

DOI: 10.32517/2221-1993-2026-25-2-16-21

**Н. В. Назаров**

Школа № 58, г. Москва, Россия

# ФАКУЛЬТАТИВНЫЙ УЧЕБНЫЙ БЛОК ПО СТАТИСТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКЕ ГИПОТЕЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ И PYTHON\*

## Аннотация

В статье раскрывается потенциал формирования межпредметных связей между математикой и информатикой на примере темы «Статистическая проверка гипотез» в контексте изучения основ математической статистики в средней школе. Разработан факультативный учебный блок по статистической проверке гипотез, предполагающий использование электронных таблиц и языка программирования Python. Представлен ознакомительный теоретический материал, описывающий алгоритм проверки гипотез о равенстве средних. Приведена справочная таблица для одновыборочного и двухвыборочных  $t$ -тестов. Рассмотрены два учебных упражнения для практического закрепления темы с подробными решениями: первое реализовано в среде электронных таблиц, второе — на Python с применением библиотек NumPy, Pandas и SciPy. Полученные результаты могут быть использованы учителями при планировании образовательного процесса в XI классах (учебных группах) с углубленным изучением математики и информатики.

**Ключевые слова:** преподавание математики, преподавание информатики, программирование в школе, статистическая проверка гипотез, анализ данных.

## Информация об авторе

**Назаров Никита Владимирович**, учитель информатики, методист, школа № 58, г. Москва, Россия; *e-mail*: nazarov.nv@phystech.edu

## 1. Введение

Согласно Федеральной рабочей программе среднего общего образования по математике (углубленный уровень) [8] к концу XI класса обучающийся научится вычислять выборочные характеристики по данной выборке и оценивать характеристики генеральной совокупности данных по выборочным характеристикам;

оценивать вероятности событий и проверять простейшие статистические гипотезы, пользуясь изученными распределениями. При этом в соответствии с Федеральной рабочей программой среднего общего образования по информатике (углубленный уровень) [7] к концу XI класса обучающийся будет владеть универсальным языком программирования высокого уровня, например, Python, уметь использовать библиотеки подро-

\* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: [https://infojournal.ru/journals/school/school\\_02-2026/](https://infojournal.ru/journals/school/school_02-2026/)

**N. V. Nazarov**

School 58, Moscow, Russia

## AN ELECTIVE UNIT FOR STATISTICAL HYPOTHESIS TESTING USING SPREADSHEETS AND PYTHON

### Abstract

The article explores the potential for fostering interdisciplinary connections between mathematics and informatics through the topic of statistical hypothesis testing in the context of teaching introductory mathematical statistics in high school. An elective instructional unit on statistical hypothesis testing is developed, integrating spreadsheet software and the Python programming language. Introductory theoretical material outlining the algorithm for testing hypotheses about the equality of means is presented. A reference table for one-sample and two-sample  $t$ -tests is provided. Two practical exercises with detailed solutions are given to reinforce the topic: the first is implemented using spreadsheets, while the second uses Python with the NumPy, Pandas, and SciPy libraries. The findings can be used by teachers when planning instruction for 11th-grade study groups specializing in advanced mathematics and informatics.

**Keywords:** teaching mathematics, teaching informatics, programming at school, statistical hypothesis testing, data analysis.

### Information about the author

**Nikita V. Nazarov**, an informatics teacher, a methodologist, School 58, Moscow, Russia; *e-mail*: nazarov.nv@phystech.edu

грамм для обработки данных и научиться использовать электронные таблицы для анализа данных. Однако в перечень видов анализа не входит статистическая проверка гипотез [5], что препятствует формированию у учащихся важной межпредметной связи информатики и математической статистики.

В этой связи предлагается введение для учащихся XI классов ознакомительного факультативного учебного блока на стыке информатики и математики, посвященного теории и методам простейшей проверки статистических гипотез и ориентированного на школьников, для которых актуально изучение предлагаемого материала сверх школьной программы. Использование современных информационных технологий способствует лучшему формированию у учащихся вероятностно-статистической грамотности и критического мышления. Также педагогически эффективно выполнение учебных проектов при изучении вероятностно-статистической содержательной линии [2]. Актуальность работы подчеркивает тот факт, что с 2022/2023 учебного года предусмотрено углубленное изучение информатики на уровне основного общего образования [3]. Особенно полезно применение ИКТ в различных предметных областях детям, которые изучают информатику в школе на углубленном уровне длительное время.

**Цель представленного в данной статье исследования** — выявить потенциал изучения темы «Статистическая проверка гипотез» на стыке информатики и математики и разработать соответствующий факультативный учебный блок.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ федеральных рабочих программ на предмет содержания в них темы «Статистическая проверка гипотез» (далее — тема) и связанных с ней;
- адаптировать элементы темы к уровню среднего общего образования;
- разработать учебный блок для изучения темы;
- подготовить учебное задание для отработки темы;
- составить образец решения учебного задания.

## 2. Вводная часть

В начале изучения темы обучающимся можно привести следующий пример для мотивации к учебной деятельности:

*«В ИТ-компании разработана новая версия алгоритма сжатия данных. Разработчик утверждает, что оптимизация позволила уменьшить среднее время обработки файла. Для проверки было проведено 40 замеров времени выполнения старой версии и 20 замеров новой. Среднее время для старой версии составило 205 мс, для новой — 195 мс. Разница в 10 мс составляет около 5 %. Можно ли верить словам разработчика, что оптимизация действительно привела к уменьшению времени обработки файла? Или наблюдаемое снижение времени на 10 мс обусловлено случайными факторами? Ответ на этот вопрос невозможно получить простым сравнением двух средних. Необходимо формальный статистический критерий, учитывающий разброс значений в каждой выборке*

*и объемы проведенных измерений. Именно для таких случаев служит аппарат проверки статистических гипотез».*

Так формируется представление о том, что наблюдаемая разность выборочных средних значений по умолчанию не говорит о качественных различиях в исследуемых процессах, явлениях и т. д.

## 3. Теоретическая часть

Проверка статистических гипотез — это процедура, позволяющая на основе выборочных данных сделать вывод о свойствах генеральной совокупности с определенным уровнем значимости  $\alpha$  (вероятность отвергнуть верную нулевую гипотезу) [5]. Обычно  $\alpha$  выбирают не более 0,05. В наиболее простом и распространенном случае проверяется гипотеза о равенстве:

- выборочного среднего  $M$  некоторому заданному значению  $M_0$  (одновыборочный тест);
- двух выборочных средних  $M_1$  и  $M_2$  (двухвыборочный тест).

Последовательность действий может быть следующей:

1. Сформулировать нулевую гипотезу  $H_0$  (утверждение об отсутствии различий:  $M = M_0$  или  $M_1 = M_2$ ) и альтернативную  $H_1$  (утверждение о наличии различий:  $M \neq M_0$  или  $M_1 \neq M_2$ ). Такие гипотезы называют *двусторонними*.
2. Определить объем выборки, вычислить основные статистические характеристики числовых наборов.
3. Построить гистограммы для наблюдения формы распределения данных и проверки наличия существенных выбросов.
4. Выбрать статистический тест для проверки гипотезы\*.
5. Определить уровень значимости  $\alpha$ , если он не указан в условии задачи.
6. Вычислить  $t$ -статистику и число степеней свободы  $df$ .
7. Сравнить полученное значение  $t$  с критическим  $t_{\text{крит}}$  (по специальной таблице распределения Стьюдента [6] или с помощью программных средств\*\*) для выбранного уровня значимости  $\alpha$  и числа степеней свободы  $df$ . Если  $|t| > t_{\text{крит}}$ , отвергнуть нулевую гипотезу  $H_0$ . Иначе — не отвергнуть  $H_0$ .

Выбор конкретного  $t$ -теста (одновыборочный, двухвыборочный с равными дисперсиями, двухвыборочный Уэлча) зависит от условий применимости: объема выборок, формы распределения, равенства дисперсий. Эти условия, а также расчетные формулы представлены в таблице. Если ни один из статистических тестов не подходит, можно попробовать найти альтернативу. Например,  $U$ -критерий Манна—Уитни [1] применим вместо\*\*\* двухвыборочного  $t$ -теста при наличии выбросов или сильных отклонений от нормальности, особенно при  $n < 30$ .

\* Учебные упражнения подобраны так, что хотя бы один из представленных  $t$ -тестов применим. Пункты 6–7 не являются универсальными в общем случае.

\*\* Рассмотрены в решении упражнения 2.

\*\*\* В таком случае нулевая и альтернативная гипотезы принимают иной вид, см. [1].

## Характеристики статистических тестов для проверки гипотезы

Статистический тест	Формула для вычисления $t$ -статистики	Формула для вычисления количества степеней свободы $df$	Границы применимости (везде выборки независимые)
Одновыборочный $t$ -тест Стьюдента	$t = \frac{M - M_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$	$df = n - 1$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Распределение близко к нормальному (при <math>n &lt; 30</math>)</li> <li>Допустимы умеренные отклонения от нормальности при <math>n &gt; 30</math> (из ЦПТ)</li> <li>Отсутствуют сильные выбросы</li> </ul>
Двухвыборочный $t$ -тест Стьюдента (равные дисперсии)	$t = \frac{M_2 - M_1}{s' \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$	$df = n_1 + n_2 - 2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выборки обладают приблизительно одинаковыми дисперсиями</li> <li>Распределения близки к нормальному (при <math>n_1, n_2 &lt; 30</math>)</li> <li>Допустимы умеренные отклонения от нормальности при <math>n_1, n_2 &gt; 30</math> (из ЦПТ)</li> <li>Отсутствуют сильные выбросы в каждой выборке</li> </ul>
Двухвыборочный $t$ -тест Уэлча (неравные дисперсии)	$t = \frac{M_2 - M_1}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$	$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{1}{n_1 - 1} \left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2 + \frac{1}{n_2 - 1} \left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Распределения близки к нормальному (при <math>n_1, n_2 &lt; 30</math>)</li> <li>Допустимы умеренные отклонения от нормальности при <math>n_1, n_2 &gt; 30</math> (из ЦПТ)</li> <li>Отсутствуют сильные выбросы в каждой выборке</li> </ul>

## Примечание.

 $M$  — выборочное среднее; $s^2$  — выборочная дисперсия; $s'$  — объединенное стандартное отклонение, определяемое из формулы  $s'^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$ ; $n_1, n_2$  — объемы выборок 1, 2; $M_1, M_2$  — выборочные средние 1, 2; $s_1^2, s_2^2$  — выборочные дисперсии 1, 2.

## 4. Практическая часть

Для достижения целей урока разработаны приведенные ниже учебные упражнения:

- первое направлено на обоснование и применение одновыборочного  $t$ -теста Стьюдента;
- второе акцентирует внимание на выборе подходящего двухвыборочного  $t$ -теста.

Все вычисления выполняются в редакторе электронных таблиц или в среде программирования Python (или другой).

Упражнение 1. На одновыборочный  $t$ -тест Стьюдента.

В файле *результаты\_егэ\_1.xlsx\** содержатся первичные баллы ЕГЭ по русскому языку учеников средней общеобразовательной школы города Энска. Установите, отличается ли результат учеников этой школы от среднего балла по стране, который составляет 21,7 первичных баллов, на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

## Решение.

Сформулируем нулевую гипотезу  $H_0$  = «Средний балл  $M$  в СОШ г. Энска равен среднему баллу по стране  $M_0$ ». Тогда альтернативная гипотеза  $H_1$  = «Средний балл  $M$  в СОШ г. Энска отличается от среднего по стране балла  $M_0$ ».

Откроем файл *результаты\_егэ\_1.xlsx* с помощью табличного редактора. В файле  $n = 100$  записей. Минимальный результат — 11 первичных баллов, максимальный

результат — 32 первичных балла. Среднее арифметическое значение первичного балла  $M = 22,8 > 21,7$ , дисперсия  $D = 18,5$ . Для вычисления дисперсии числового набора

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - M)^2$$

используется функция ДИСП.Г().

С помощью инструмента *Гистограмма* табличного процессора построим дискретное эмпирическое распределение первичных баллов. Из рисунка 1 видно, что оно имеет форму, близкую к колоколообразной. С учетом объема выборки  $n = 100$  применим одновыборочный  $t$ -тест Стьюдента.

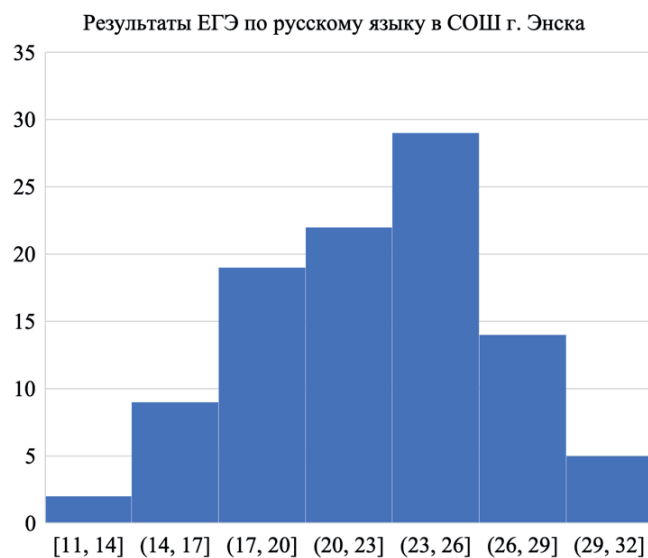


Рис. 1. Гистограмма к упражнению 1

\* Все упомянутые здесь и ниже файлы можно скачать в дополнительных материалах к статье на сайте ИНФО: [https://infojournal.ru/journals/school/school\\_02-2026/](https://infojournal.ru/journals/school/school_02-2026/)

	A	B	C	D	E
1	id ученика	Первичный балл		n	"=СЧЁТ(B2:B101)"
2	1	21		M	"=СРЗНАЧ(B2:B101)"
3	2	19		S	"=ДИСП.В(B2:B101)"
4	3	25		t	"=(E2-21,7)/(КОРЕНЬ(E3/E1))"
5	4	27			
6	5	27			

Рис. 2. Фрагмент таблицы к упражнению 1

Количество степеней свободы  $df = n - 1 = 99$ .

Выборочная (несмещенная) дисперсия числового набора

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - M)^2$$

вычисляется с помощью формулы ДИСП.В( ) и составляет  $S^2 = 18,7$ . В рассматриваемом примере D и  $S^2$  отличаются всего на 1 %, однако с точки зрения математической культуры полезно приучить обучающихся различать эти величины и применять их по назначению.

Тогда  $t$ -статистика:

$$t = \frac{M - M_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \approx \frac{22,8 - 21,7}{\frac{4,3}{\sqrt{100}}} \approx 2,55.$$

Значение 2,55 превышает критическое значение при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и количестве степеней свободы  $df = 99$ , равное  $t_{\text{крит}} = 1,98$  (согласно таблице распределения Стьюдента для двусторонней проверки гипотез). Значит, нулевая гипотеза отвергается на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Итого на 5-процентном уровне значимости отличие среднего балла в СОШ г. Энска от всероссийского статистически значимо. Если бы значение  $t$ -статистики составило по модулю менее  $t_{\text{крит}} = 1,98$ , нулевую гипотезу отвергнуть на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  было бы нельзя.

Для автоматизации расчетов можно использовать образец (рис. 2). Желтым выделены ячейки, которые ученику необходимо заполнить самостоятельно.

### Упражнение 2. На выбор и применение двухвыборочного $t$ -теста.

В файлах *помидоры\_1.xlsx* и *помидоры\_2.xlsx* содержится информация о количестве плодов на каждом саженце в двух теплицах: в первой теплице использовались удобрения, а во второй — нет. Установите, есть ли статистически значимое отличие в среднем количестве плодов на одном растении в этих двух теплицах при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

*Решение.*

Для удобства объединим информацию из файлов *помидоры\_1.xlsx* и *помидоры\_2.xlsx* на одном листе (рис. 3).

	A	B
1	кол-во помидоров на каждом растении	
2	теплица 1	теплица 2
3	с удобрением	без удобрения
4	9	11
5	11	6

Рис. 3. Фрагмент таблицы к упражнению 2

Исходя из изучения представленных данных следует, что в каждой теплице по  $n = 50$  плодовых растений. В первой теплице (с удобрением) на одном растении от 3 до 13 помидоров, во второй (без удобрения) — от 2 до 11 помидоров. Медиана числа помидоров на растении в первой теплице — 9, среднее арифметическое значение  $M_1 = 8,5$ . Во второй теплице медиана числа помидоров на растении — 8, среднее арифметическое значение  $M_2 = 7,5$ .

Гистограммы числа помидоров на растениях в теплицах 1 и 2 имеют приблизительно колоколообразную форму (рис. 4).

С учетом размера выборки вычислим дисперсии числовых наборов:

$$D_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - M_j)^2$$

для выбора двухвыборочного  $t$ -теста Стьюдента для случая равных дисперсий или двухвыборочного  $t$ -теста Уэлча для случая неравных дисперсий.

Результат применения функции ДИСП.Г( ) показал заметное отличие дисперсий в исследуемых выборках:  $D_1 = 4,9$  в первой теплице против  $D_2 = 3,7$  — во второй. Строго говоря, несовпадение дисперсий не всегда говорит об их существенном отличии. Для ответа на вопрос, отличаются ли дисперсии выборок статистически значимо, используется, например, критерий Фишера (F-тест), однако в рамках знакомства с темой эту деталь предлагается опустить. Аномальных выбросов в двух исследуемых числовых наборах не наблюдается. Объем каждой выборки  $> 30$ . С учетом перечисленных обстоятельств можно применить тест Уэлча [9]. Основной сложностью в применении теста Уэлча является вычисление количества степеней свободы  $df$ . Согласно формуле (см. табл.) для рассматриваемого примера  $df = 96$ . Тогда величина  $t$ -статистики составляет  $t = 2,3$ . На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  для числа степеней свободы  $df = 96$  критическое значение  $t$ -статистики составляет  $t_{\text{крит}} = 1,99$ . Полученное значение  $t = 2,3$  больше  $t_{\text{крит}}$ , значит, нулевая гипотеза отвергается. На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  среднее число помидоров на растениях в теплицах 1 и 2 статистически отличается.

Интересно заметить, что если выбрать уровень значимости  $\alpha = 0,01$ , то критическое значение  $t$ -статистики будет равно  $t_{\text{крит}} = 2,63$ . Из  $2,3 < 2,63$  следует, что в таком случае нулевая гипотеза не отвергается.

Арифметические операции и непосредственно статистические тесты можно выполнять в среде программирования Python с помощью средств библиотек *Pandas*, *Numpy* и *SciPy* [10]. Первые две должны быть знакомы учащимся XI класса, изучающим программи-

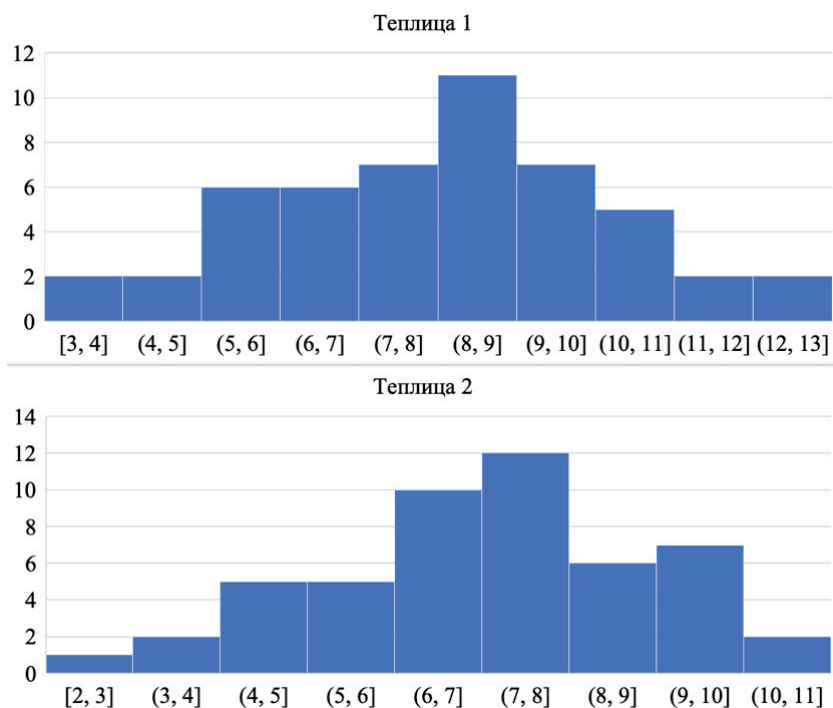


Рис. 4. Гистограммы к упражнению 2

```

import pandas as pd
import numpy as np
from scipy import stats

# Упражнение 1
data = pd.read_csv("результаты_егэ_1.csv", sep=";", header=None)[0]
n = len(data)
M = data.mean()
S = data.std(ddof=1)
t = (M - 21.7) / (S / np.sqrt(n))
t_crit = stats.t.ppf(0.975, n-1)
print("t =", round(t, 3))
print("t критическое =", round(t_crit, 3))
if abs(t) > t_crit:
    print("Вывод: Отвергаем H0")
else:
    print("Вывод: Не отвергаем H0")
print()

# Упражнение 2
d1 = pd.read_csv("помидоры_1.csv", sep=";", header=None)[0]
d2 = pd.read_csv("помидоры_2.csv", sep=";", header=None)[0]
m1 = d1.mean()
m2 = d2.mean()
v1 = d1.var()
v2 = d2.var()
n1 = len(d1)
n2 = len(d2)
t = (m2 - m1) / np.sqrt(v1/n1 + v2/n2)
df = (v1/n1 + v2/n2)**2 / ((v1/n1)**2/(n1-1) + (v2/n2)**2/(n2-1))
t_crit = stats.t.ppf(0.975, df)
print("t =", round(t, 3))
print("t критическое =", round(t_crit, 3))
if abs(t) > t_crit:
    print("Вывод: Отвергаем H0")
else:
    print("Вывод: Не отвергаем H0")

```

Листинг для решения упражнений 1 и 2

рование на углубленном уровне. В листинге представлен код для решения упражнений 1 и 2. Предварительно файлы .xlsx необходимо преобразовать в формат .csv с разделителем «точка с запятой». Заголовки в файлах следует удалить.

Преимуществом такого способа решения является автоматическое нахождение значения  $t_{\text{крит}}$  с помощью метода `stats.p.ppf` библиотеки `SciPy` (рис. 5). Для двусторонних  $t$ -тестов  $t_{\text{крит}} = \text{stats.p.ppf}(1 - \alpha/2, df)$ . Это избавляет от необходимости обращаться к печатным таблицам, которые не всегда содержат информацию по всем необходимым значениям  $\alpha$  и  $df$ .

```
Упражнение 2
t = -2.3
t критическое = 1.985
Вывод: Отвергаем H0
```

Рис. 5. Результат выполнения упражнения 2 в Python

## 5. Заключение

Тема «Статистическая проверка гипотез» существенно связана с учебным предметом «Информатика», поскольку требует большого количества арифметических вычислений. Более того, программные средства предлагают автоматизированное выполнение статистических тестов (библиотека `SciPy`). Использование программирования в описанных задачах способствует формированию вычислительного (алгоритмического) мышления у обучающихся [4].

На основе проведенной работы может быть дана практическая рекомендация конвертировать образовательные программы учебного курса «Вероятность и статистика» и учебного предмета «Информатика» (или учебного курса «Программирование») для формирования дополнительного навыка у обучающихся — статистической проверки гипотез в практико-ориентированных задачах и исследованиях. Освоение материала будет по силу тем обучающимся, кто успешно изучает курс «Вероятность и статистика» на углубленном уровне, а также владеет необходимыми ИТ-компетенциями. Под эту категорию попадают, например, мотивированные учащиеся городских образовательных проектов «Московские математические классы» и «Математическая вертикаль ПЛЮС».

Ознакомление с методами статистической проверки гипотез на уровне среднего общего образования облегчит более строгое и детальное изучение этой темы

на уровне высшего образования, что может являться конкурентным преимуществом выпускников.

Умение выявлять или опровергать статистические отличия выборочных средних величин также важно при подготовке широкого спектра докладов для школьных научно-практических конференций. Высок и потенциал подготовки учебных проектов, освещающих различные способы статистической проверки гипотез.

В учебном блоке намеренно не освещены такие понятия, как размер эффекта, мощность критерия,  $p$ -value во избежание перегрузки обучающихся дидактическими единицами. Имеет смысл анонсировать, что более детально тема рассматривается на уровне высшего образования.

## Список источников

1. Аймаханова А. U-критерий Манна—Уитни. Квантовый текст с заданиями в тестовой форме // Педагогические измерения. 2015. № 1. С. 104–109. EDN: TUFWFH.
2. Бабенко А. С., Стрункина К. Ю. Применения метода проектов при изучении вероятностно-статистической линии в школе // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2018. Т. 24. № 2. С. 150–154. EDN: YAQUZV.
3. Босова Л. Л. О новых подходах к изучению школьной информатики в условиях цифровой трансформации общества // Информатика в школе. 2022. № 4. С. 5–14. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-4-5-14. EDN: DKRLZV.
4. Босова Л. Л. Программирование как инструмент формирования вычислительного мышления обучающихся // Информатика в школе. 2020. № 10 (163). С. 4–10. DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-10-4-10. EDN: GURIPH.
5. Высоцкий И. Р., Яценко И. В. Математика: Вероятность и статистика: 10–11-е классы: базовый и углубленный уровни: учебное пособие. М.: Просвещение, 2025. 302 с.
6. Картаев Ф. С. Введение в эконометрику. М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2019. 472 с.
7. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Информатика (углубленный уровень) (для 10–11 классов образовательных организаций). [https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/22\\_ФРП\\_Информатика-10-11-классы\\_угл.pdf](https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/22_ФРП_Информатика-10-11-классы_угл.pdf)
8. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Математика (углубленный уровень) (для 10–11 классов образовательных организаций). [https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2025/07/2025\\_soo\\_frp\\_matematika\\_10\\_11\\_ugl.pdf](https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2025/07/2025_soo_frp_matematika_10_11_ugl.pdf)
9. Delacre M., Lakens D., Leys C. Why psychologists should by default use Welch's t-test instead of student's t-test // International Review of Social Psychology. 2017. Vol. 30. No. 1. P. 92–101. DOI: 10.5334/irsp.82.
10. Haslwanter T. An introduction to statistics with Python: With applications in the life sciences. Springer, 2016. 278 p.