	7	7	435	#0

Матрица замеров (число стимулов: 13)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	8	8	538	#0
2	1	1	436	#0
3	2	2	515	#0
4	12	12	436	#0
5	11	3	638	#1
6	6	5	466	#1
7	7	7	481	#0
8	5	5	339	#0
9	9	9	437	#0
10	13	13	669	#0
11	4	4	426	#0
12	3	3	472	#0
13	10	10	527	#0
14	11	11	679	#0
15	12	12	465	#0
16	13	13	625	#0
17	5	5	384	#0
18	6	6	318	#0
19	4	4	446	#0
20	3	3	511	#0
21	10	10	575	#0
22	2	2	465	#0
23	9	9	487	#0
24	8	8	499	#0
25	7	7	564	#0
26	1	1	469	#0
27	12	12	428	#0
28	3	3	507	#0
29	9	9	514	#0

Результат работы программы:

## Результаты обработки эксперимента №1 (13 клавиш)

Объём выборки для анализа:

[29, 29, 29, 28, 27]

Количество информации I, бит:

[0. 1.583 2.58 3.146 3.634]

Среднее время реакции, мс:

[293.14 376.55 416.86 445.29 489.33]

СКО времени реакции, мс:

[28.68 38.24 46.97 67.61 85.17]

Доверительный интервал, мс:

[10.92 14.56 17.88 26.19 33.77]

Мера изменчивости, %:

[ 9.78 10.16 11.27 15.18 17.41]

Показатель точности E, %:

[3.56 3.7 4.1 5.62 6.57]

Достаточное количества опытов ( $E=4.8\%$ ):

[16, 18, 22, 39, 51]

Параметры закона Хика:  $VP=a+bI$

Невзвешенный метод:

$a=0.2918 \pm 0.0257$  с,  $b=0.0514 \pm 0.0101$  с/бит

Скорость передачи информации: 19.4666 бит/с

Латентный период: 0.2918 с

Доверительные интервалы для VP, с:

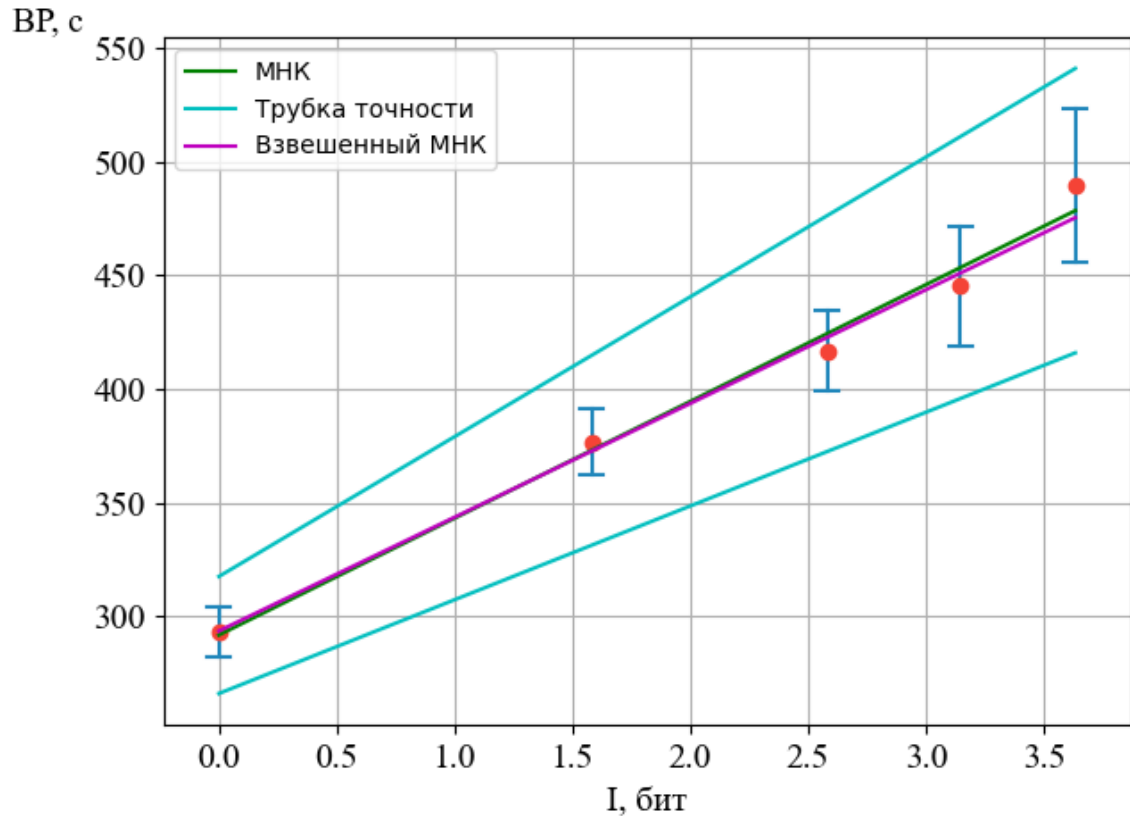
[25.7372 14.4335 13.655 16.2696 19.6247]

Взвешенный метод:

$a=0.2936$  с,  $b=0.05$  с/бит

Скорость передачи информации: 19.9863 бит/с

Латентный период: 0.2936 с









[illegible]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Матрица замеров (число стимулов: 13)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	9	9	467	#0
2	12	12	521	#0
3	5	5	404	#0
4	11	11	636	#0
5	4	4	491	#0
6	7	7	701	#0
7	13	13	500	#0
8	8	8	467	#0
9	6	6	460	#0
10	2	2	475	#0
11	3	3	473	#0
12	1	1	496	#0
13	10	10	1127	#3
14	1	1	666	#0
15	5	5	396	#0
16	10	10	504	#0
17	6	6	365	#0
18	7	7	546	#0
19	4	4	512	#0
20	9	9	709	#0
21	11	11	490	#0
22	2	2	537	#0
23	13	13	486	#0
24	8	8	495	#0
25	12	12	505	#0

Матрица замеров (число стимулов: 17)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	5	5	402	#0
2	15	15	540	#0
3	13	13	445	#0
4	6	6	342	#0
5	4	4	479	#0
6	7	8	519	#1
7	17	17	1374	#3
8	9	6	474	#1
9	8	8	604	#0
10	11	11	564	#0
11	2	2	521	#0
12	10	10	524	#0
13	12	13	578	#1
14	16	16	632	#0
15	14	14	586	#0
16	1	1	650	#0
17	3	3	583	#0
18	8	8	473	#0
19	5	5	414	#0
20	10	10	488	#0
21	1	1	521	#0
22	17	17	572	#0
23	13	13	742	#0
24	14	14	612	#0
25	3	2	671	#1

Результат работы программы:

Результаты обработки эксперимента №1 (17 клавиш)

Объём выборки для анализа:

[24, 25, 25, 24, 24, 20]

Количество информации I, бит:

[0. 1.583 2.579 3.146 3.668 3.722]

Среднее время реакции, мс:

[305.08 347.24 429.96 467.08 512.58 534.7 ]

СКО времени реакции, мс:

[31.56 40.56 56.45 59.78 87.04 94.78]

Доверительный интервал, мс:

[13.33 16.71 23.26 25.26 36.78 44.3 ]

Мера изменчивости, %:

[10.34 11.68 13.13 12.8 16.98 17.73]

Показатель точности E, %:

[4.14 4.58 5.15 5.12 6.79 7.77]

Достаточное количества опытов (E=4.8%):

[18, 23, 29, 28, 49, 53]

Параметры закона Хика:  $VP=a+bI$

Невзвешенный метод:

$a=0.282 \pm 0.0581$  с,  $b=0.0615 \pm 0.0209$  с/бит

Скорость передачи информации: 16.2502 бит/с

Латентный период: 0.282 с

Доверительные интервалы для VP, с:

[58.0637 32.8813 27.5774 31.0611 37.4293 38.1998]

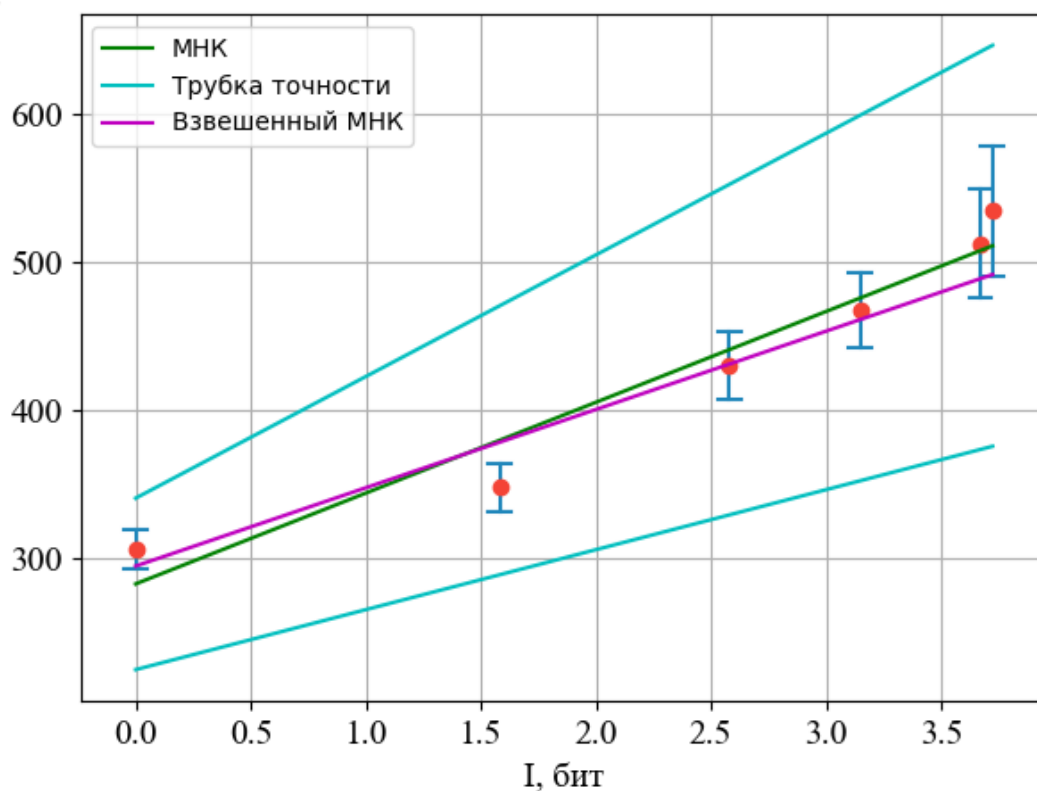
Взвешенный метод:

$a=0.2941$  с,  $b=0.0531$  с/бит

Скорость передачи информации: 18.8481 бит/с

Латентный период: 0.2941 с

BP, с



Объём выборки для анализа					
24	25	25	24	24	20
Количество информации I, бит					
0	1.583	2.579	3.146	3.668	3.722
Среднее время реакции, мс					
305.08	347.24	429.96	467.08	512.58	534.7
СКО времени реакции, мс					
31.56	40.56	56.45	59.78	87.04	94.78
Доверительный интервал, мс					
13.33	16.71	23.26	25.26	36.78	44.3
Мера изменчивости, %					
10.34	11.68	13.13	12.8	16.98	17.73
Показатель точности E, %:					
4.14	4.58	5.15	5.12	6.79	7.77
Достаточное количества опытов (E=4.8%)					
18,	23	29	28	49	53

### 4.3.2 Эксперимент №2

#### 4.3.2.1 Клавиатура №1, 13 стимулов

<b>Результаты проведения эксперимента с ограничением времени предъявления стимула (13 стимулов)</b>															
Дата:		12 февраля 2024 г. 19:27													
Оператор:		Дементьева Елизавета Дмитриевна													
Группа:		30-406													
Номер клавиатуры:		1													

Параметры закона Хика: $T=aI+b$			
	<i>a, с/бит</i>	<i>b, с</i>	
Невзвешенный метод	0,0749	0,338	
Взвешенный метод	0,0745	0,3402	
	<i>Серия №1</i>	<i>Серия №2</i>	<i>Серия №3</i>
Время экспозиции, мс	600	550	500
Объём выборки для анализа	43	43	43
Передаваемая информация, бит	3,3744	2,9051	2,3126
Потери информации, бит	0,3111	0,7804	1,373
Ложная информация (шум), бит	0,2776	0,4444	0,5057
Среднее время реакции, мс	503	490	493
Доверительный интервал, мс	88	108	91
С.к.о. времени реакции, мс	27	33	28
Мера изменчивости, %	17,46	22,11	18,47
Показатель точности (E), %	5,22	6,61	5,52
Достаточное количество опытов (E=5%)	47	75	52
	<i>Серия №4</i>	<i>Серия №5</i>	
Время экспозиции, мс	450	400	
Объём выборки для анализа	40	39	
Передаваемая информация, бит	1,3439	0,8698	
Потери информации, бит	2,3416	2,8158	
Ложная информация (шум), бит	0,5392	0,478	
Среднее время реакции, с	476	544	
Доверительный интервал, с	84	117	
С.к.о. времени реакции, с	27	38	
Мера изменчивости, %	17,6	21,48	
Показатель точности (E), %	5,46	6,74	
Достаточное количество опытов (E=5%)	48	71	



Матрица замеров (экспозиция: 600 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	3	3	510	#0
2	13	13	352	#0
3	11	11	605	#2
4	6	6	420	#0
5	10	10	560	#0
6	9	9	500	#0
7	8	8	489	#0
8	1	1	492	#0
9	4	4	535	#0
10	2	2	558	#0
11	7	7	457	#0
12	5	5	351	#0
13	12	12	559	#0
14	3	3	597	#0
15	10	10	598	#0
16	7	7	837	#3
17	13	13	447	#0
18	4	4	391	#0
19	6	6	411	#0
20	5	5	307	#0
21	1	1	484	#0
22	12	12	554	#0
23	9	9	693	#2
24	8	8	478	#0
25	2	2	501	#0
26	11	11	707	#2
27	7	7	530	#0
28	2	2	471	#0
29	1	1	531	#0
30	4	4	506	#0
31	11	11	649	#2
32	10	10	552	#0
33	6	6	465	#0
34	5	5	309	#0
35	9	6	392	#1
36	13	13	439	#0
37	12	12	501	#0
38	8	8	478	#0
39	3	3	524	#0
40	3	3	613	#2
41	4	4	498	#0
42	10	10	542	#0
43	7	7	513	#0
44	9	9	506	#0
45	2	2	456	#0

Матрица замеров (экспозиция: 550 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0

Матрица замеров (экспозиция: 500 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	4	4	472	#0
2	9	9	464	#0
3	13	13	385	#0
4	5	5	370	#0
5	1	1	553	#2
6	6	6	429	#0
7	11	11	1044	#3
8	10	10	566	#2
9	7	7	485	#0
10	2	2	522	#2
11	8	8	481	#0
12	12	12	612	#2
13	3	3	589	#2
14	3	3	459	#0
15	13	13	321	#0
16	9	9	482	#0
17	2	2	479	#0
18	6	6	310	#0
19	11	11	559	#2
20	4	4	385	#0
21	8	8	447	#0
22	5	5	304	#0
23	10	10	516	#2
24	12	12	473	#0
25	7	7	647	#2
26	1	1	615	#2
27	10	10	502	#2
28	13	13	484	#0
29	9	9	607	#2
30	4	4	373	#0
31	12	12	469	#0
32	5	5	346	#0
33	3	3	509	#2
34	8	8	470	#0
35	7	7	482	#0
36	1	1	492	#0
37	2	2	611	#2
38	11	11	523	#2
39	6	13	550	#1
40	7	7	542	#2
41	11	11	638	#2
42	2	2	546	#2
43	13	13	433	#0
44	3	3	621	#2
45	9	9	605	#2

Матрица замеров (экспозиция: 450 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0

Матрица замеров (экспозиция: 400 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	12	13	400	#1
2	9	9	468	#2
3	3	3	578	#2
4	13	13	376	#0
5	10	10	530	#2
6	6	6	316	#0
7	4	4	556	#2
8	2	2	493	#2
9	11	11	578	#2
10	7	7	559	#2
11	8	8	644	#2
12	5	5	334	#0
13	1	1	581	#2
14	2	2	529	#2
15	10	10	783	#2
16	9	6	539	#1
17	13	13	580	#2
18	5	5	421	#2
19	12	12	591	#2
20	6	6	393	#0
21	7	7	530	#2
22	11	11	860	#2
23	1	1	760	#2
24	4	4	588	#2
25	8	8	557	#2
26	3	11	559	#1
27	9	9	554	#2
28	10	10	525	#2
29	3	3	623	#2
30	12	12	634	#2
31	4	4	517	#2
32	7	7	490	#2
33	13	13	445	#2
34	8	8	460	#2
35	2	2	479	#2
36	1	1	523	#2
37	6	13	499	#1
38	11	3	488	#1
39	5	5	343	#0
40	8	8	502	#2
41	11	3	517	#1
42	9	9	586	#2
43	7	7	726	#2
44	10	10	573	#2
45	3	3	619	#2

Результат работы программы:

Результаты обработки эксперимента №2 (13 клавиш)

Диаграммы информационного канала:

Время экспозиции: 600 мс

$H(X)=3.6855$  бит

$H(X/Y)=0.3111$  бит

$I(X,Y)=3.3744$  бит

$H(Y/X)=0.2776$  бит

$H(Y)=3.652$  бит

Время экспозиции: 550 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=0.7804 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=2.9051 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.4444 \text{ бит}$$

$$H(Y)=3.3496 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 500 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=1.373 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=2.3126 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.5057 \text{ бит}$$

$$H(Y)=2.8182 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 450 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=2.3416 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=1.3439 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.5392 \text{ бит}$$

$$H(Y)=1.8832 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 400 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=2.8158 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=0.8698 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.478 \text{ бит}$$

$$H(Y)=1.3478 \text{ бит}$$

Параметры закона Хика:  $VP=a+bI$

Невзвешенный метод:

$a=0.338$  с,  $b=0.0749$  с/бит

Скорость передачи информации: 13.3443 бит/с

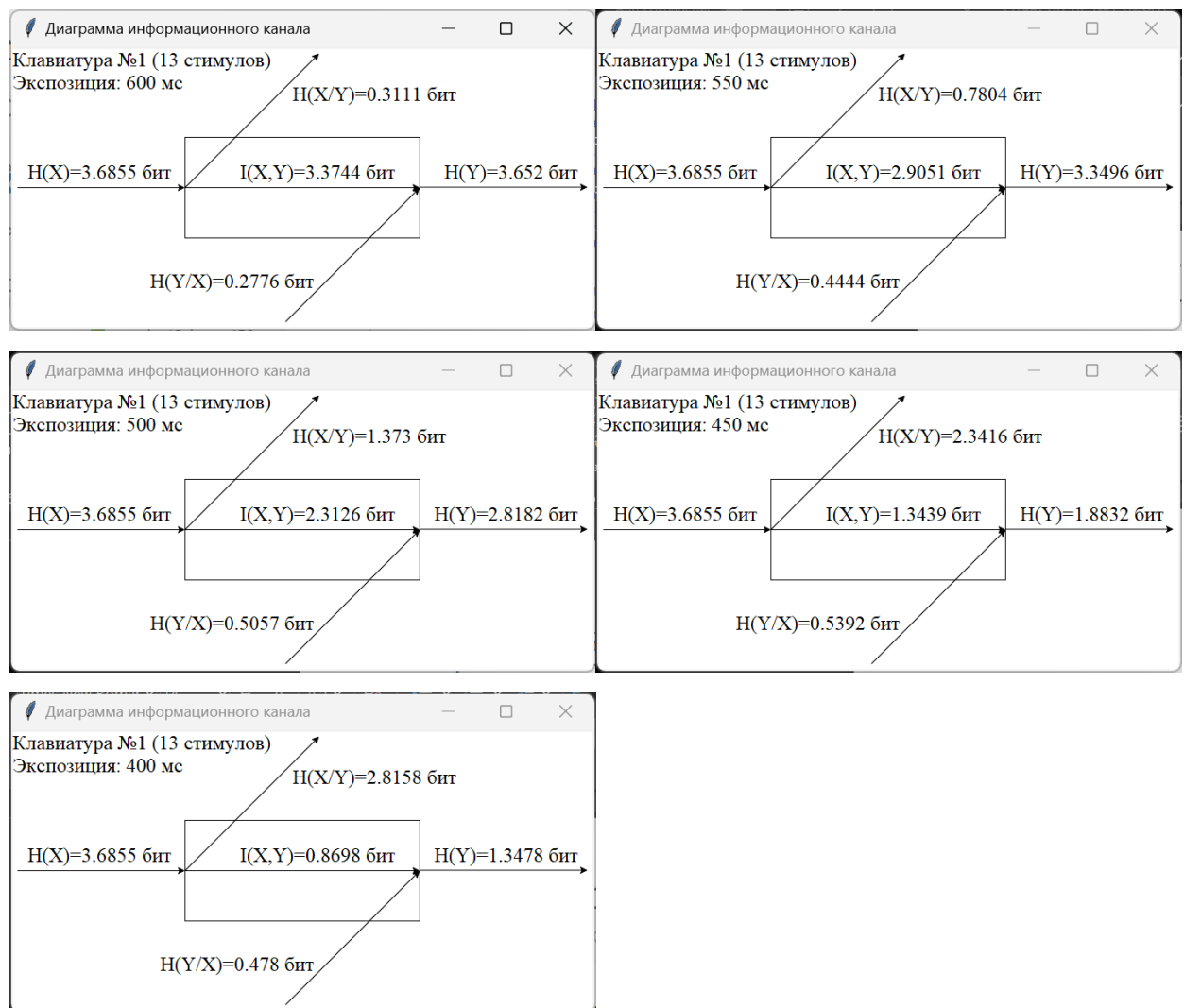
Латентный период: 0.338 с

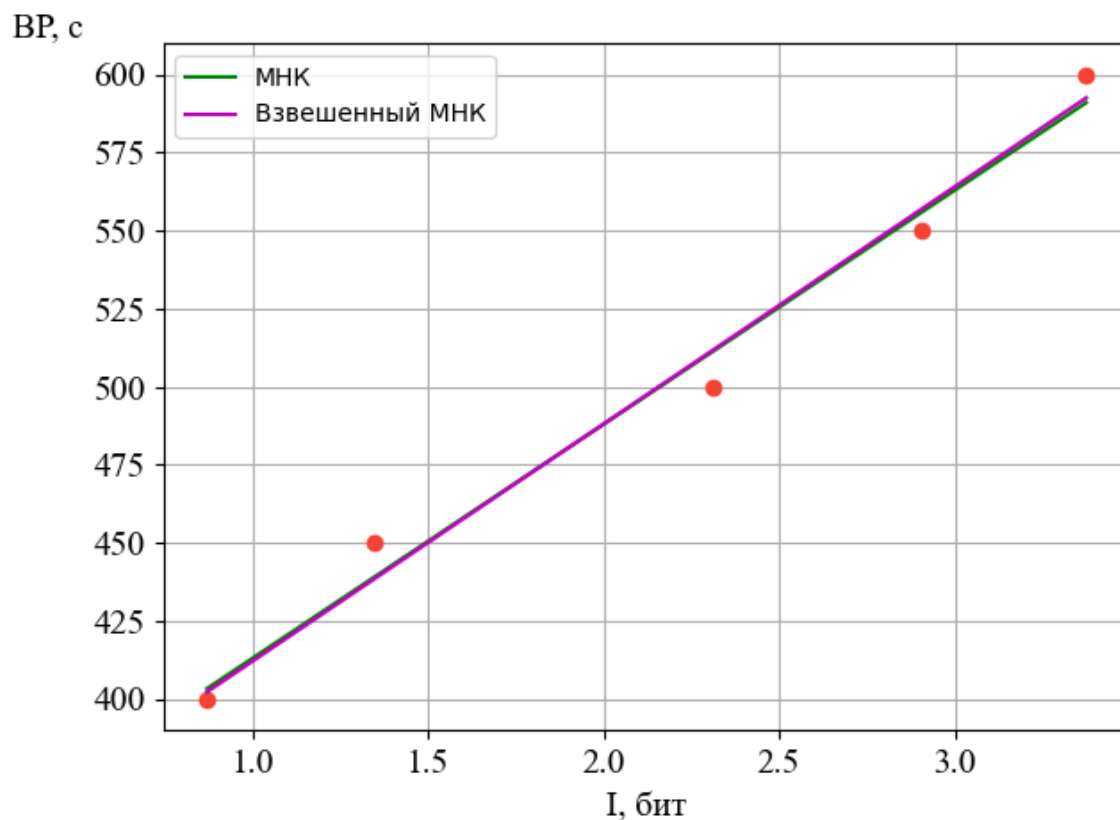
Взвешенный метод:

$a=0.336$  с,  $b=0.076$  с/бит

Скорость передачи информации: 13.1593 бит/с

Латентный период: 0.336 с





#### 4.3.2.2 Клавиатура №1, 17 стимулов

Результаты проведения эксперимента с ограничением времени предъявления стимула (17 стимулов)															
Дата:		26 февраля 2024 г. 17:43													
Оператор:		Дементьева Елизавета Дмитриевна													
Группа:		30-406													
Номер клавиатуры:		1													



Параметры закона Хика: $T=aI+b$			
	<i>a, с/бит</i>	<i>b, с</i>	
Невзвешенный метод	0,0691	0,3003	
Взвешенный метод	0,0687	0,2979	
	<i>Серия №1</i>	<i>Серия №2</i>	<i>Серия №3</i>
Время экспозиции, мс	600	550	540
Объём выборки для анализа	40	41	0
Передаваемая информация, бит	3,6992	3,9404	3,7627
Потери информации, бит	0,3637	0,1224	0,3002
Ложная информация (шум), бит	0,3782	0,1669	0,2281
Среднее время реакции, мс	464	441	464
Доверительный интервал, мс	71	52	70
С.к.о. времени реакции, мс	23	17	21
Мера изменчивости, %	15,31	11,85	15
Показатель точности (E), %	4,8	3,67	4,48
Достаточное количество опытов (E=5%)	36	22	35
	<i>Серия №4</i>	<i>Серия №5</i>	<i>Серия №6</i>
Время экспозиции, мс	490	440	390
Объём выборки для анализа	40	33	40
Передаваемая информация, бит	2,8159	1,8674	1,1977
Потери информации, бит	1,247	2,1955	2,8652
Ложная информация (шум), бит	0,6231	0,7011	0,2725
Среднее время реакции, с	462	437	443
Доверительный интервал, с	66	68	72
С.к.о. времени реакции, с	21	24	23
Мера изменчивости, %	14,2	15,55	16,31
Показатель точности (E), %	4,4	5,31	5,12
Достаточное количество опытов (E=5%)	31	37	41
	<i>Серия №7</i>		
Время экспозиции, мс	340		
Объём выборки для анализа	39		
Передаваемая информация, бит	0,7664		
Потери информации, бит	3,2965		
Ложная информация (шум), бит	0,395		
Среднее время реакции, с	409		
Доверительный интервал, с	51		
С.к.о. времени реакции, с	17		
Мера изменчивости, %	12,52		
Показатель точности (E), %	3,93		
Достаточное количество опытов (E=5%)	24		

Матрица замеров (экспозиция: 600 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	7	7	393	#0
2	6	6	396	#0
3	9	9	399	#0
4	3	3	460	#0
5	14	14	488	#0
6	8	8	409	#0
7	13	13	470	#0
8	1	1	462	#0
9	10	10	546	#0
10	4	4	434	#0
11	2	2	405	#0
12	16	16	787	#3
13	11	10	707	#1
14	12	12	469	#0
15	15	15	663	#2
16	17	17	463	#0
17	5	5	364	#0
18	14	14	466	#0
19	12	11	531	#1
20	3	3	796	#3
21	7	7	430	#0
22	10			#2
23	1	1	554	#0
24	4	4	378	#0
25	6	6	467	#0
26	2	2	411	#0
27	16	16	493	#0
28	8	8	420	#0
29	5	5	320	#0
30	13	13	404	#0
31	15	15	492	#0
32	11	3	579	#1
33	17	17	507	#0
34	9	9	602	#2
35	17	17	485	#0
36	1	1	556	#0
37	8	8	408	#0
38	16	16	500	#0
39	13	13	461	#0
40	12	12	461	#0
41	9	9	570	#0
42	7	7	446	#0
43	10	10	565	#0
44	14	14	507	#0
45	6	6	373	#0

Матрица замеров (экспозиция: 550 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	5	5	351	#0
2	2	2	441	#0
3	1	1	443	#0
4	3	3	442	#0
5	4	4	394	#0
6	16	16	485	#0
7	6	6	406	#0
8	8	8	416	#0
9	13	13	408	#0
10	15	15	476	#0
11	7	7	400	#0
12	12	12	452	#0
13	17	17	439	#0
14	14	14	430	#0
15	10	1	669	#1
16	11	10	209	#1
17	9	9	427	#0
18	14	14	437	#0
19	1	1	439	#0
20	6	6	415	#0
21	7	7	488	#0
22	2	2	442	#0
23	10	10	743	#3
24	8	8	405	#0
25	9	9	425	#0
26	3	3	488	#0
27	5	5	337	#0
28	12	12	508	#0
29	17	17	493	#0
30	11	11	472	#0
31	13	13	396	#0
32	15	15	521	#0
33	4	4	467	#0
34	16	16	547	#0
35	3	3	549	#0
36	10	10	659	#3
37	15	15	484	#0
38	14	14	442	#0
39	13	13	386	#0
40	7	7	452	#0
41	4	4	500	#0
42	6	6	354	#0
43	17			#2
44	5	5	324	#0
45	2	2	469	#0

Матрица замеров (экспозиция: 540 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	13	13	378	#0
2	4	4	401	#0
3	17			#2
4	2	2	406	#0
5	8	8	399	#0
6	16	16	465	#0
7	1	1	481	#0
8	5	5	357	#0
9	7	7	615	#2
10	6	6	387	#0
11	3	3	481	#0
12	9	9	388	#0
13	12	12	608	#2
14	11	11	536	#0
15	14	14	517	#0
16	10	10	461	#0
17	15	15	464	#0
18	13	13	356	#0
19	11	11	661	#2
20	10	10	483	#0
21	5	5	464	#0
22	1	1	460	#0
23	15	15	474	#0
24	12	12	557	#2
25	16			#2
26	6	6	451	#0
27	4	4	396	#0
28	14	14	484	#0
29	9	9	419	#0
30	2	2	516	#0
31	7	7	469	#0
32	3	3	477	#0
33	17	17	478	#0
34	8	8	420	#0
35	17	17	534	#0
36	16	16	461	#0
37	14	14	482	#0
38	2	2	508	#0
39	5	5	336	#0
40	9	9	391	#0
41	3	3	535	#0
42	7	7	459	#0
43	6	6	454	#0
44	15	15	467	#0
45	13	13	407	#0

Матрица замеров (экспозиция: 490 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	11	11	546	#2
2	5	5	723	#3
3	9	9	413	#0
4	14	14	450	#0
5	7	7	435	#0
6	17	17	425	#0
7	15	15	479	#0
8	1	1	504	#2
9	2	2	500	#2
10	4	4	388	#0
11	3	3	459	#0
12	16	16	467	#0
13	6	6	337	#0
14	12	12	477	#0
15	8	8	528	#2
16	13	13	393	#0
17	10	10	562	#2
18	11	11	534	#2
19	7	8	477	#1
20	13	13	419	#0
21	6	6	390	#0
22	5	5	351	#0
23	14	14	506	#2
24	9	9	428	#0
25	3	3	459	#0
26	1	1	558	#2
27	15	9	551	#1
28	17	17	475	#0
29	16	16	454	#0
30	2	2	703	#3
31	12	12	544	#2
32	8	8	410	#0
33	10	10	644	#2
34	4	4	396	#0
35	12	12	437	#0
36	14	14	512	#2
37	13	13	388	#0
38	15	15	494	#2
39	3	3	483	#0
40	1	1	429	#0
41	16	16	548	#2
42	7	7	384	#0
43	2	2	404	#0
44	5	6	456	#1
45	17	17	472	#0

Матрица замеров (экспозиция: 440 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	10	10	508	#2
2	6	6	332	#0
3	17	17	486	#2
4	16	16	463	#2
5	9	9	409	#0
6	14	14	492	#2
7	4	4	386	#0
8	5	5	329	#0
9	11	3	449	#1
10	2	3	431	#1
11	8	8	399	#0
12	13	13	360	#0
13	15	9	473	#1
14	3	3	541	#2
15	1	1	476	#2
16	12	12	472	#2
17	7	17	429	#1
18	12	12	551	#2
19	15	15	702	#3
20	13	13	323	#0
21	4	4	312	#0
22	16	8	441	#1
23	5	5	482	#2
24	1	1	446	#2
25	10	10	486	#2
26	6	6	368	#0
27	8	8	393	#0
28	7	7	368	#0
29	11	11	712	#3
30	3	3	455	#2
31	17	17	495	#2
32	14	14	465	#2
33	2	3	419	#1
34	9	9	450	#2
35	10	10	457	#2
36	11	3	595	#1
37	8	8	547	#2
38	17	7	443	#1
39	7	7	478	#2
40	16	16	464	#2
41	9	9	465	#2
42	2	2	447	#2
43	6	13	417	#1
44	5	5	328	#0
45	1	10	519	#1

Матрица замеров (экспозиция: 390 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	1	1	421	#2
2	14	14	415	#2
3	9	9	432	#2
4	4	4	380	#0
5	13	13	341	#0
6	15	15	518	#2
7	16	16	455	#2
8	11	3	454	#1
9	10	2	464	#1
10	2	2	511	#2
11	6	6	415	#2
12	8	8	470	#2
13	12	12	427	#2
14	3	3	654	#2
15	17	17	439	#2
16	5	5	305	#0
17	7	7	525	#2
18	15	15	479	#2
19	4	4	394	#2
20	1	1	523	#2
21	9	9	429	#2
22	16	16	457	#2
23	10	10	506	#2
24	6	6	372	#0
25	17	7	457	#1
26	12	12	495	#2
27	13	13	419	#2
28	5	5	291	#0
29	3	3	478	#2
30	11	3	454	#1
31	14	14	715	#3
32	2	2	424	#2
33	8	8	419	#2
34	7	7	425	#2
35	3	3	550	#2
36	16			#2
37	4	4	402	#2
38	6	6	353	#0
39	13	13	337	#0
40	9	9	461	#2
41	1	1	427	#2
42	15	15	478	#2
43	12	12	496	#2
44	8	8	411	#2
45	7	7	562	#2

[illegible]

Результат работы программы:

## Результаты обработки эксперимента №2 (17 клавиш)

Диаграммы информационного канала:

Время экспозиции: 600 мс

$$H(X)=4.0629 \text{ бИТ}$$
$$H(X/Y)=0.3637 \text{ бИТ}$$
$$I(X, Y) = 3.6992 \text{ бит}$$
$$H(Y/X)=0.3782 \text{ бИТ}$$
$$H(Y)=4.0774 \text{ бИТ}$$



Время экспозиции: 550 мс

$$H(X)=4.0629 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=0.1224 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=3.9404 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.1669 \text{ бит}$$

$$H(Y)=4.1073 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 540 мс

$$H(X)=4.0629 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=0.3002 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=3.7627 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.2281 \text{ бит}$$

$$H(Y)=3.9908 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 490 мс

$$H(X)=4.0629 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=1.247 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=2.8159 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.6231 \text{ бит}$$

$$H(Y)=3.439 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 440 мс

$$H(X)=4.0629 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=2.1955 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=1.8674 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.7011 \text{ бит}$$

$$H(Y)=2.5685 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 390 мс

$$H(X)=4.0629 \text{ бит}$$

$H(X/Y)=2.8652$  бит

$I(X,Y)=1.1977$  бит

$H(Y/X)=0.2725$  бит

$H(Y)=1.4702$  бит

Время экспозиции: 340 мс

$H(X)=4.0629$  бит

$H(X/Y)=3.2965$  бит

$I(X,Y)=0.7664$  бит

$H(Y/X)=0.395$  бит

$H(Y)=1.1614$  бит

Параметры закона Хика:  $VP=a+bI$

Невзвешенный метод:

$a=0.3003$  с,  $b=0.0691$  с/бит

Скорость передачи информации: 14.4656 бит/с

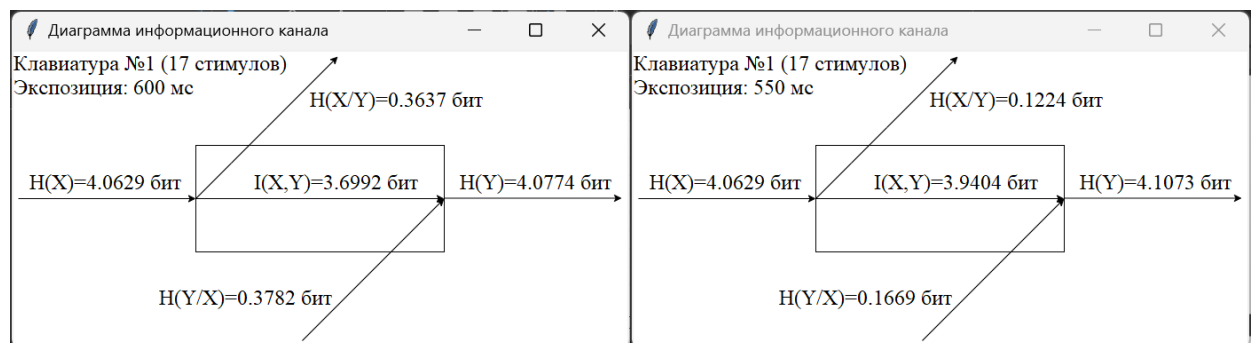
Латентный период: 0.3003 с

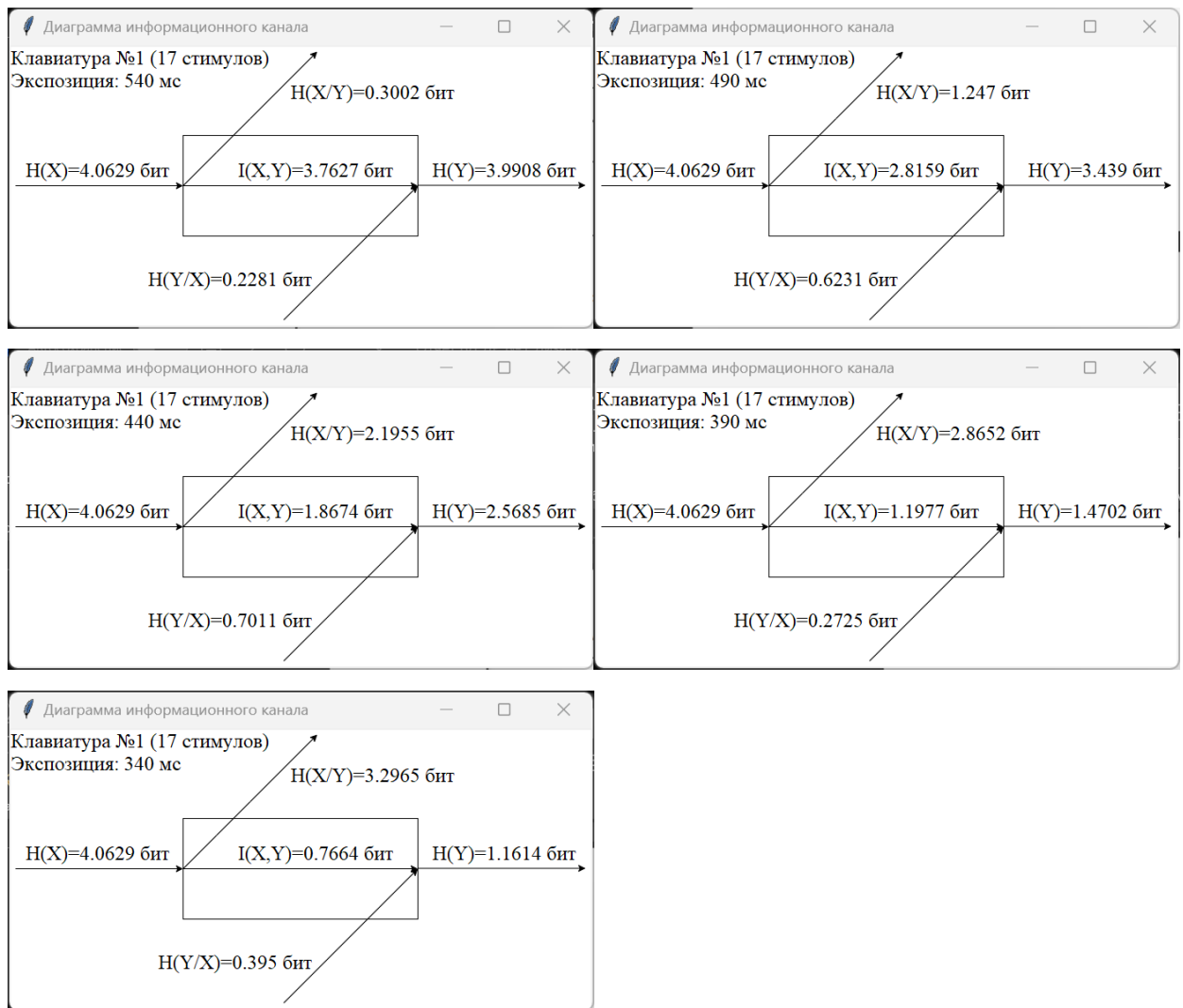
Взвешенный метод:

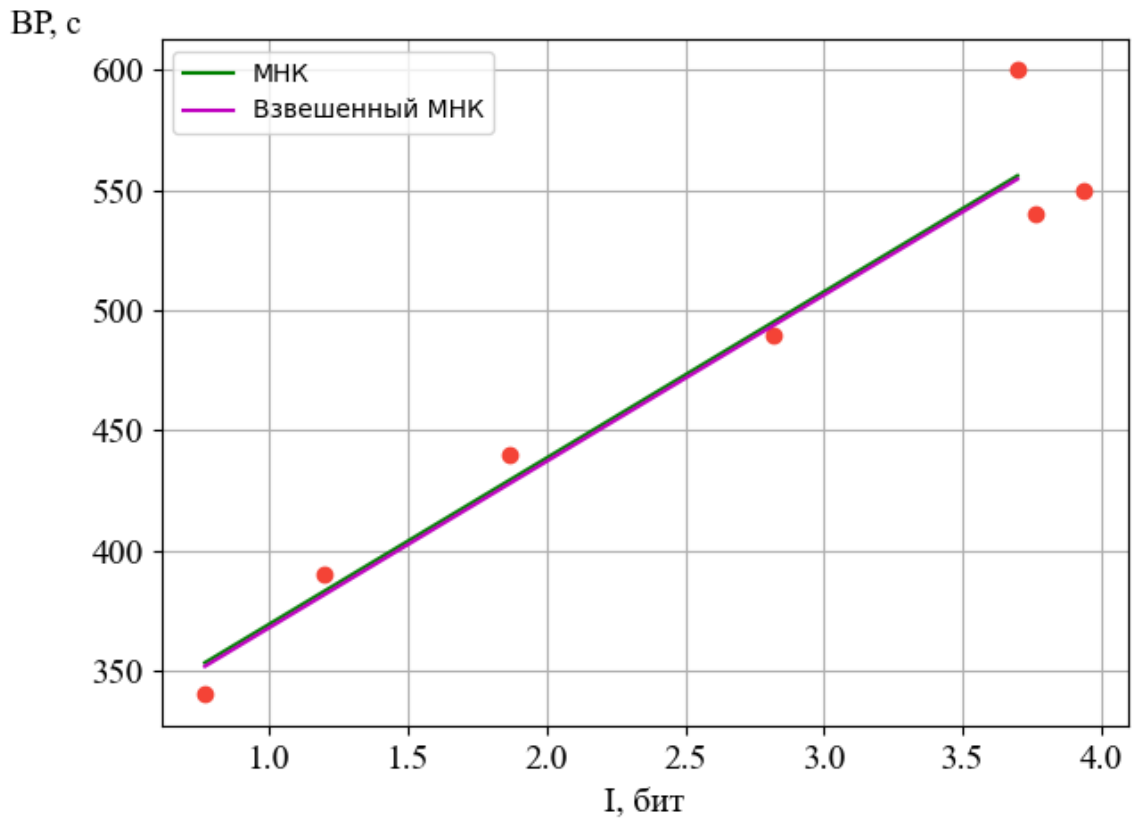
$a=0.2988$  с,  $b=0.0692$  с/бит

Скорость передачи информации: 14.4577 бит/с

Латентный период: 0.2988 с







Для улучшения вида графика зависимости времени реакции от количества предъявляемой информации исключим из обработки некоторые данные. Результат работы программы после исключения из обработки некоторых данных:

Параметры закона Хика:  $ВР = a + bI$

Невзвешенный метод:

$a = 0.3086$  с,  $b = 0.0626$  с/бит

Скорость передачи информации: 15.9746 бит/с

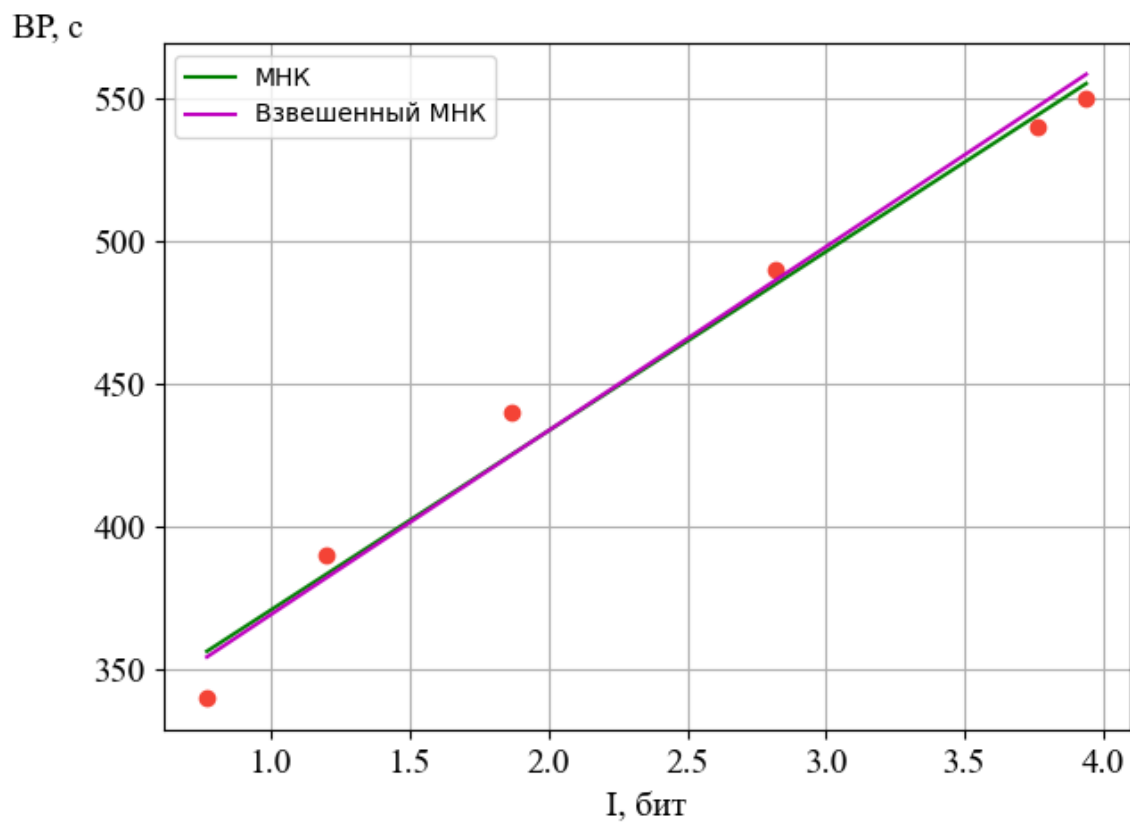
Латентный период: 0.3086 с

Взвешенный метод:

$a = 0.3054$  с,  $b = 0.0642$  с/бит

Скорость передачи информации: 15.5643 бит/с

Латентный период: 0.3054 с



#### 4.3.2.3 Клавиатура №2, 13 стимулов

Результаты проведения эксперимента с ограничением времени предъявления стимула (13 стимулов)												
Дата:		23 апреля 2024 г. 11:39										
Оператор:		Дементьева Елизавета Дмитриевна										
Группа:		30-406										
Номер клавиатуры:		2										

Параметры закона Хика: $T=aI+b$			
	<i>a, с/бит</i>	<i>b, с</i>	
Невзвешенный метод	0,0703	0,3111	
Взвешенный метод	0,0662	0,315	
	<i>Серия №1</i>	<i>Серия №2</i>	<i>Серия №3</i>
Время экспозиции, мс	600	550	500
Объём выборки для анализа	41	43	41
Передаваемая информация, бит	3,2942	3,472	3,3197
Потери информации, бит	0,3913	0,2135	0,3659
Ложная информация (шум), бит	0,4444	0,2834	0,3002
Среднее время реакции, мс	471	460	435
Доверительный интервал, мс	70	63	50
С.к.о. времени реакции, мс	22	19	16
Мера изменчивости, %	14,8	13,62	11,39
Показатель точности (E), %	4,53	4,07	3,49
Достаточное количество опытов (E=5%)	34	29	20
	<i>Серия №4</i>	<i>Серия №5</i>	<i>Серия №6</i>
Время экспозиции, мс	450	400	350
Объём выборки для анализа	41	35	43
Передаваемая информация, бит	2,1457	1,2646	0,4944
Потери информации, бит	1,5399	2,4209	3,1911
Ложная информация (шум), бит	0,6004	0,5669	0,2667
Среднее время реакции, с	431	441	441
Доверительный интервал, с	63	64	71
С.к.о. времени реакции, с	20	22	22
Мера изменчивости, %	14,71	14,39	15,98
Показатель точности (E), %	4,56	4,77	4,83
Достаточное количество опытов (E=5%)	33	32	39

Матрица замеров (экспозиция: 600 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	4	4	665	#2
2	13	13	488	#0
3	6	6	362	#0
4	3	3	504	#0
5	2	2	473	#0
6	5	5	457	#0
7	11	11	490	#0
8	12	12	526	#0
9	8	8	493	#0
10	7	7	493	#0
11	9	9	444	#0
12	1	1	442	#0
13	10	10	551	#0
14	9	9	479	#0
15	3	3	482	#0
16	11	12	609	#1
17	2	2	607	#2
18	8	8	481	#0
19	13	13	544	#0
20	10	10	496	#0
21	12	12	444	#0
22	1	1	456	#0
23	4	4	461	#0
24	7	7	466	#0
25	6	6	436	#0
26	5	5	366	#0
27	10	10	447	#0
28	2	2	437	#0
29	4	4	480	#0
30	9	9	439	#0
31	8	8	435	#0
32	6	6	337	#0
33	12	12	491	#0
34	7	7	517	#0
35	1	1	481	#0
36	11	3	512	#1
37	5	4	372	#1
38	3	3	636	#2
39	13	9	480	#1
40	4	4	495	#0
41	6	6	334	#0
42	12	12	418	#0
43	5	5	333	#0
44	13	13	461	#0
45	10	10	481	#0











Матрица замеров (экспозиция: 350 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	4	4	372	#2
2	6	6	311	#0
3	1	1	416	#2
4	7	7	498	#2
5	11	11	520	#2
6	13	13	405	#2
7	8	8	400	#2
8	9	9	383	#2
9	12	12	437	#2
10	2	2	439	#2
11	10	10	489	#2
12	5	5	575	#2
13	3	3	597	#2
14	7			#2
15	4	5	464	#1
16	9	13	439	#1
17	12	12	396	#2
18	5	5	335	#0
19	1	1	472	#2
20	11	11	476	#2
21	13	13	390	#2
22	6	6	383	#2
23	2	2	403	#2
24	3	3	418	#2
25	8	8	418	#2
26	10	10	518	#2
27	12	12	400	#2
28	7	7	419	#2
29	10	10	471	#2
30	9	9	503	#2
31	1	1	421	#2
32	11	11	505	#2
33	6	6	286	#0
34	2	2	444	#2
35	4	4	457	#2
36	8	8	470	#2
37	3	3	448	#2
38	13	13	410	#2
39	5	5	334	#0
40	10	10	549	#2
41	12	12	509	#2
42	13	13	450	#2
43	9	9	370	#2
44	1	1	453	#2
45	4	4	585	#2

Результат работы программы:

Результаты обработки эксперимента №2 (13 клавиш)

Диаграммы информационного канала:

Время экспозиции: 600 мс

$H(X)=3.6855$  бит

$H(X/Y)=0.3913$  бит

$I(X,Y)=3.2942$  бит

$H(Y/X)=0.4444$  бит

$H(Y)=3.7387$  бит

Время экспозиции: 550 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=0.2135 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=3.472 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.2834 \text{ бит}$$

$$H(Y)=3.7554 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 500 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=0.3659 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=3.3197 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.3002 \text{ бит}$$

$$H(Y)=3.6199 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 450 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=1.5399 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=2.1457 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.6004 \text{ бит}$$

$$H(Y)=2.7461 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 400 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=2.4209 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=1.2646 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.5669 \text{ бит}$$

$$H(Y)=1.8315 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 350 мс

$$H(X)=3.6855 \text{ бит}$$

$$H(X/Y)=3.1911 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=0.4944 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.2667 \text{ бит}$$

$$H(Y)=0.7611 \text{ бит}$$

Параметры закона Хика:  $VP=a+bI$

Невзвешенный метод:

$$a=0.3111 \text{ с}, b=0.0703 \text{ с/бит}$$

Скорость передачи информации: 14.2265 бит/с

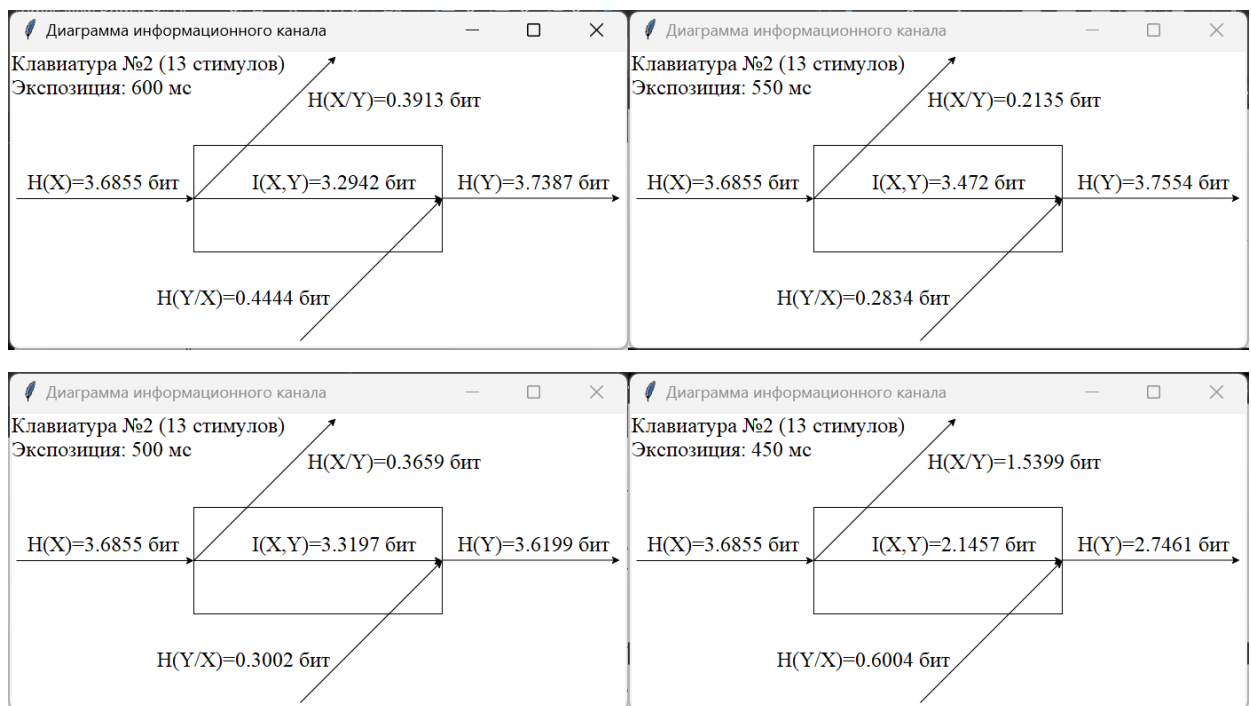
Латентный период: 0.3111 с

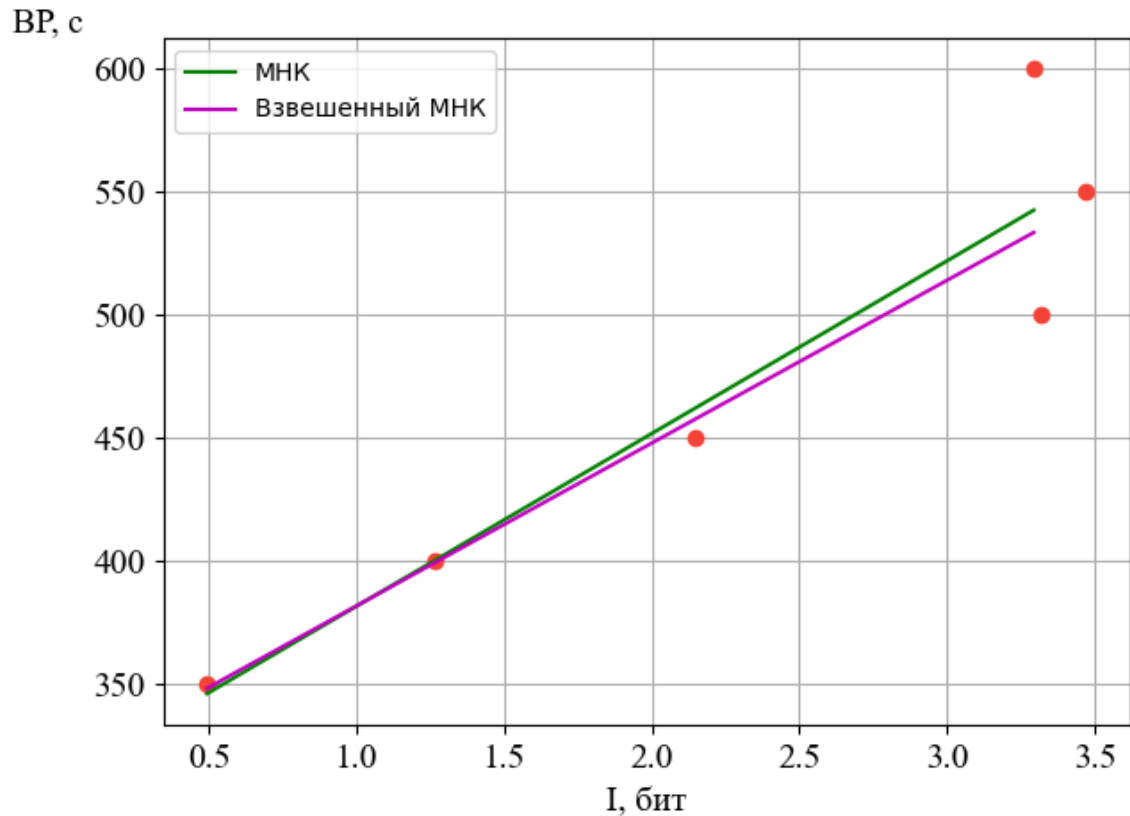
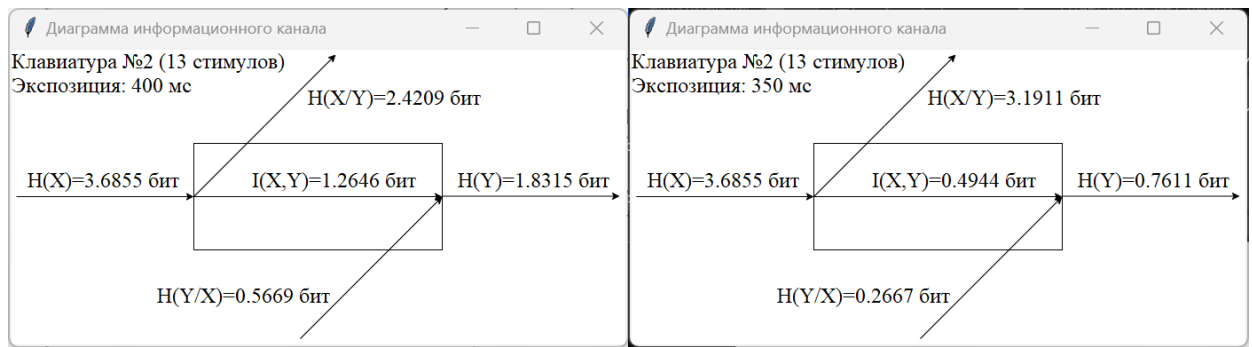
Взвешенный метод:

$$a=0.3153 \text{ с}, b=0.0663 \text{ с/бит}$$

Скорость передачи информации: 15.09 бит/с

Латентный период: 0.3153 с





Для улучшения вида графика зависимости времени реакции от количества предъявляемой информации исключим из обработки некоторые данные. Результат работы программы после исключения из обработки некоторых данных:

Параметры закона Хика:  $BP = a + bI$

Невзвешенный метод:

$a = 0.321$  с,  $b = 0.0603$  с/бит

Скорость передачи информации: 16.5792 бит/с

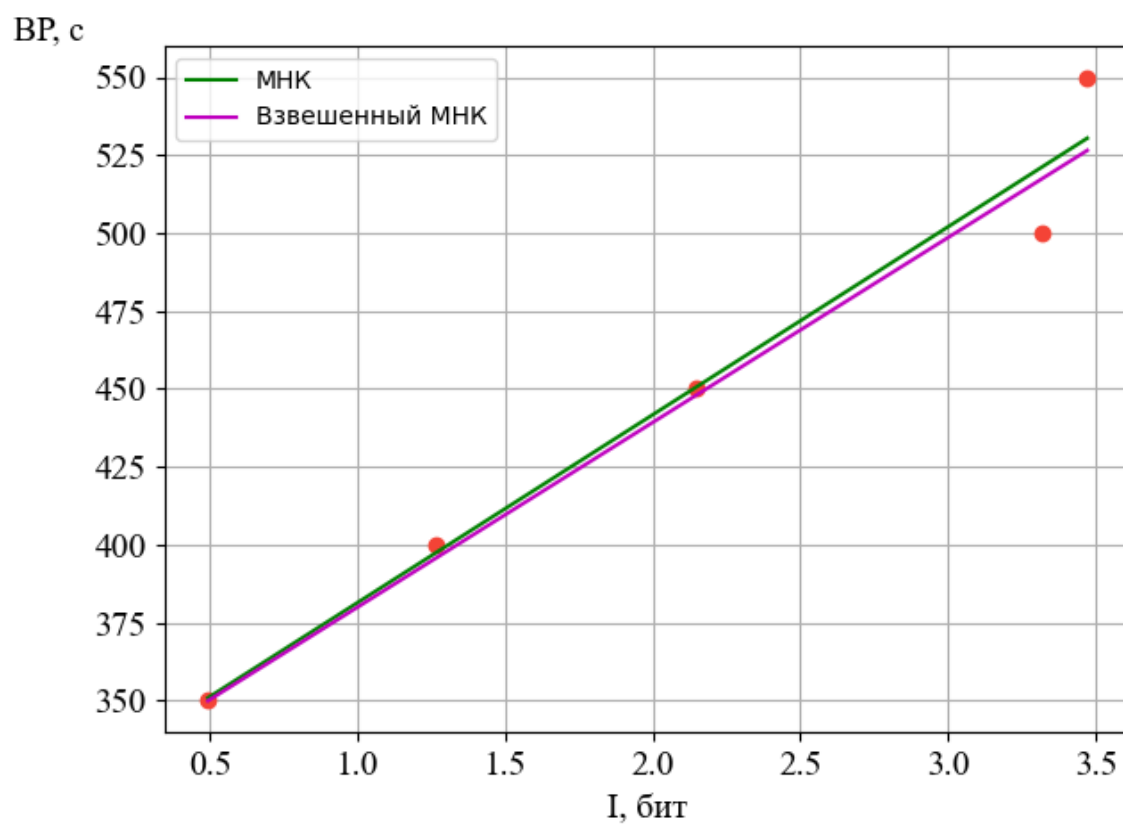
Латентный период: 0.321 с

Взвешенный метод:

$a=0.3205$  с,  $b=0.0593$  с/бит

Скорость передачи информации: 16.8579 бит/с

Латентный период: 0.3205 с





#### 4.3.2.4 Клавиатура №2, 17 стимулов

Результаты проведения эксперимента с ограничением времени предъявления стимула (17 стимулов)												
Дата:	23 апреля 2024 г. 11:52											
Оператор:	Дементьева Елизавета Дмитриевна											
Группа:	30-406											
Номер клавиатуры:	2											

Параметры закона Хика: $T=aI+b$			
	<i>a, с/бит</i>	<i>b, с</i>	
Невзвешенный метод	0,0776	0,2654	
Взвешенный метод	0,0753	0,2744	
	<i>Серия №1</i>	<i>Серия №2</i>	<i>Серия №3</i>
Время экспозиции, мс	600	540	490
Объём выборки для анализа	37	35	37
Передаваемая информация, бит	3,5885	3,6439	3,2852
Потери информации, бит	0,4743	0,419	0,7777
Ложная информация (шум), бит	0,2893	0,2113	0,4394
Среднее время реакции, мс	438	446	460
Доверительный интервал, мс	51	47	55
С.к.о. времени реакции, мс	17	16	18
Мера изменчивости, %	11,73	10,46	11,89
Показатель точности (E), %	3,83	3,46	3,83
Достаточное количество опытов (E=5%)	21	17	22
	<i>Серия №4</i>	<i>Серия №5</i>	<i>Серия №6</i>
Время экспозиции, мс	440	390	340
Объём выборки для анализа	33	36	30
Передаваемая информация, бит	2,6394	1,0801	1,3359
Потери информации, бит	1,4235	2,9828	2,727
Ложная информация (шум), бит	0,5174	0,4839	0,2893
Среднее время реакции, с	444	429	450
Доверительный интервал, с	55	45	52
С.к.о. времени реакции, с	20	16	20
Мера изменчивости, %	12,5	10,57	11,48
Показатель точности (E), %	4,26	3,5	4,18
Достаточное количество опытов (E=5%)	24	17	20

Матрица замеров (экспозиция: 600 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	9	9	394	#0
2	2	2	434	#0
3	13	13	392	#0
4	12	12	413	#0
5	11	3	562	#1
6	14	14	423	#0
7	3	3	442	#0
8	16	16	447	#0
9	5	5	370	#0
10	10	10	470	#0
11	1	1	425	#0
12	15	9	409	#1
13	8	8	384	#0
14	17			#2
15	6	6	418	#0
16	4	4	407	#0
17	7	7	462	#0
18	12	12	442	#0
19	16	16	491	#0
20	6	6	421	#0
21	8	8	407	#0
22	15	15	469	#0
23	14	14	424	#0
24	3	3	524	#0
25	17	16	481	#1
26	13	13	412	#0
27	5	5	368	#0
28	2	2	411	#0
29	4	5	849	#1
30	1	1	1482	#3
31	11	3	591	#1
32	10	10	651	#2
33	9	9	399	#0
34	7	7	470	#0
35	13	13	395	#0
36	10	10	653	#3
37	4	4	432	#0
38	9	9	437	#0
39	16	16	501	#0
40	7	7	472	#0
41	1	1	467	#0
42	2	2	460	#0
43	6	6	403	#0
44	17	16	486	#1
45	5	5	425	#0

[illegible]

Матрица замеров (экспозиция: 490 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	4	4	417	#0
2	17	17	464	#0
3	14	14	455	#0
4	12	12	467	#0
5	13	13	480	#0
6	2	2	556	#2
7	15	9	485	#1
8	3	3	550	#2
9	6	6	375	#0
10	8	8	457	#0
11	16	8	620	#1
12	1	1	507	#2
13	9	9	398	#0
14	11	3	530	#1
15	7	7	552	#2
16	5	5	363	#0
17	10	10	537	#2
18	8	8	436	#0
19	16	8	472	#1
20	1	1	429	#0
21	12	12	429	#0
22	5	5	370	#0
23	2	2	463	#0
24	17	7	477	#1
25	9	9	410	#0
26	3	3	481	#0
27	14	14	440	#0
28	10	10	563	#2
29	13	13	399	#0
30	15	15	482	#0
31	4	4	571	#2
32	11	3	503	#1
33	6	6	468	#0
34	7	7	484	#0
35	8	8	440	#0
36	14	14	450	#0
37	5	5	390	#0
38	7	7	434	#0
39	12	12	421	#0
40	15	14	467	#1
41	9	9	485	#0
42	11	3	556	#1
43	2	2	476	#0
44	4	4	440	#0
45	1	1	480	#0



Матрица замеров (экспозиция: 390 мс)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Журнал замеров				
№	Стимул	Реакция	ВР, мс	Метка
1	7	7	431	#2
2	6	6	365	#0
3	10	10	488	#2
4	12	12	405	#2
5	1	1	448	#2
6	14	13	409	#1
7	9	9	379	#0
8	17	7	488	#1
9	13	13	374	#0
10	5	5	339	#0
11	15	9	400	#1
12	3	3	443	#2
13	8	8	402	#2
14	11	11	660	#3
15	16	15	479	#1
16	4	4	399	#2
17	2	2	421	#2
18	9	9	378	#0
19	4	4	508	#2
20	14	14	689	#3
21	7	7	511	#2
22	2	2	474	#2
23	13	13	495	#2
24	12	12	434	#2
25	1	1	417	#2
26	6	6	385	#0
27	3	3	476	#2
28	8	8	434	#2
29	10	10	488	#2
30	16	16	665	#3
31	11	11	509	#2
32	15	15	415	#2
33	17			#2
34	5	6	385	#1
35	8	8	405	#2
36	2	2	453	#2
37	9	9	396	#2
38	3	3	420	#2
39	14	9	376	#1
40	4	4	460	#2
41	1	1	425	#2
42	6	6	404	#2
43	10	10	470	#2
44	13	13	397	#2
45	5	5	375	#0

[illegible]

Результат работы программы:

## Результаты обработки эксперимента №2 (17 клавиш)

Диаграммы информационного канала:

Время экспозиции: 600 мс

$$H(X)=4.0629 \text{ бИТ}$$
$$H(X/Y)=0.4743 \text{ бИТ}$$
$$I(X, Y) = 3.5885 \text{ бит}$$
$$H(Y/X)=0.2893 \text{ бИТ}$$
$$H(Y)=3.8779 \text{ бит}$$

Время экспозиции: 540 мс

$H(X)=4.0629$  бит

$H(X/Y)=0.419$  бит

$I(X,Y)=3.6439$  бит

$H(Y/X)=0.2113$  бит

$H(Y)=3.8552$  бит

Время экспозиции: 490 мс

$H(X)=4.0629$  бит

$H(X/Y)=0.7777$  бит

$I(X,Y)=3.2852$  бит

$H(Y/X)=0.4394$  бит

$H(Y)=3.7246$  бит

Время экспозиции: 440 мс

$H(X)=4.0629$  бит

$H(X/Y)=1.4235$  бит

$I(X,Y)=2.6394$  бит

$H(Y/X)=0.5174$  бит

$H(Y)=3.1568$  бит

Время экспозиции: 390 мс

$H(X)=4.0629$  бит

$H(X/Y)=2.9828$  бит

$I(X,Y)=1.0801$  бит

$H(Y/X)=0.4839$  бит

$H(Y)=1.564$  бит

Время экспозиции: 340 мс

$H(X)=4.0629$  бит



$$H(X/Y)=2.727 \text{ бит}$$

$$I(X,Y)=1.3359 \text{ бит}$$

$$H(Y/X)=0.2893 \text{ бит}$$

$$H(Y)=1.6252 \text{ бит}$$

Параметры закона Хика:  $VP=a+bI$

Невзвешенный метод:

$$a=0.2654 \text{ с}, b=0.0776 \text{ с/бит}$$

Скорость передачи информации: 12.8934 бит/с

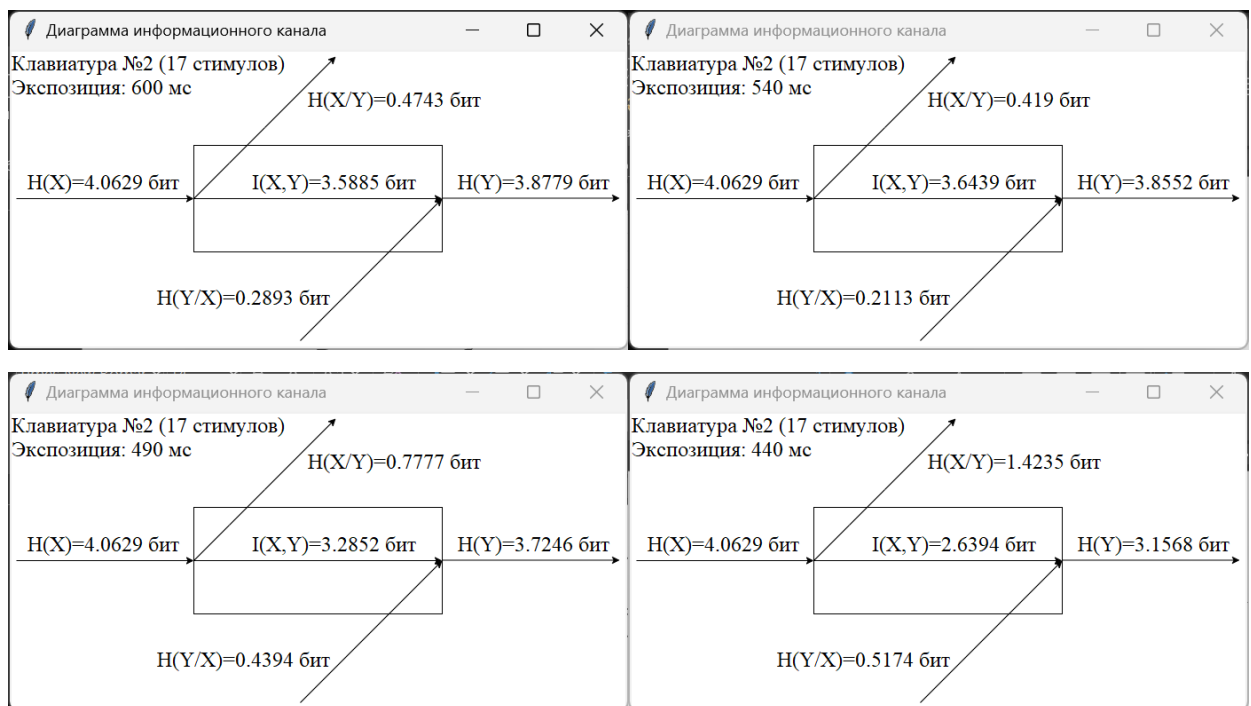
Латентный период: 0.2654 с

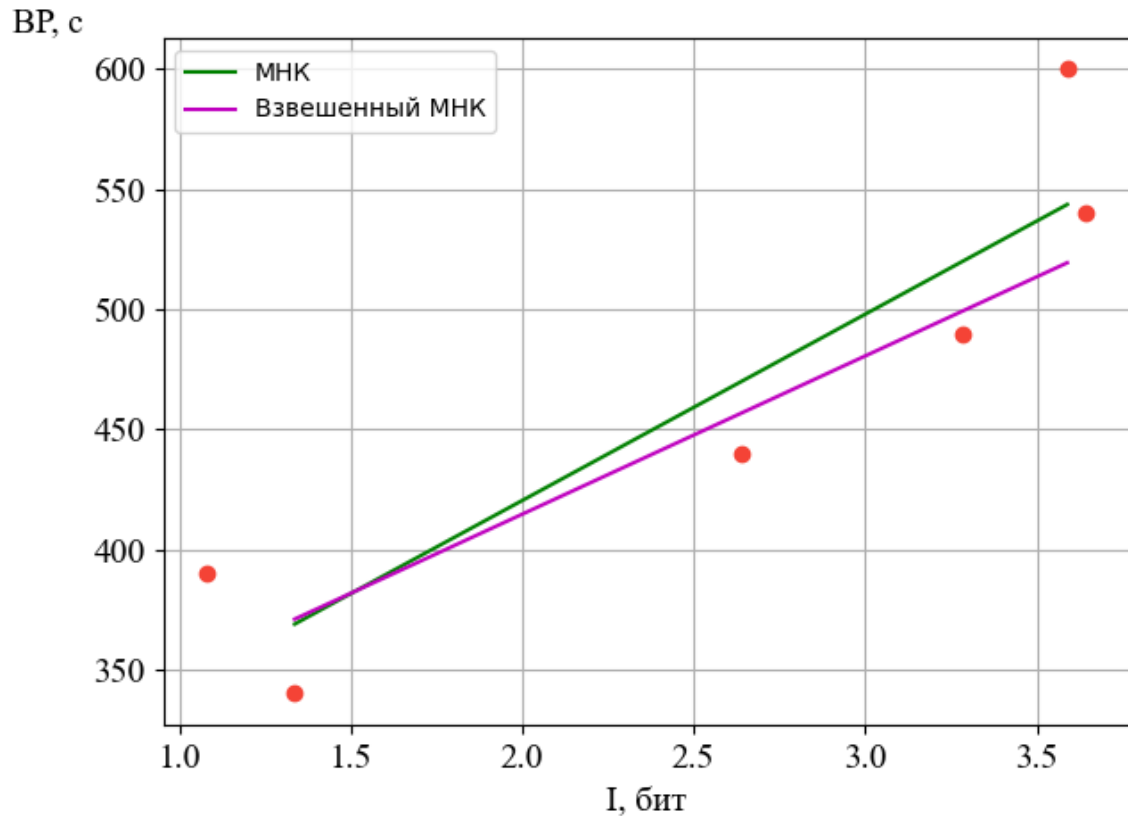
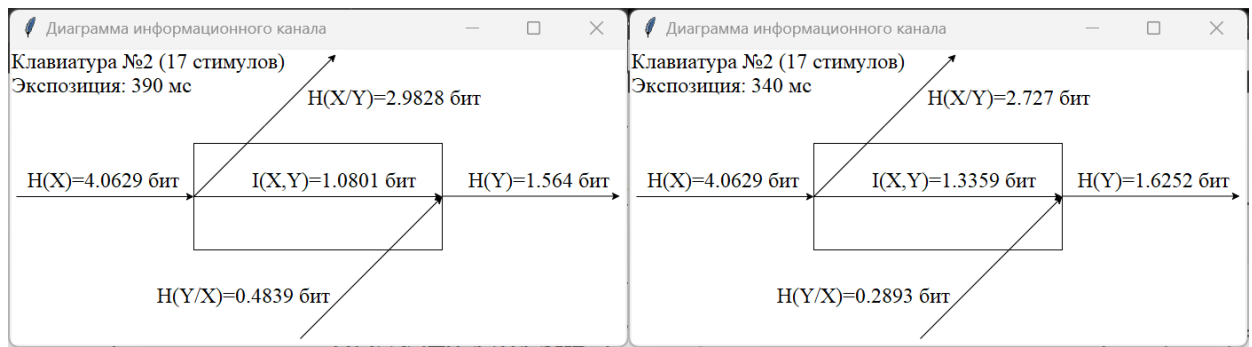
Взвешенный метод:

$$a=0.283 \text{ с}, b=0.0659 \text{ с/бит}$$

Скорость передачи информации: 15.1797 бит/с

Латентный период: 0.283 с





Для улучшения вида графика зависимости времени реакции от количества предъявляемой информации исключим из обработки некоторые данные. Результат работы программы после исключения из обработки некоторых данных:

Параметры закона Хика:  $BP = a + bI$

Невзвешенный метод:

$a = 0.2246$  с,  $b = 0.0836$  с/бит

Скорость передачи информации: 11.9617 бит/с

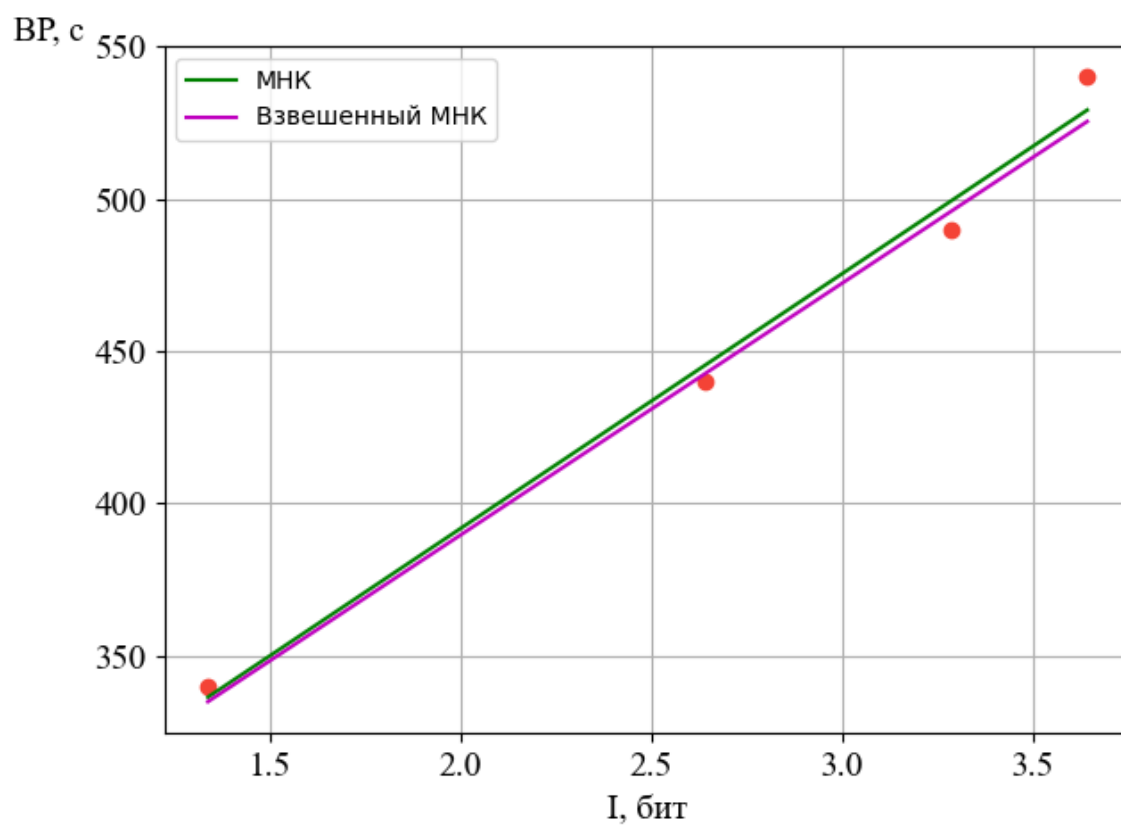
Латентный период: 0.2246 с

Взвешенный метод:

$a=0.2244$  с,  $b=0.0826$  с/бит

Скорость передачи информации: 12.1044 бит/с

Латентный период: 0.2244 с



## 5. Вывод

Ниже, в таблице 5.1, представлены характеристики информационных каналов.

№ эксперимента	№ клавиатуры	Количество стимулов	Дата и время проведения эксперимента	МНК			Взвешенный МНК		
				$a, c$	$b, \frac{c}{\text{бит}}$	$c, \frac{\text{бит}}{c}$	$a, c$	$b, \frac{c}{\text{бит}}$	$c, \frac{\text{бит}}{c}$
1	1	13	26.02.2024 16:54	0.2743 $\pm 0.0866$	0.0582 $\pm 0.0339$	17.1711	0.2892	0.0466	21.4624
1	1	17	26.02.2024 17:33	0.2887 $\pm 0.0325$	0.0472 $\pm 0.0115$	21.1854	0.2893	0.0471	21.21
1	2	13	23.04.2024 12:47	0.2918 $\pm 0.0257$	0.0514 $\pm 0.0101$	19.4666	0.2936	0.05	19.9863
1	2	17	22.04.2024 19:33	0.282 $\pm 0.0581$	0.0615 $\pm 0.0209$	16.2502	0.2941	0.0531	18.8481
2	1	13	12.02.2024 19:27	0.338	0.0749	13.3443	0.336	0.076	13.1593
2	1	17	26.02.2024 17:43	Исходные данные					
				0.3003	0.0691	14.4656	0.2988	0.0692	14.4577
				«Очищенные» данные					
				0.3086	0.0626	15.9746	0.3054	0.0642	15.5643
2	2	13	23.04.2024 11:39	Исходные данные					
				0.3111	0.0703	14.2265	0.3153	0.0663	15.09
				«Очищенные» данные					
				0.321	0.0603	16.5792	0.3205	0.0593	16.8579
2	2	17	23.04.2024 11:52	Исходные данные					
				0.2654	0.0776	12.8934	0.283	0.0659	15.1797
				«Очищенные» данные					
				0.2246	0.0836	11.9617	0.2244	0.0826	12.1044

В ходе выполнения лабораторной работы я:

1. Ознакомилась с теоретической частью данной лабораторной работы, а также с методическим материалом по использованию клиент-серверного программного комплекса Сенсомоторика.

2. Выполнила индивидуальное домашнее задание, получив у преподавателя исходное задание в виде матрицы замеров. По этой матрице рассчитала информационные характеристики канала, моделирующего работу оператора.

3. Провела тренировочную серию опытов для приобретения навыков работы с двумя видами клавишных пультов управления, построенных на основе клавиатуры компьютера.

4. Выполнила эксперимент №1 и провела обработку его результатов на ЭВМ по собственной программе.

5. Выполнила эксперимент №2 и провела обработку его результатов на ЭВМ по собственной программе.

По результатам двух экспериментов можно сделать следующий вывод. Я, как оператор, эффективнее использую клавиатуру №1, это связано с моим низким уровнем подготовки к использованию клавиатуры №2. В первом эксперименте разница между продолжительностью латентного периода при использовании разных клавиатур не превышает 10%, а разница между скоростями передачи информации – 30%. Во втором эксперименте разницы между продолжительностью латентного периода и между скоростями передачи информации не превышают 15%. Стоит отметить, что продолжительность латентного периода в эксперименте №2 больше, чем в эксперименте №1. Это можно объяснить усталостью оператора, связанную с большим количеством опытов в эксперименте №2. Также по экспериментальным данным можно сделать вывод, что оператор недостаточно тренирован, так как в эксперименте №1 при использовании клавиатуры №2 и 17 стимулах не было достигнуто требуемое суммарное количество ошибок и выбросов.