

Санкт–Петербургский политехнический университет  
Петра Великого  
Физико-механический институт  
Кафедра «Прикладная математика»

**Отчёт**  
**по циклу лабораторных работ #3**  
**по дисциплине**  
**«Математическая статистика»**

Выполнил студент:  
Турченко Михаил Константинович  
группа: 5030102/90101

Проверил:  
к.ф.-м.н., доцент  
Баженов Александр Николаевич

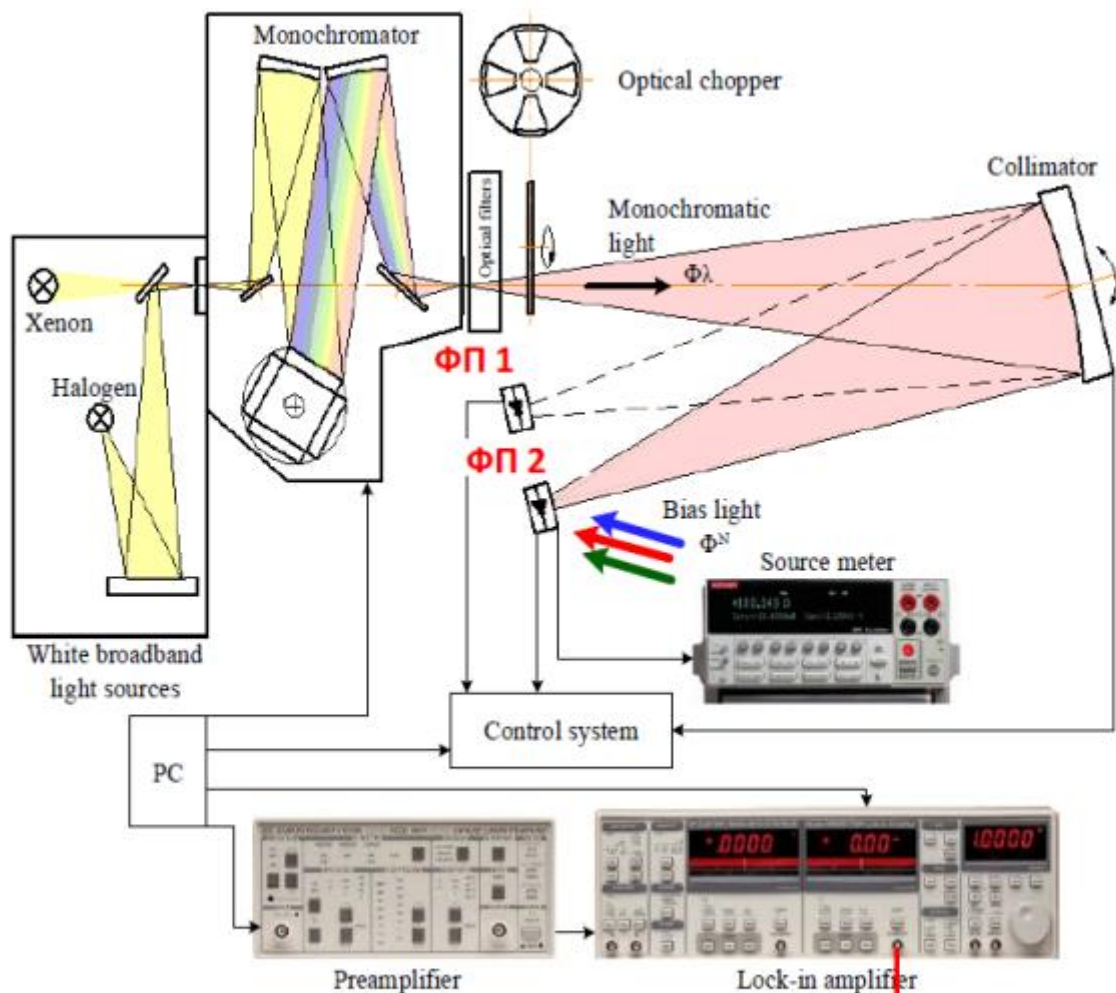
Санкт-Петербург  
2022г.

## Оглавление

Постановка задачи .....	3
Теория.....	4
Представление данных.....	4
Обработка данных.....	4
Оптимизация.....	5
Реализация.....	5
Результаты.....	6

## Постановка задачи

Исследование из области солнечной энергетики. На рис. 1 показана схема установки для исследования фотоэлектрических характеристик.



**Измеряемый сигнал (мВ или мА), поступающий с фотоприемника ФП1 ( Канал 1) или фотоприемника ФП2 (Канал 2)**

Рис.1 Схема установки

Калибровка датчика ФП1 производится по эталону ФП2. Зависимость между квантовыми эффективностями датчиков предполагается постоянной для каждой пары наборов измерений:

$$QE_{\Phi\P2} = \frac{I_{\Phi\P2}}{I_{\Phi\P1}} * QE_{\Phi\P1}$$

$QE_{\text{ФП1,2}}$  – квантовая эффективность датчиков,  $I_{\text{ФП1,2}}$  – измеренные токи

Имеется 2 выборки данных с интервальной неопределенностью мощностью 200. Одна из них относится к эталонному датчику ФП2, другая – исследуемому датчику ФП1. Данные представлены в виде текстовых файлов.

Цель: требуется определить коэффициент  $R_{21} = \frac{I_{\text{ФП2}}}{I_{\text{ФП1}}}$

## Теория

### Представление данных

В первую очередь, представим данные таким образом, чтобы применить понятия статистики данных с интервальной неопределенностью. Один из распространенных способов получения интервальных результатов в первичных измерениях – «обинтерваливание» точечных значений, когда к точечному базовому значению  $\dot{x}$ , которое считывается по показаниям прибора, прибавляется интервал погрешности

$$x = \dot{x} + \varepsilon, \quad \varepsilon = [-\varepsilon, \varepsilon]$$

В данных измерениях возьмем  $\varepsilon = 10^{-4}\text{мВ}$

Тогда рассматриваемая выборка – это интервальный вектор  $x = (x_1, \dots, x_n)$

### Обработка данных

Для оценки необходима предварительная обработка данных. Зададимся линейной моделью дрейфа

$$I_{\text{ФП1,2n}} = A + B * n, \quad n = \overline{1, 200}$$

Для нахождения констант А,В, а также вектора w коррекции данных поставим и решим задачу линейного программирования

$$\sum_{n=1}^{200} |w_n| \rightarrow \min$$

$$A + B * n - w_n \leq I_{\Phi\Pi 1,2n}, \quad n = \overline{1, 200}$$

$$A + B * n + w_n \leq I_{\Phi\Pi 1,2n}, \quad n = \overline{1, 200}$$

$$w_n \geq 0$$

Решать данную задачу ЛП будем с помощью средств пакета GNU Octave на языке программирования Matlab.

Уберем «дрейфовую» компоненту данных:

$$I_{\Phi\Pi}^c = I_{\Phi\Pi} - B * n, \quad n = \overline{1, 200}$$

### Оптимизация

Как было сказано,  $R_{21} = \frac{I_{\Phi\Pi 2}}{I_{\Phi\Pi 1}}$

Будем перебирать  $R_{21}$ , объединять две выборки:

$$x = [x_1, x_2 * R_{21}],$$

и вычислять коэффициент Жаккара:

$$JK_i = \frac{\min(\max(x_i)) - \max(\min(x_i))}{\max(\max(x_i)) - \min(\min(x_i))}$$

$$JK = \max JK_i, \quad JK \in [-1, 1]$$

### Реализация

Лабораторная работа выполнена с помощью средств языков Python в среде Microsoft Visual Studio и Matlab в среде GNU Octave

Ссылка на код: [MathStat/Lab\\_#3 at main · TurchenkoMikhail/MathStat \(github.com\)](https://github.com/TurchenkoMikhail/MathStat/blob/main/Lab_#3)

## Результаты

Результаты измерения величины токов:

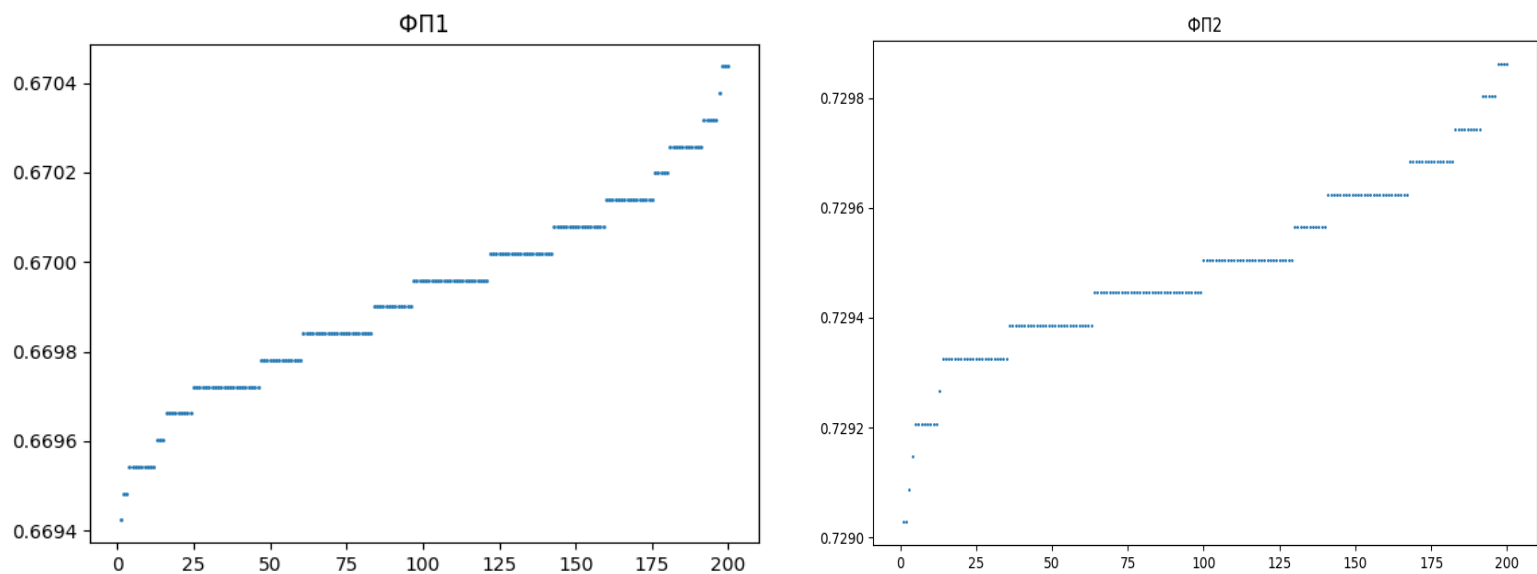


Рис. 2 Результаты измерений величины токов

Изобразим графики линейной модели дрейфа данных, а также гистограммы значений множителей коррекции данных  $w$ :

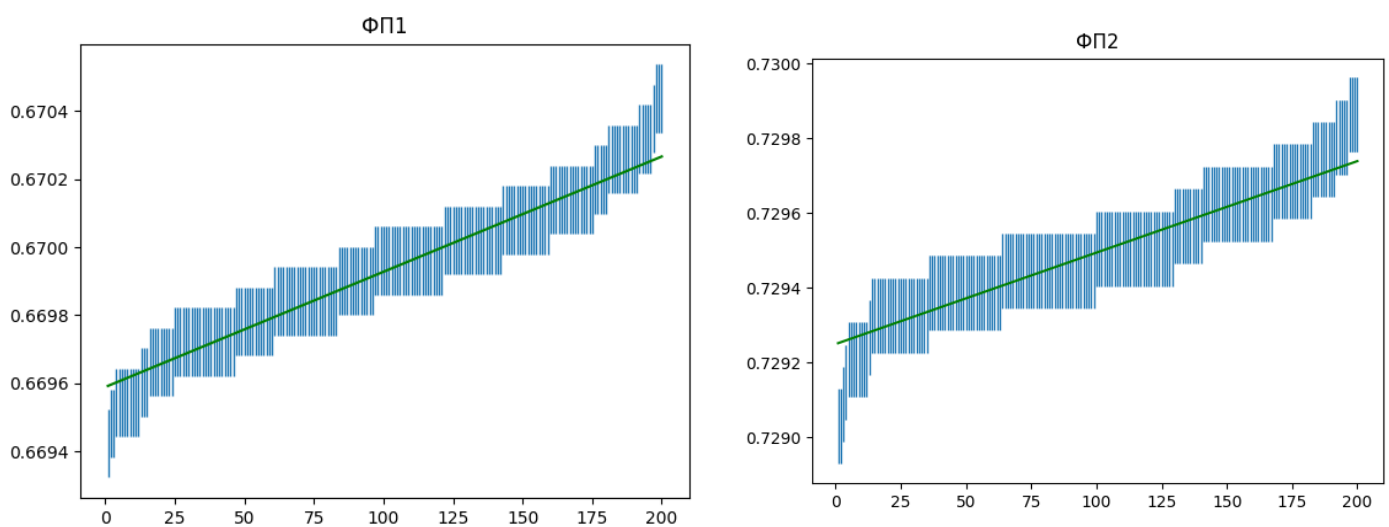


Рис. 3 Линейная модель дрейфа данных

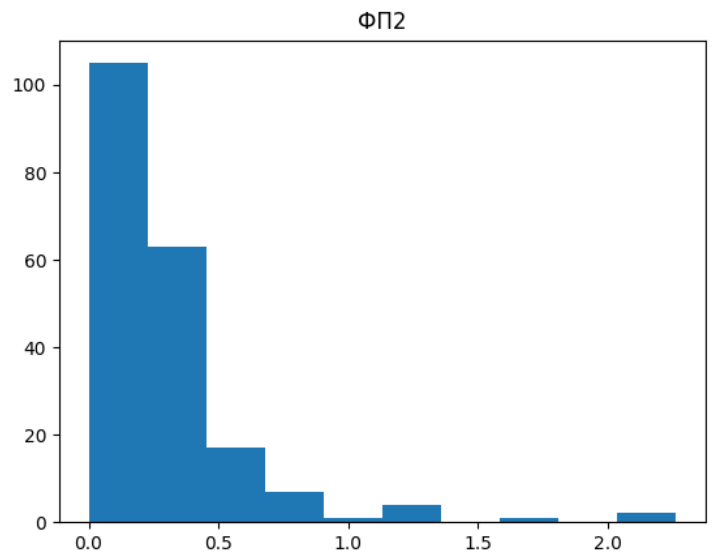
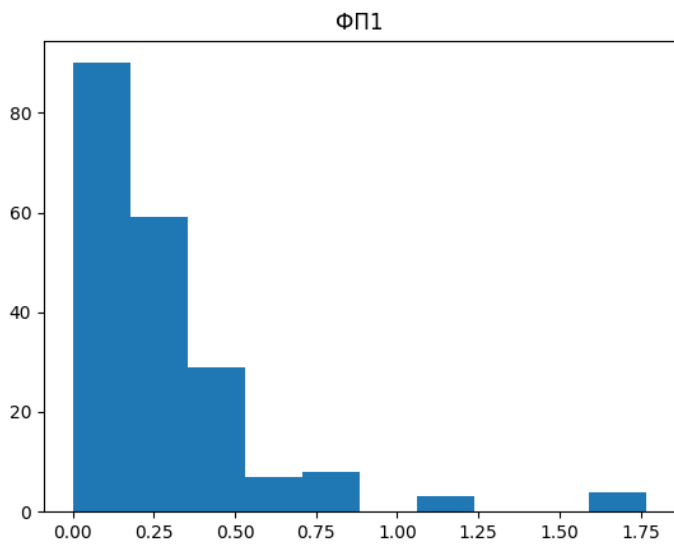


Рис. 4 Гистограммы множителей коррекции  $w$

Результаты линейного приближения значений токов:

Для первого фотоприемника:

$$A_1 = 0.669518; B_1 = 3.38468 * 10^{-6}$$

Для второго фотоприемника:

$$A_2 = 0.729173; B_2 = 2.44801 * 10^{-6}$$

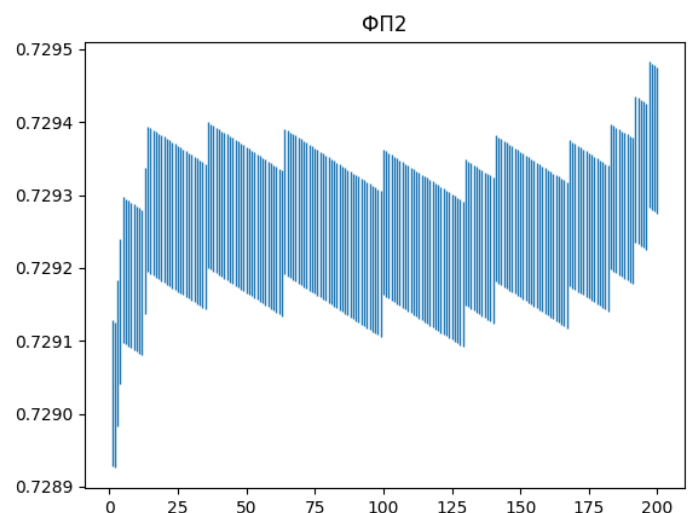
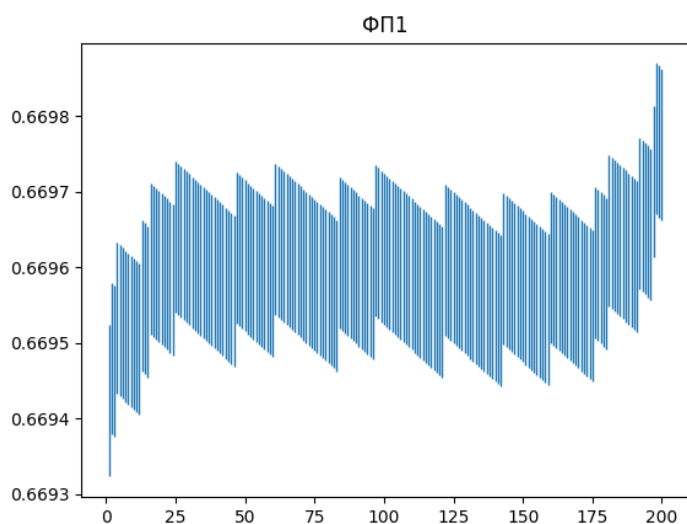


Рис. 5 Скорректированные модели данных

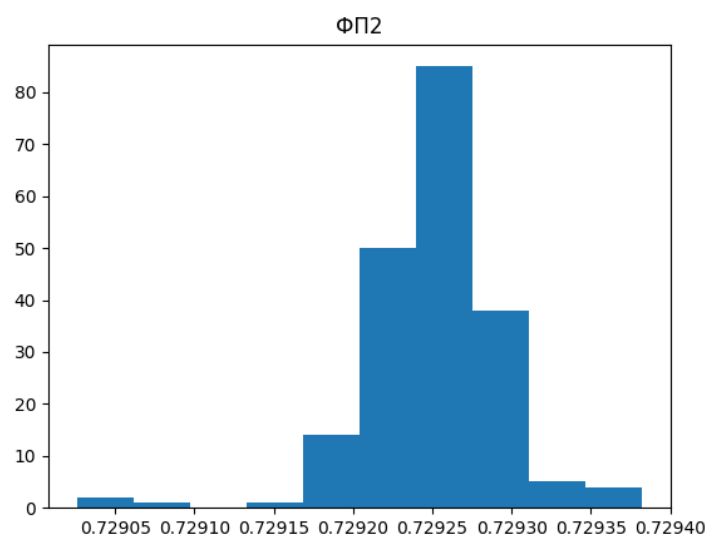
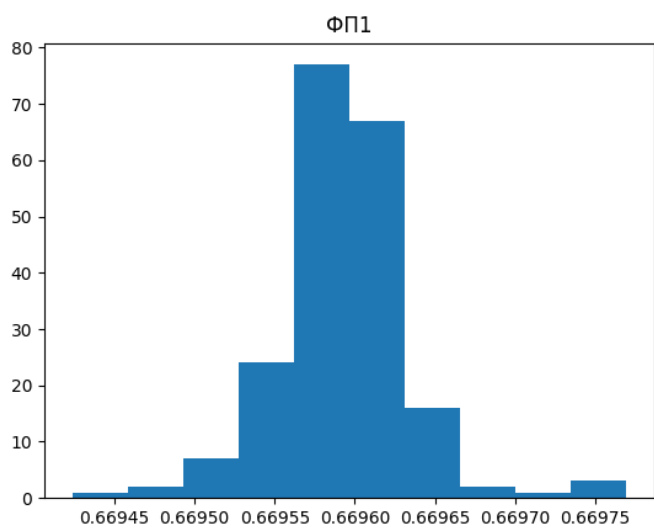


Рис. 6 Гистограммы скорректированных данных

Построим график коэффициента Жаккара в зависимости от  $R_{21}$ :

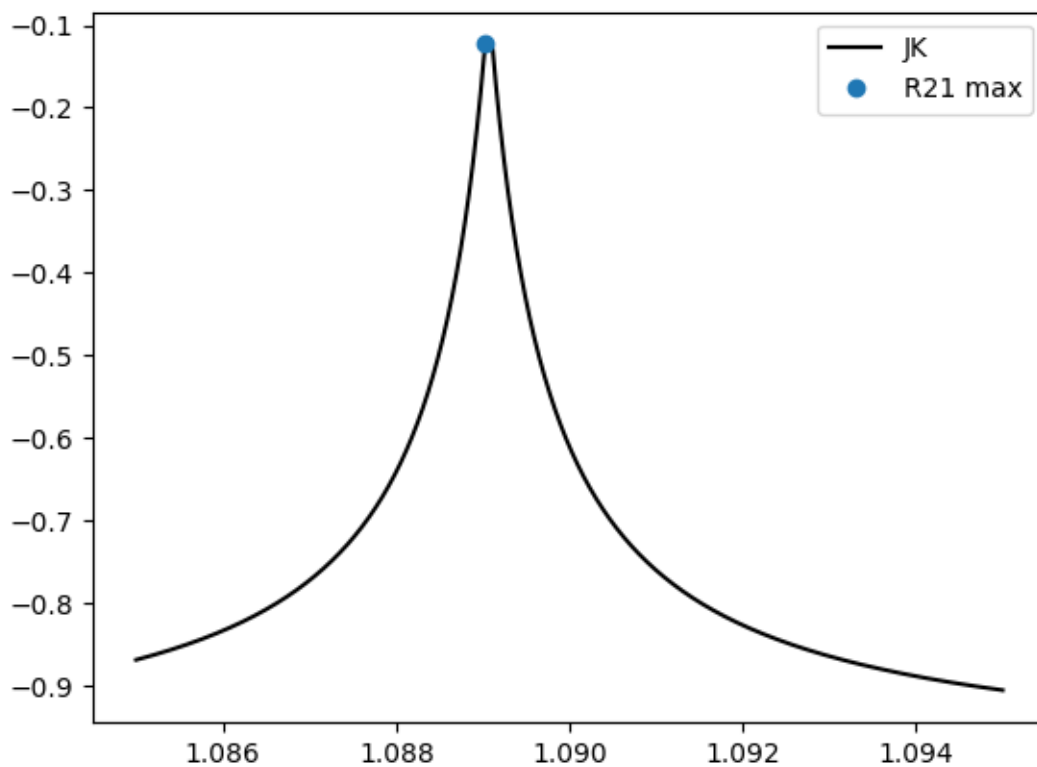


Рис. 7 Зависимость коэффициента Жаккара от  $R_{21}$



Результаты исследования:

$$R_{opt} = 1.089028; JK = -0.1229739$$

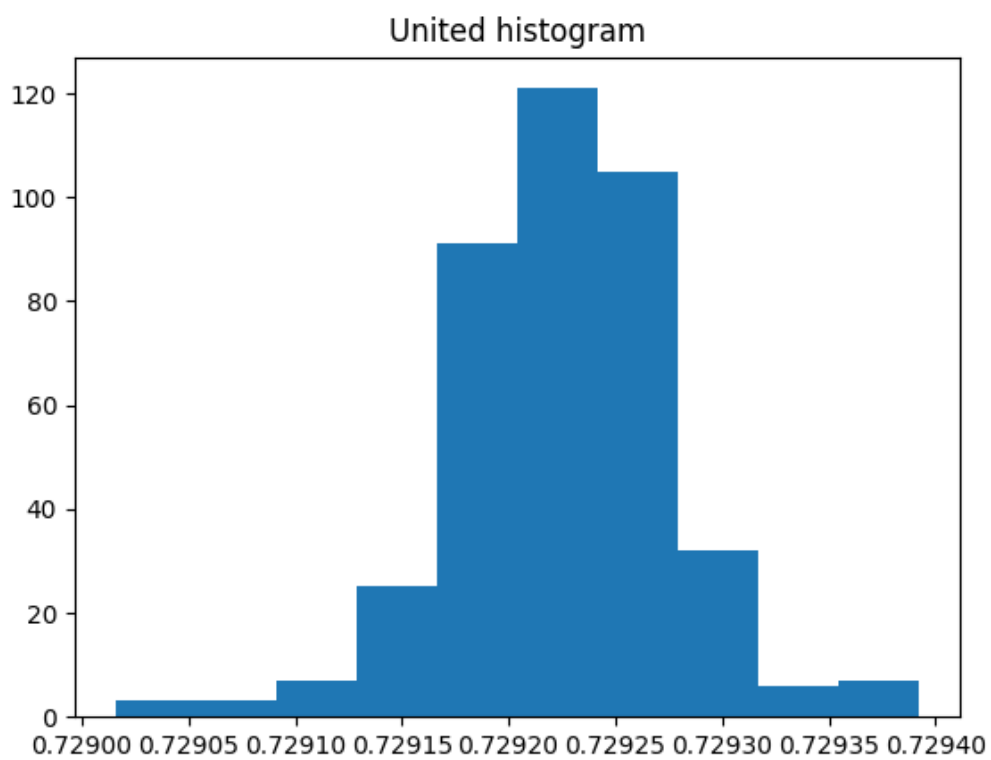


Рис. 8 Гистограмма объединенных выборок при  $R = R_{opt}$