




17.5.2024

«Графическое исследование умных материалов»



Над проектом работали: Климовский Владимир Дмитриевич,
Железнов Даниэль Дмитриевич, Зайчуков Никита Сергеевич.
МАОУ КМЛ, 10-1 КЛАСС

Постановка задачи:

В рамках выполнения научной исследовательской работы нам были выданы образцы плёнки. Данные образцы были разделены на 10 полосок равной длины и ширины. Нам следовало самостоятельно вычислить их толщину при помощи электронного штангенциркуля ЗУБР ШЦЦ-I-100-0,01, а после найти их предельное растяжение с помощью универсальной разрывной машины Instron 34TM-10.

Испытания и измерения выполнялись в следующих условиях:

1)Измерение толщины 15-сантиметровой плёнки электронным штангенциркулем с шагом 10 см; температура воздуха $24 \pm 2^\circ\text{C}$; атмосферное давление 765 мм рт. ст.

2)Измерение механической стойкости плёнки на разрыв универсальной разрывной машиной. Базовая длина 150 мм; скорость 200 мм/мин; предварительная нагрузка – 0,91Н (из расчета 0,5 сН/текс), температура $24 \pm 2^\circ\text{C}$; давление 776 мм рт. ст.

Результаты измерений:

Результаты измерений Каждый тип измерения проводился серией из 10 измерений, результаты которых записывались в файлы формата JSON, который является общепринятым для современных научных исследований в различных областях. Полученные данные были импортированы из файлов в небольшой обработчик, написанный на языке программирования Python. Результаты измерений представлены в виде графиков, отражающих распределение измеряемых величин по номерам измерений в серии (рис. 1-4):

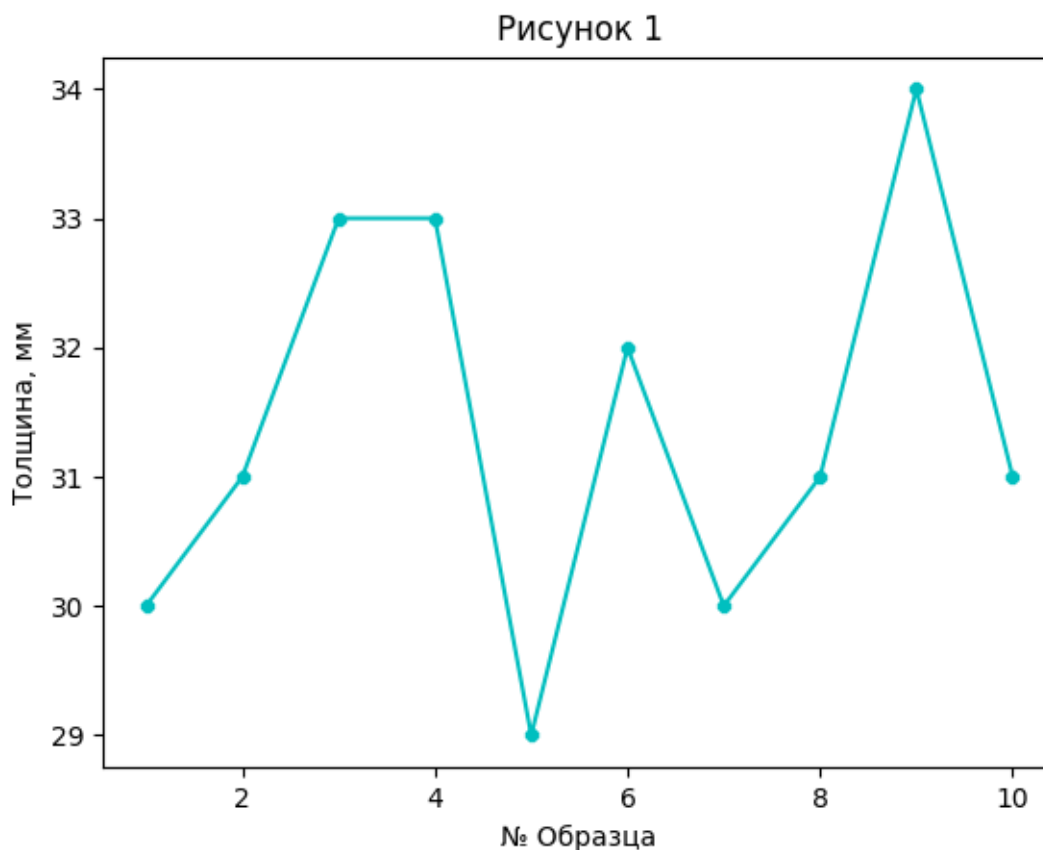


Рисунок 2

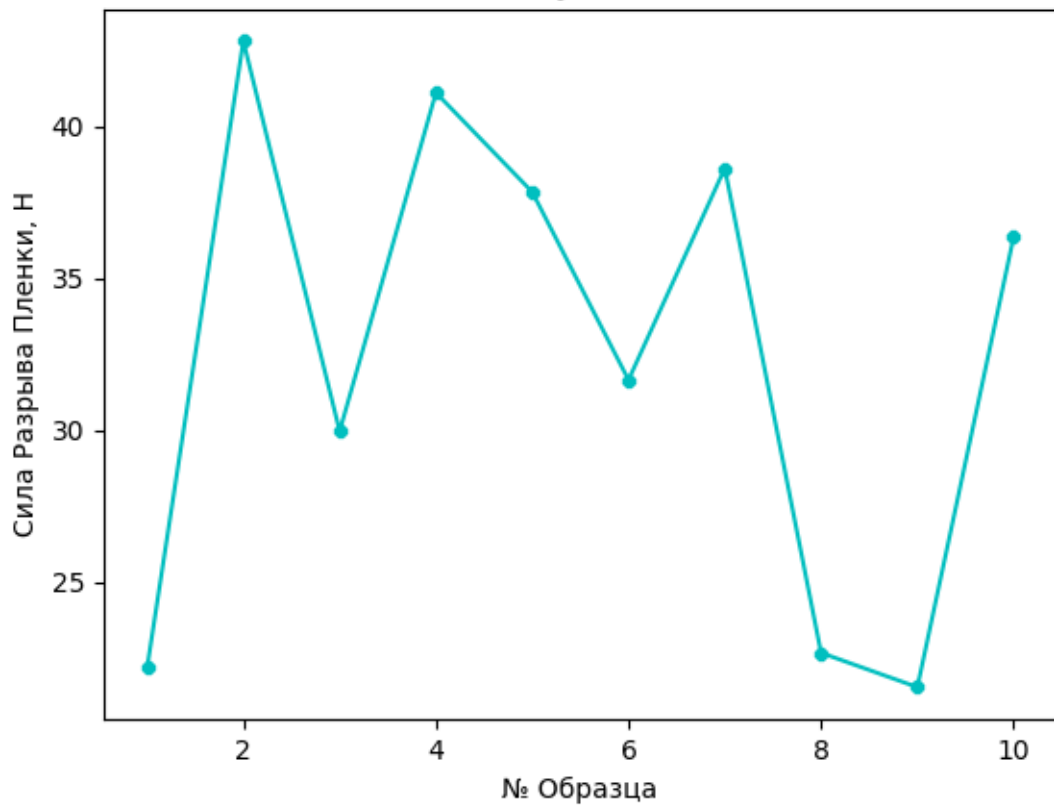


Рисунок 3

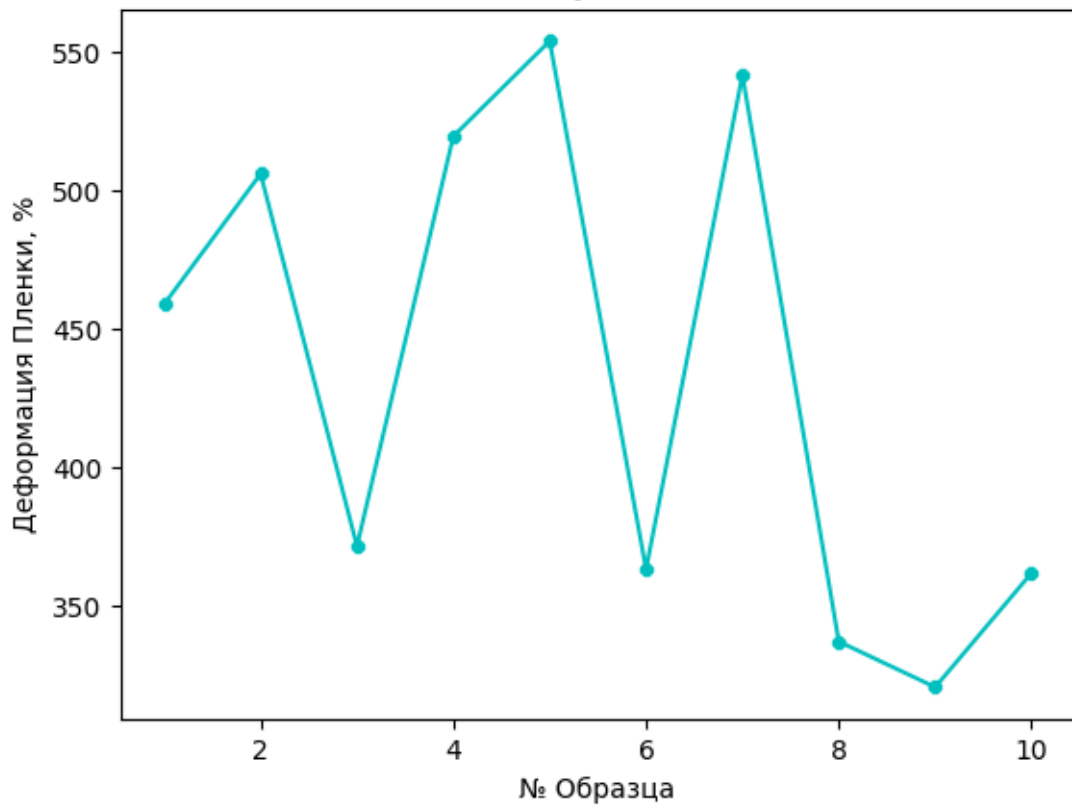
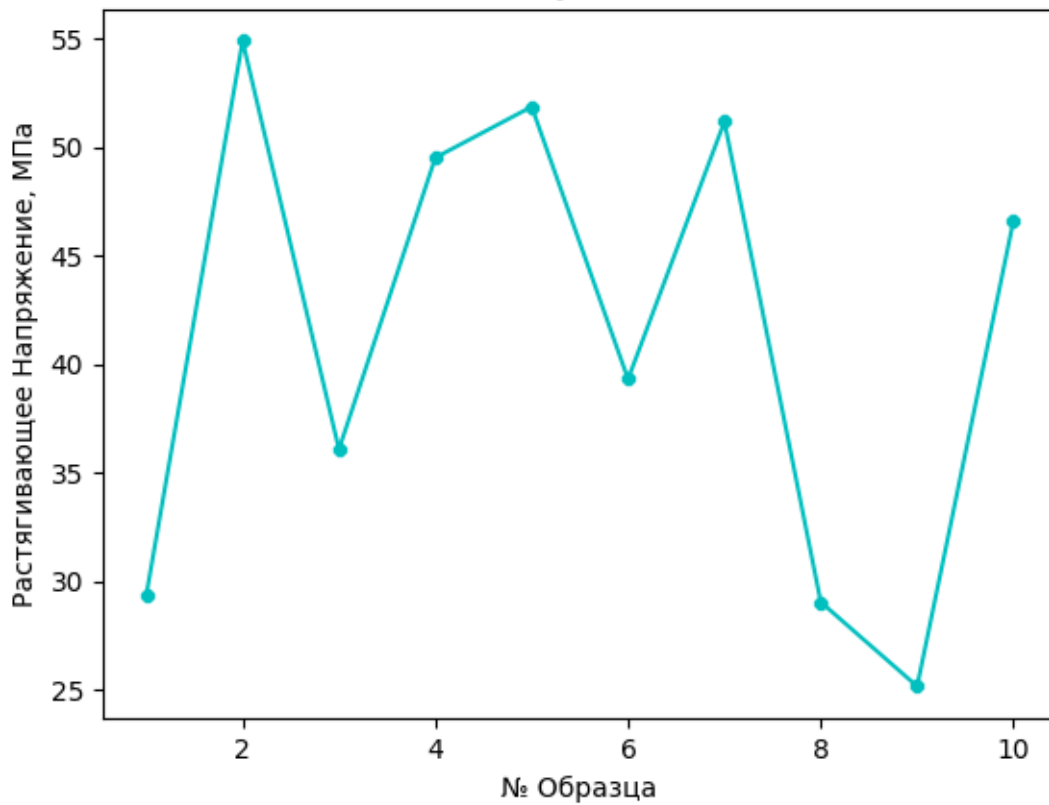


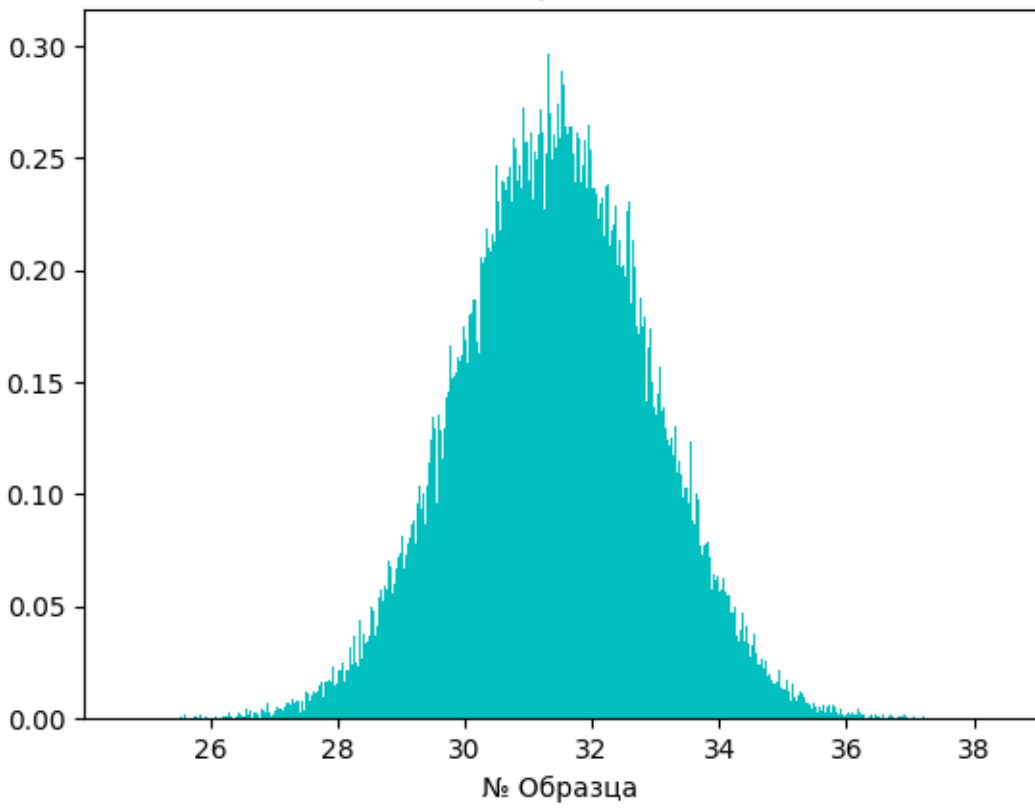
Рисунок 4



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):

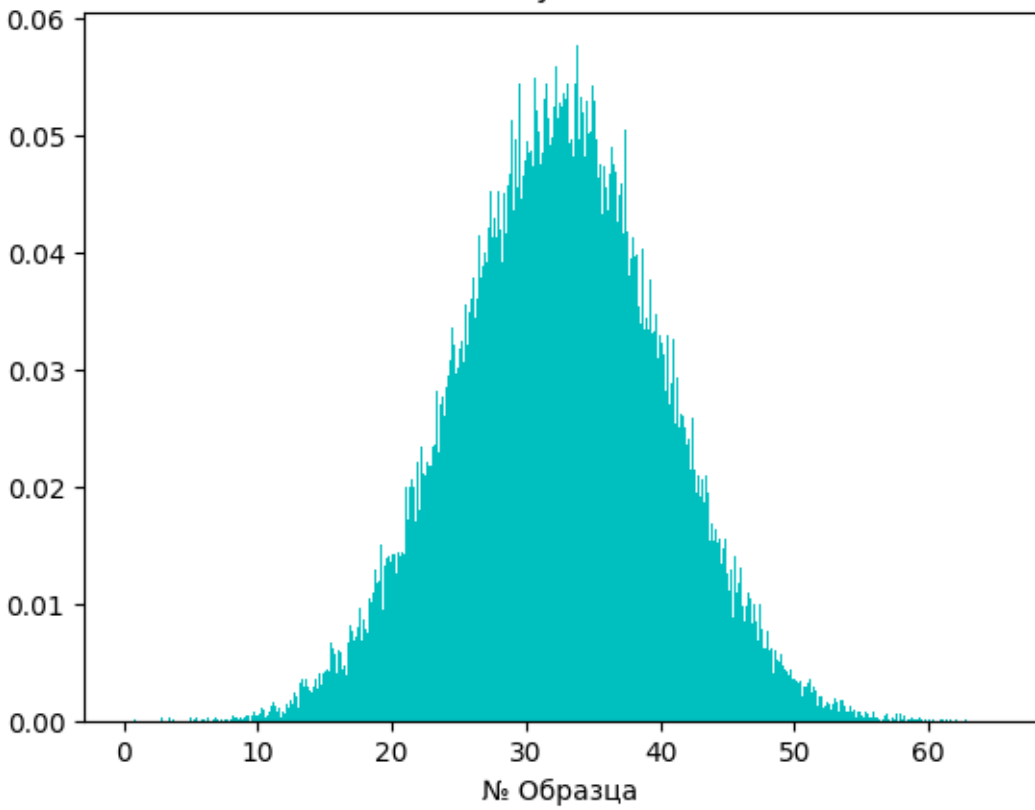
Распределение результатов измерения Диаметра пленки

Рисунок 5



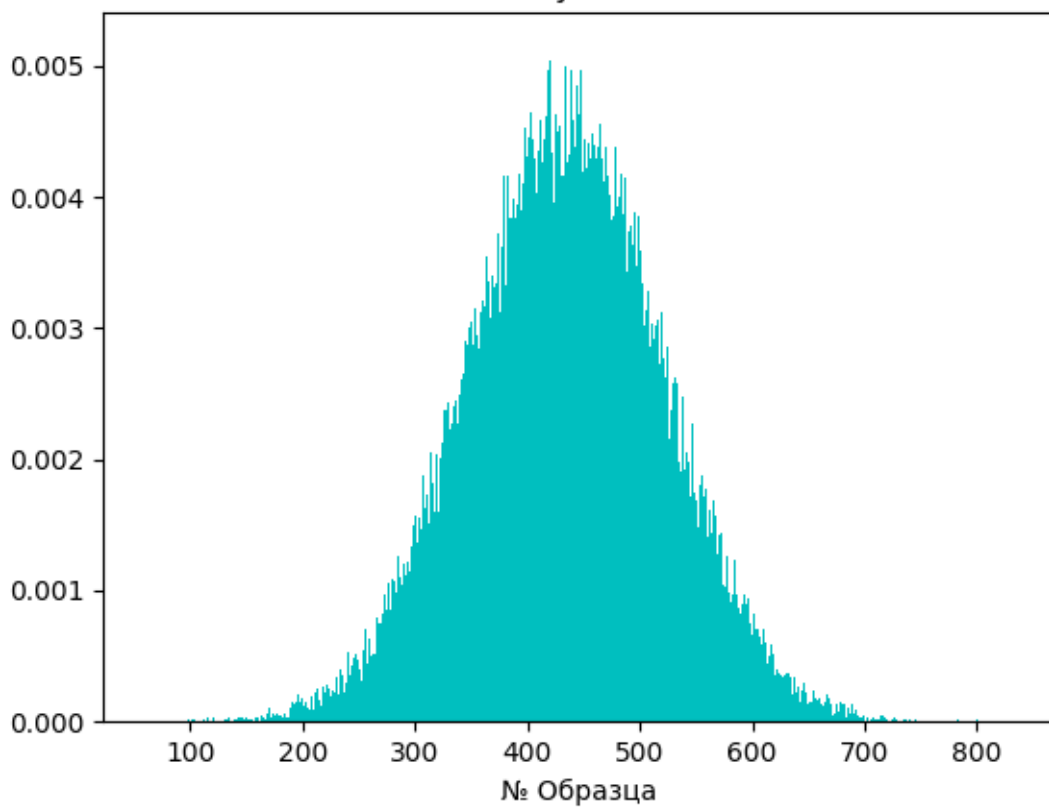
Распределение результатов измерения Силы Разрыва пленки

Рисунок 6



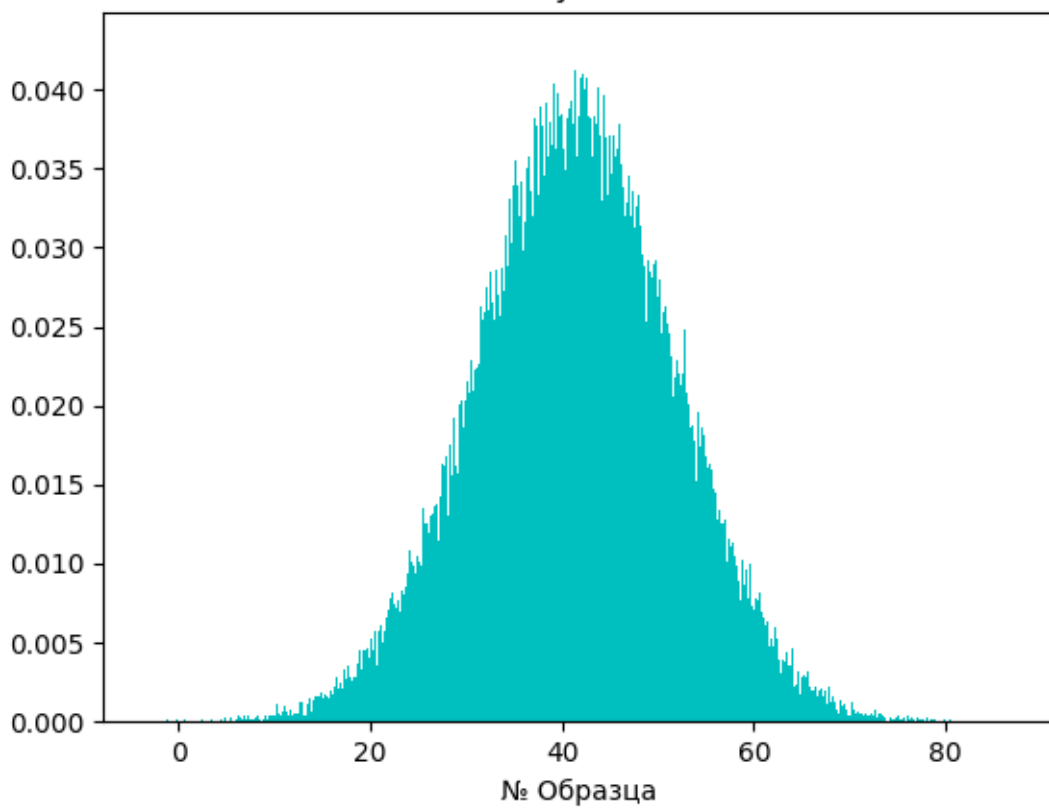
Распределение результатов измерения Деформации пленки

Рисунок 7



Распределение результатов измерения Растягивающего Напряжения

Рисунок 8



Приведённые диаграммы наглядно иллюстрируют несоответствие полученных результатов требованиям статистического анализа. Для исправления этой ситуации было использовано статистическое моделирование с целью получения нормального распределения измеряемой величины, которое можно будет использовать для дальнейшего анализа. На основании полученных данных измерений были определены следующие параметры для каждой из серий измерений

1. Математическое ожидание μ ;
2. Среднеквадратичное отклонение σ ;
3. Дисперсия распределения σ^2 .

Вышеперечисленные параметры позволили определить нормальное распределение для каждой из серий измерений.

С помощью средств языка программирования Python, включая библиотеки `numpy` и `matplotlib`, значения распределения $f(x)$ могут быть получены с заданной частотой дискретизации, заведомо достаточной для проведения дальнейшего их анализа.

Так, в рамках настоящей работы были получены следующие графики нормального распределения измеренных параметров плёнки.

Заключение:

Полученные результаты однозначно демонстрируют возможность эффективного использования методов статистического моделирования для получения нормального распределения произвольной измеряемой величины на основании ограниченного количества результатов прямых или косвенных измерений. Полученные результаты могут в дальнейшем использоваться для применения к ним существующих методов статистического анализа, а также представления результатов исследования в общепринятом формате.

В ходе выполнения исследования было показано, что методы статистического моделирования могут применяться к результатам измерения физических и механических параметров плёнки.

Получены нормальные распределения результатов измерения толщины полоски, силы разрыва полоски, деформации нити и растягивающего напряжения. В дальнейшем эти же методы могут быть применены к измерению иных параметров плёнок, а также использоваться для анализа результатов измерений других типов умных материалов.

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