

**РАЗРАБОТКА  
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА  
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
ПРОВЕРКИ НОРМАЛЬНОСТИ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И  
СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Ананченко И. В., Жижина К. П.,  
Мельников И. Д.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный технологический институт  
(технический университет)», Санкт-Петербург,  
e-mail: anantchenko@yandex.ru,  
ksen\_pav@mail.ru, chghmelnikoff@yandex.ru

**Введение**

Проверка соответствия эмпирических данных нормальному распределению является обязательным этапом перед применением параметрических статистических методов в биологических исследованиях. Одним из классических способов такой проверки является критерий согласия  $\chi^2$  Пирсона. Его ручной расчет, включающий построение вариационных рядов, вычисление теоретических частот и сопоставление распределений, отличается высокой трудоемкостью и склонностью к ошибкам, особенно при работе с большими выборками данных.

Целью работы является разработка на языке Python с использованием библиотеки Tkinter специализированного программного обеспечения для автоматизации полного цикла статистического анализа биометрических данных с акцентом на проверку гипотезы о нормальности распределения по критерию Пирсона.

Актуальность разработки обусловлена повсеместной распространённостью нормального распределения в природе, следующей из центральной предельной теоремы. Поскольку многие параметрические критерии в биометрии требуют соответствия данных нормальному закону, автоматизация данного анализа становится практической необходимостью. Она позволяет ускорить обработку данных, минимизировать ошибки и сделать сложные статистические процедуры более доступными для исследователей в биологии и сельском хозяйстве.

**Математическое описание  
и методы исследования**

По правилу Стерджеса число интервалов вариационного ряда  $K$  (ед.) рассчитывается по формуле [1]:

$$K = 1 + 3,322 \cdot \lg(n)$$

где  $n$  – объем выборки, ед.

Расчет: определяет оптимальное количество групп для группировки исходных данных.

Выборочное среднее значение признака  $\tilde{x}$  (г) определяется через соотношение [1]:

$$\tilde{x} = \frac{\sum_{i=1}^K x_i \cdot f_i}{n}$$

где  $x_i$  – середина  $i$ -го классового интервала, г;  $f_i$  – частота встречаемости вариант в  $i$ -м интервале, ед.

Расчет: характеризует центральную тенденцию распределения массы орехов в выборке.

Выборочная дисперсия  $s^2$  (г<sup>2</sup>) и среднее квадратическое отклонение  $s$  (г) определяется по формуле [1]:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^K (x_i - \tilde{x})^2 \cdot f_i}{n - 1}$$

$$s = \sqrt{s^2}$$

Расчет: характеризуют вариацию (разброс) индивидуальных значений массы вокруг среднего.

Статистика критерия согласия  $\chi^2$  Пирсона рассчитывается по формуле [1]:

$$\chi^2_{\text{набл}} = \sum_{i=1}^K \frac{(f_i - F'_i)^2}{F'_i}$$

где  $\chi^2_{\text{набл}}$  – наблюдаемое значение критерия Пирсона, безразмерная величина;  $f_i$  – эмпирическая (наблюдаемая) частота в  $i$ -м интервале, ед.;  $F'_i$  – теоретическая частота для  $i$ -го интервала, рассчитанная в предположении нормального распределения, ед.

Расчет: служит для количественной оценки расхождений между эмпирическим и теоретическим (нормальным) распределениями.

Доверительный интервал для генеральной средней  $\mu$  (г) определяется по формуле [1]:

$$\tilde{x} - t_\alpha \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \tilde{x} + t_\alpha \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

где  $t_\alpha$  – критическое значение  $t$ -статистики (или  $z$ -статистики для больших  $n$ ) для заданного уровня значимости  $\alpha$ , безразмерная величина;  $s$  – выборочное среднее квадратическое отклонение, г.

Расчет: определяет диапазон, в котором с заданной доверительной вероятностью  $P=1-\alpha$  находится истинное среднее значение массы орехов во всей генеральной совокупности.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Разработан программный комплекс на Python с графическим интерфейсом Tkinter, автоматизирующий полный цикл статистического анализа.



Главное окно программы

Система выполняет проверку нормальности распределения по критерию  $\chi^2$  Пирсона и расчёт доверительных интервалов для параметров генеральной совокупности.

Интерфейс приложения представлен на рисунке. Он включает модуль импорта данных (CSV, Excel), настройку уровня значимости ( $\alpha$ ) и структурированный вывод результатов. Вычислительное ядро реализует построение вариационного ряда по правилу Стерджеса, расчёт выборочных характеристик, теоретических частот и статистики  $\chi^2$ , а также определяет доверительные интервалы для средней и стандартного отклонения.

Результаты представлены детально, включая промежуточные вычисления. Модуль визуализации на Matplotlib создаёт аналитические

графики: совмещённую гистограмму, график плотности нормального распределения и диаграмму доверительных интервалов.

Система стандартизирует процедуры проверки нормальности и оценки параметров, повышая воспроизводимость результатов и минимизируя вычислительные ошибки при обработке данных в исследовательских и прикладных задачах.

Исходный код проекта размещен в публичном репозитории на GitHub [<https://github.com/0Kopeika0/DEVELOPMENT-OF-A-SOFTWARE-PACKAGE-FOR-AUTOMATED-VERIFICATION-OF-THE-NORMALITY>].

Перспективным направлением является развитие системы в универсальную платформу статистического анализа. Это включает внедре-

ние альтернативных критериев нормальности (Шапиро-Уилка, Колмогорова-Смирнова) и методов для многомерных распределений. Практическую значимость усилит интеграция с системами сбора данных и внедрение устойчивых методов оценки. Переход к веб-архитектуре и облачным сервисам обеспечит широкую доступность и возможности для совместной работы. Создание специализированных модулей позволит применять систему в различных областях – от молекулярной биологии до промышленной стандартизации.

### Выводы

Разработано программное обеспечение, автоматизирующее проверку нормальности распределения по критерию  $\chi^2$  Пирсона и оценку доверительных интервалов. Система с графическим интерфейсом Tkinter включает модули импорта данных, вычислительное ядро и визуализацию на Matplotlib. Её внедрение стандартизирует процедуры, сокращает время обработки, минимизирует ошибки и повышает доступность методов для специалистов. Перспективы развития связаны с добавлением новых критериев нормальности, интеграцией с системами сбора данных и переходом к веб-архитектуре для создания универсальной аналитической платформы.

### Список литературы

1. Биометрия: учебник для вузов / П. С. Катмаков, В. П. Гавриленко, А. В. Бушов; под общей редакцией П. С. Катмакова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2025. 186 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-15732-1.
2. Федоров Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python: учебное пособие. 2-е изд., пер. и доп. М.: Юрайт, 2019. 161 с. (Бакалавр. Прикладной курс). ISBN 978-5-534-10971-9. EDN WGENGH.

## ВЛИЯНИЕ МУЛЬТИМЕДИА НА СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Антоненко А. С., Окулова Е. А.

ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет», Мелитополь,  
e-mail: elenaokulova1987@yandex.ru

Научный руководитель: Окулова Е. А.

### Введение

Влияние мультимедиа на современное образование произвело революцию в том, как студенты учатся и взаимодействуют с образовательными материалами. Мультимедиа, которое включает текст, изображения, аудио, видео и интерактивный контент, стало незаменимым инструментом в образовании, способствуя вовлечению, улучшая учебный процесс и делая образование более доступным для широкой аудитории. В этой статье мы рассмотрим, как мультимедиа влияет на образование, его преимущества и возникающие при этом проблемы.

Цель исследования: рассмотреть виды мультимедиа в современном образовании. Проанализировать внедрение таких технологий в учебный процесс. Выделить преимущества и недостатки данного направления. Найти варианты, как еще можно разнообразить образование с помощью мультимедийных технологий.

### Материал и методы исследования

Материал и методы исследования: исследование влияния мультимедиа на образование включает в себе совокупность методов, например:

- анализ теоретических источников;
- наблюдение;
- анализ результатов деятельности;
- методы математической обработки;
- изучение и анализ психолого-педагогической и методической научной литературы.

Материалом исследования являются: мультимедийные средства обучения, мультимедийные тренажеры.

### Результаты исследования и их обсуждение

#### 1. Увеличение вовлеченности студентов через мультимедиа.

Влияние мультимедиа на современное образование особенно заметно в том, как оно увеличивает вовлеченность студентов. Традиционные методы обучения уже не справляются со своей задачей на 100%, которые часто полагаются исключительно на учебники и лекции, чаще всего они являются менее эффективными в захвате внимания студентов, особенно в цифровую эпоху. Мультимедиа вводит динамичные элементы, такие как видео, анимации и интерактивные симуляции, которые делают обучение более захватывающим и актуальным. С приходом технологий, а именно: небольшие видеоролики, которые меняются один за одним, листовая лента социальных сетей, или же игры, в которых меняется сюжетная линия каждую минуту и др. развивают так называемую “клиповую память”. Это все повлияло на восприятие информации с окружающего мира. Очень много обучающихся сталкиваются с проблемой фокусирования своего внимания на материале, который подается в виде монотонных рассказов или же просто прочтения материала с учебника.

Например, такие предметы, как физика, химия или история, могут оживать благодаря мультимедийным презентациям, которые позволяют студентам визуализировать сложные концепции или исторические события. Хорошо сделанное видео о историческом событии может создать более глубокую эмоциональную связь, чем простое чтение учебника. Более того, мультимедийные элементы, такие как викторины, интерактивные диаграммы и игровые обучающие активности, поддерживают мотивацию студен-