

# Статистическое моделирование в задачах исследования умных материалов.

- Махкамбаев Натан Нодирович;
- Раков Михаил Витальевич;
- Таратин Алексей Павлович;

Научный руководители: Г.О. Молоканов, Д.С. Герасимова, Д.Ю. Селякова, Б.Ю. Пряезников, А.В. Шульгин, А.С. Тепляков;

## Аннотация:

В данной работе рассматривается применение методов статистического моделирования для анализа экспериментальных данных, полученных при исследовании ниток. Основное внимание уделяется моделированию нормального распределения на основе полученных данных, что позволяет более точно интерпретировать результаты экспериментов и наблюдений. В статье описывается методика проведения измерений и результаты статистического анализа данных.

## Введение:

Анализ экспериментальных данных является важной частью любого научного исследования, особенно когда речь идет о новых материалах или компонентах. Часто возникает проблема недостатка данных для полноценного применения традиционных статистических методов. В данной работе использованы методы статистического моделирования для обработки результатов экспериментов с нитками, что позволило получить нормальное распределение исследуемых величин.

## Цель исследования:

Целью исследования является применение методов статистического моделирования для анализа экспериментальных данных ниток. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Проведение измерений физических и механических характеристик ниток.
2. Перевод результатов измерений в цифровой формат.
3. Применение методов статистического моделирования для получения нормального распределения.
4. Анализ полученных результатов и формулирование выводов.
5. Старший лаборант, нам рассказывал теоретический материал связанный с полимерами, 3D-принтерами.

## **Ход работы:**

### *1. Подготовка к исследованию*

- Получение приглашения от БФУ имени Канта для проведения эксперимента в их лаборатории.

### *2. Проведение эксперимента в лаборатории БФУ имени Канта*

- Посещение лаборатории в БФУ имени Канта.
- Производство замеров нити с использованием разрывной машины Instron 34TM-10.
- Проведение испытаний на разрыв 10 нитей.

### *3. Сбор данных*

- Получение данных о силе растяжения.
- Получение данных о деформации.
- Получение данных о диаметре нити.
- Получение данных о напряжении.

### *4. Анализ данных*

- На следующий день посещение другого блока университета БФУ.
- Разработка программы на языке Python для статистического моделирования.
- Проведение статистического анализа данных.

### *5. Построение диаграмм*

- Получение и построение диаграмм по результатам статистического моделирования.
- Анализ полученных диаграмм для дальнейшего исследования умных материалов.

## **Постановка задачи:**

В рамках выполнения настоящей исследовательской работы были использованы несколько лабораторных образцов полиамидной электропроводящей мононити AMPERETEX. Образцы были разделены на отрезки равной длины, в исследовании использовалось десять таких отрезков. Параметры каждого из них были измерены по единой методологии, соответствующей инструкциям и руководствам к следующему оборудованию:

1. Электронный штангенциркуль, нержавеющая сталь, ЗУБР ШЦЦ-I-100-0,01 100мм 34463-100, с пределом допускаемой погрешности 0,01 мм
2. Универсальная разрывная машина Instron 34TM-10, пневматические захваты

бокового действия

3. ИШН-10, тераомметр Е6-13А

## Методика проведения эксперимента:

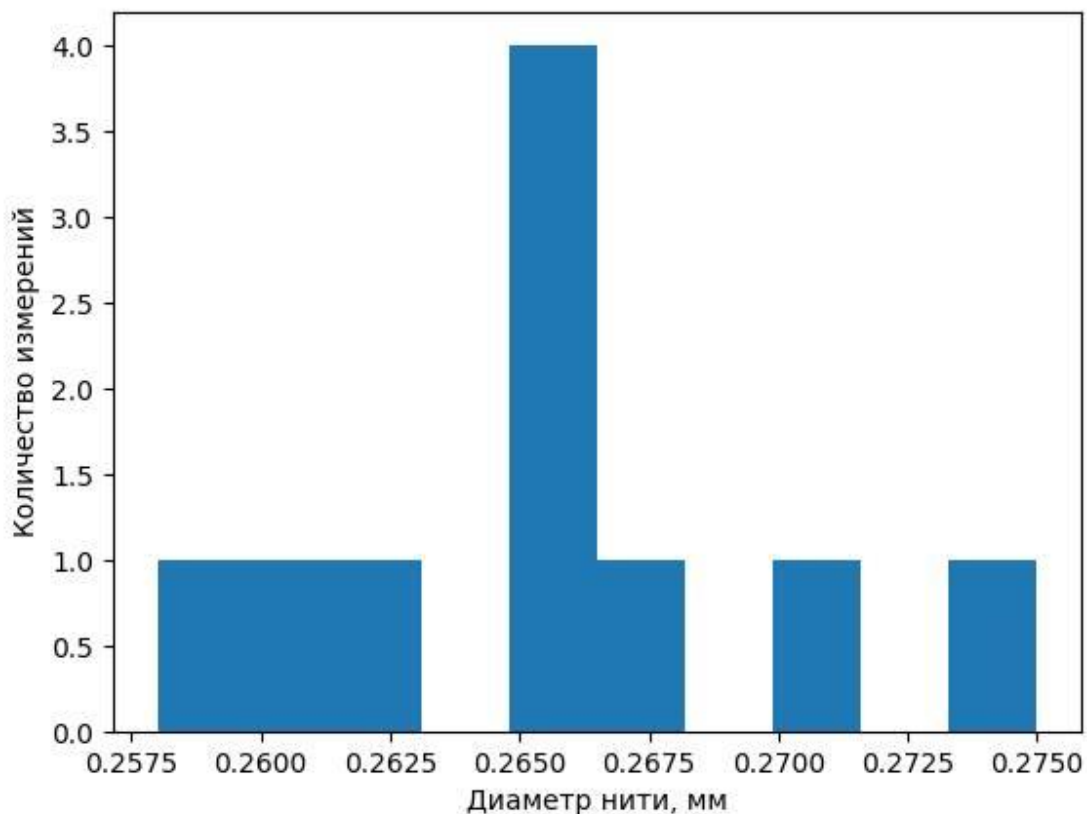
В ходе эксперимента использовались различные методы измерения параметров ниток. Экспериментальные данные были собраны с использованием следующих инструментов:

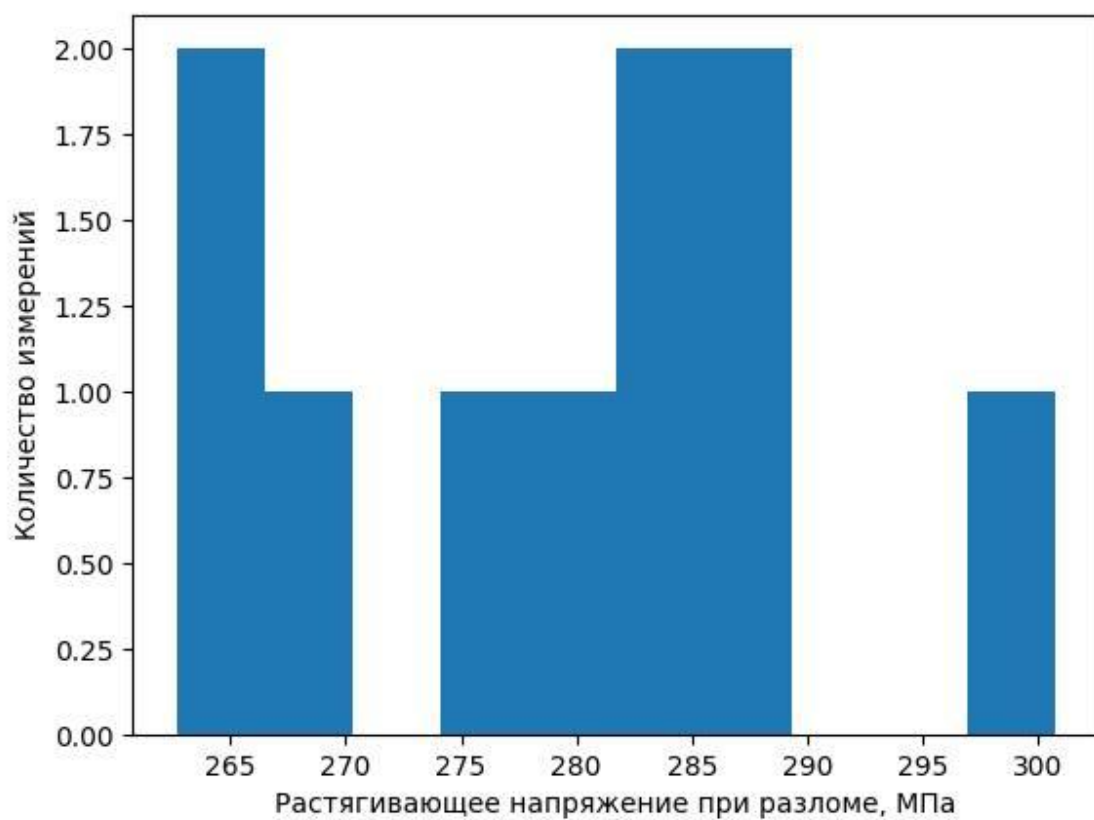
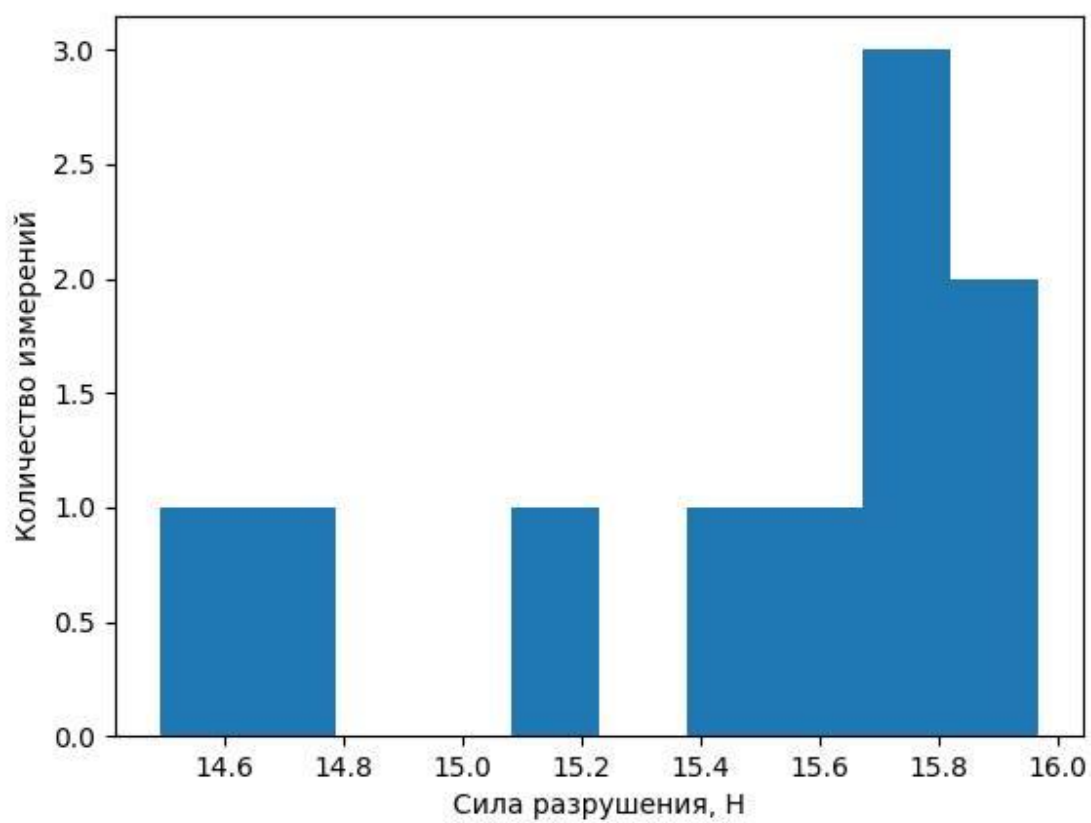
1. Электронный штангенциркуль для измерения диаметра нитки.
2. Разрывная машина для измерения механической стойкости на разрыв.
3. Тераомметр для измерения стойкости на истирание.

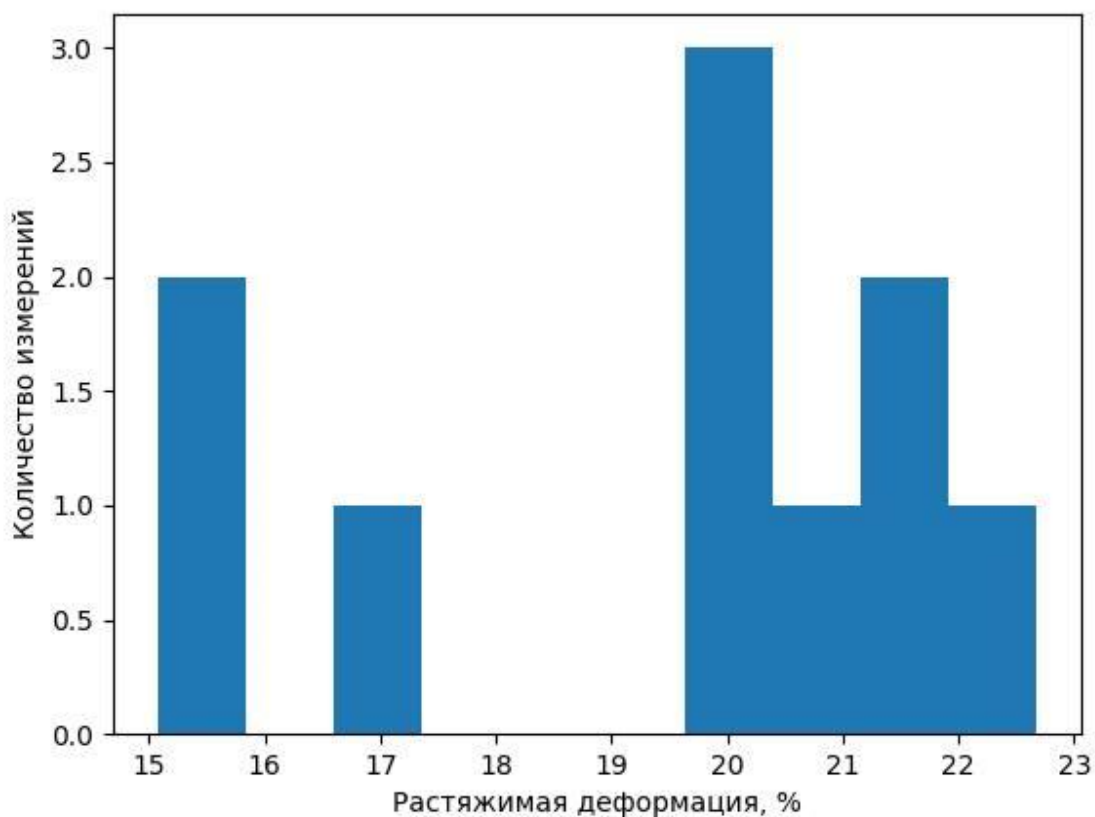
Все измерения проводились в контролируемых условиях, что позволило минимизировать возможные ошибки.

## Результаты измерений:

Измерения проводились в нескольких сериях, каждая из которых включала 10 повторений. Полученные данные были обработаны с использованием языка программирования Python. На основе этих данных были построены графики распределения измеряемых величин.







Приведённые диаграммы наглядно демонстрируют несоответствие полученных результатов требованиям статистического анализа. Для исправления этой ситуации было использовано статистическое моделирование, целью которого было получение нормального распределения измеряемой величины, пригодного для дальнейшего анализа. На основании полученных данных измерений были определены следующие параметры для каждой серии измерений:

- Математическое ожидание  $\mu$ ;
- Среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ ;
- Дисперсия распределения  $\sigma^2$ ;

Эти параметры позволили определить нормальное распределение для каждой серии измерений с использованием следующей формулы:

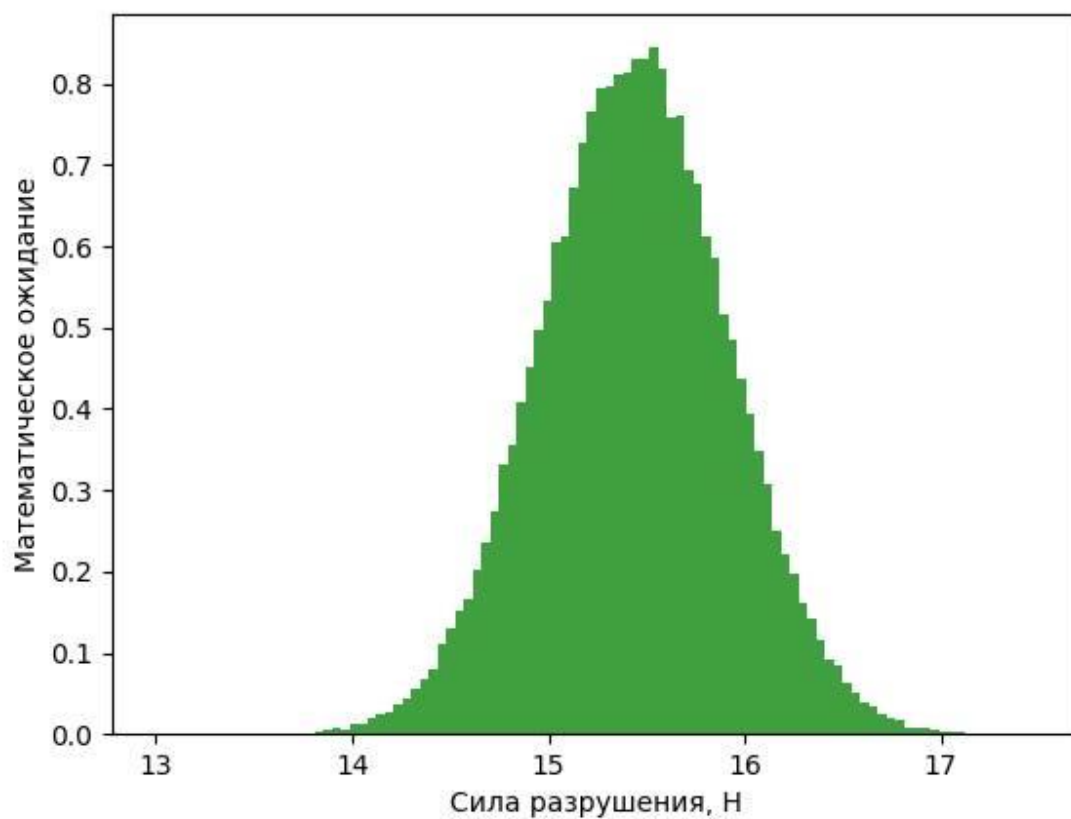
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

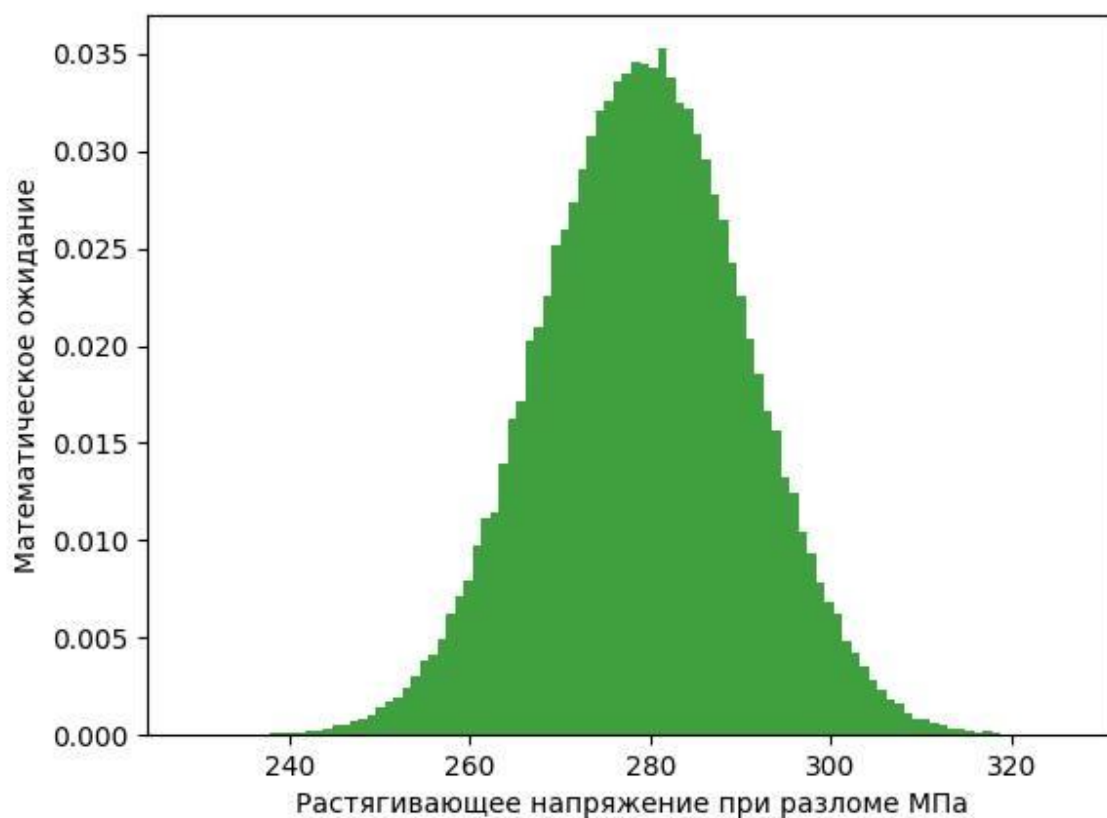
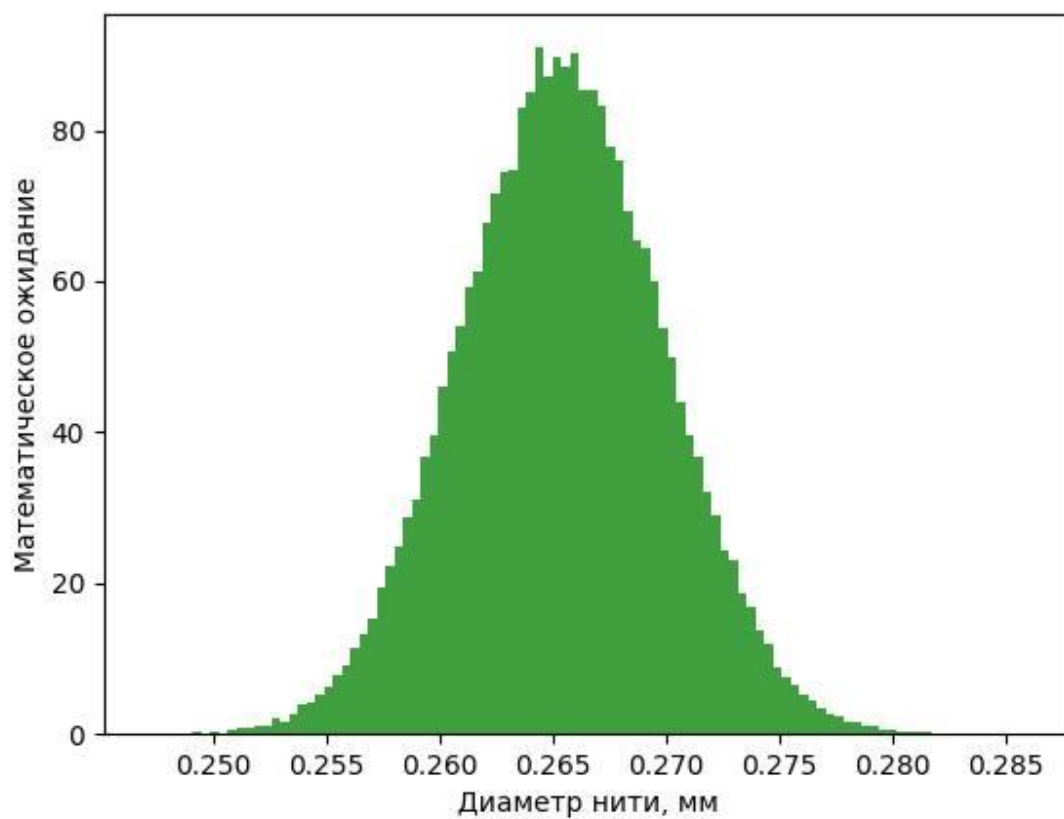
**Использование статистических методов:**

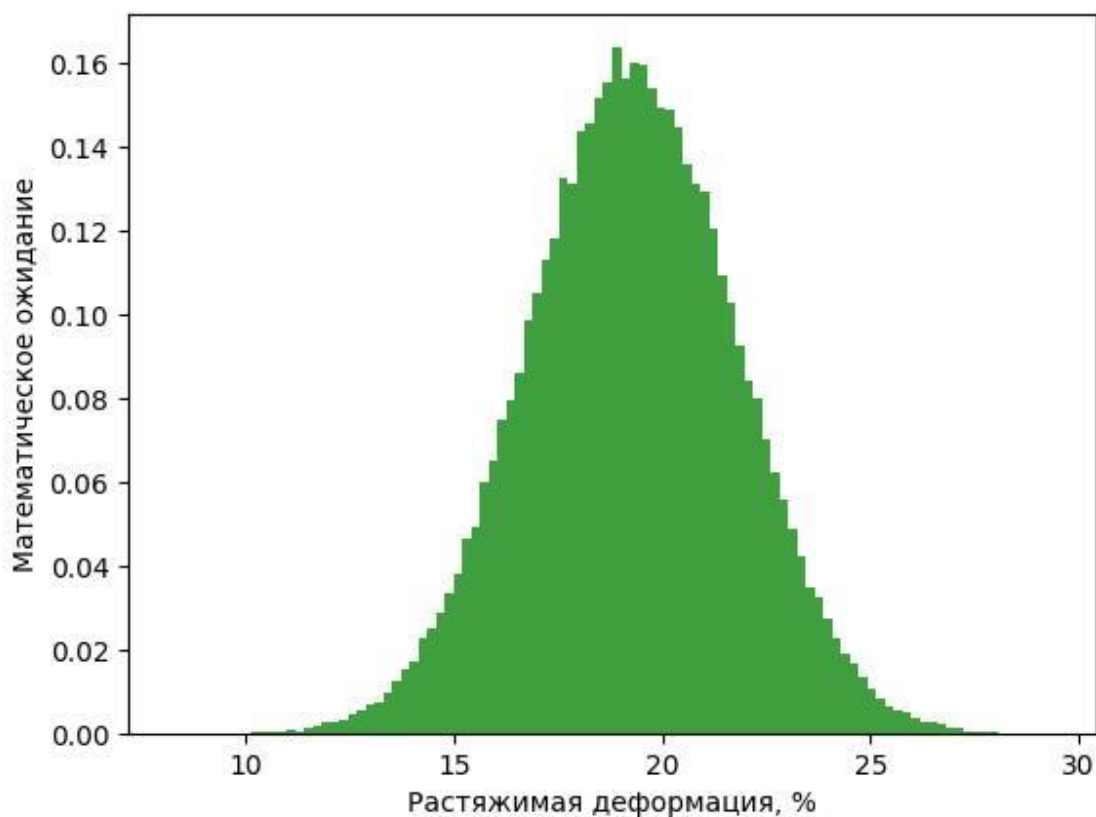
Полученные в результате измерений и экспериментов данные очевидно недостаточны для применения к ним общепринятых методов анализа ввиду недостаточности измерений в имеющихся выборках. Для иллюстрации этого утверждения попробуем построить вероятностное распределение полученных результатов в наглядном виде с помощью диаграмм (рис. 5-8)

## Статистическое моделирование:

На основании полученных данных было выполнено статистическое моделирование для определения параметров нормального распределения: математического ожидания ( $\mu$ ) и среднеквадратичного отклонения ( $\sigma$ ). Это позволило получить нормальное распределение для каждой из исследуемых серий измерений.







## **Заключение:**

Результаты исследования показали, что методы статистического моделирования могут быть успешно применены для анализа экспериментальных данных ниток. Полученные нормальные распределения позволяют более точно интерпретировать результаты измерений и использовать их для дальнейшего статистического анализа. Дальнейшее исследование может включать расширение методов на многомерные нормальные распределения, что позволит анализировать параметры, определенные на плоскости или в объеме.

Возможным расширением настоящего исследование является его обобщение на случай многомерного нормального распределения, которое может использоваться для построения распределений параметров, определённых на плоскости или в объёме.