

**МИНИСТРЕСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского»

**А.Ю. Акимова**

**И.А. Сибирякова**

**Математические методы в психологии.**

**Проверка статистических гипотез: практикум**

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией факультета социальных наук  
для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки  
37.03.01 «Психология»  
37.05.01 «Клиническая психология»  
37.05.02 «Психология служебной деятельности»

Нижегород  
2024

УДК 159.9.072(076.5)  
ББК 87.256.631.8-5\*я73  
А39

А39 Акимова, А.Ю. Математические методы в психологии. Проверка статистических гипотез: практикум/А.Ю.Акимова, И.А.Сибирякова.- Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2024. - 27 с.- Текст: электронный.

Рецензент: Прохорова М.В., канд. психол. наук, доцент, доцент кафедры психологии управления факультета социальных наук ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

В данном учебно-методическом пособии рассматривается алгоритм проверки статических гипотез психологического исследования. Материал включает изложение методических подходов к формулированию и проверке статических гипотез, задания для работы на практическом занятии, задания и вопросы для самостоятельной работы.

Учебно-методическое пособие «Математические методы в психологии. Проверка статистических гипотез: практикум» предназначено для преподавателей соответствующих дисциплин, а также для помощи студентам в овладении средствами самостоятельного, методически верного использования статистической обработки данных исследований в сфере психологии.

Рекомендовано методической комиссией факультета социальных наук для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 37.03.01 «Психология», 37.05.01 «Клиническая психология», 37.05.02 «Психология служебной деятельности».

УДК 159.9.072(076.5)  
ББК 87.256.631.8-5\*я73

А.Ю. Акимова  
И.А. Сибирякова

© Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, 2024

## Содержание

Введение .....	4
1. Проверка статистических гипотез психологического исследования .....	6
1.1. Основные понятия .....	6
1.2. Классификация задач психологических исследований .....	9
1.3. Алгоритм проверки статистических гипотез в зависимости от задачи исследования .....	12
2. Практическое задание «Проверка достоверности статистической гипотезы по данным психологического исследования» .....	14
3. Задания и вопросы для самостоятельной работы .....	21
Литература .....	23
Приложение .....	26

## **Введение**

Дисциплина «Математические методы в психологии» является составной частью основной образовательной программы профессиональной подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 37.03.01 «Психология», а также специалистов, обучающихся по направлениям 37.05.01 «Клиническая психология», 37.05.02 «Психология служебной деятельности». Дисциплина изучается на третьем курсе (в шестом семестре) направления 37.03.01 на очной форме обучения, на четвертом курсе (в седьмом семестре) направления 37.03.01. на очно-заочной форме обучения, на втором курсе обучения (в четвертом семестре) студентами очной и очно-заочной форм обучения специальностей 37.05.01 и 37.05.02.

*Целью* изучения дисциплины является:

- формирование у студентов системы базовых знаний о методах сбора, систематизации и статистической обработки эмпирических данных психологических исследований;
- развитие навыков работы с психологическими данными;
- овладение математическим аппаратом, необходимым для статистической обработки данных;
- овладение навыками интерпретации данных и результатов их обработки.

Учебно-методическое пособие содержит материалы для освоения студентами одного из основных разделов дисциплины «Проверка статистических гипотез».

*Задачами* указанного раздела являются:

1. ознакомление студентов с принципами формирования статистических гипотез, методов их подтверждения с использованием статистических критериев;
2. формирование у студентов умений формулирования нулевой и альтернативной, направленной и ненаправленной статистических гипотез;

3. формирование у студентов навыков проверки достоверности сформулированной гипотезы по результатам исследования.

В настоящее время существует широкий спектр учебных изданий по теме методов обработки и анализа данных научных исследований. Большой объем информации, представленный в изданиях, вызывает трудности у студентов в ее переработке и реализации в практических задачах.

Учебно-методическое пособие включает систематизированную информацию о проверке статистических гипотез применительно к психологическим исследованиям, методические указания по проведению практической работы, рекомендуемые задания для самостоятельной работы. Выполнение студентами практического задания по единому алгоритму в аудитории под руководством преподавателя и дальнейшее закрепление материала при выполнении самостоятельной работы способствует формированию навыков статистической обработки и анализа данных психологического исследования.

# 1. Проверка статистических гипотез психологического исследования

## 1.1. Основные понятия

*Статистические гипотезы в психологии* – это проверяемые статистическими методами предположения, предметом которых являются теоретико-вероятностные объекты — распределения вероятностей и их параметры. Формулирование психологических гипотез относится к свойствам психики, условиям, на нее влияющим, и т.д. Так как все психологические характеристики рассматриваются с позиции случайных величин, то проверка психологических гипотез (содержательный уровень) осуществляется путем их преобразования в статистические.

*Статистическая проверка гипотезы* – процедура определения, не противоречит ли сформулированная содержательная гипотеза имеющимся выборочным данным. Данная процедура используется вследствие невозможности проверки истинности гипотезы «прямым» путем.

*Нулевая гипотеза ( $H_0$ )* формулируется как гипотеза об отсутствии различий: о сходстве распределений, о равенстве средних арифметических выборок и т.п.

*Альтернативная гипотеза ( $H_1$ )* – конкурирующая гипотеза, противоречащая нулевой гипотезе. Формулируется как гипотеза о неслучайном характере отличий распределений, средних арифметических выборок и т.д., принимаемая при отклонении нулевой гипотезы.

*Ненаправленная (двусторонняя) и направленная (односторонняя) гипотезы* – виды гипотез, различающиеся предположением о наличии или отсутствии направления различий в группах изучаемых признаков. Ненаправленная гипотеза предполагает, что значения изучаемого признака в одной группе отличаются от значений в другой группе, при этом направление различий неизвестно. Направленная гипотеза предполагает, что заранее известно, что значения изучаемого признака в одной из групп больше, чем значения в другой.

*Ошибка первого рода* (уровень статистической значимости  $p$ ) – вероятность отвергнуть верную нулевую гипотезу. Смысл ошибки заключается в том, что случайный характер различий приняли за неслучайный (Таблица 1). В практике психологических исследований значимость  $p=0,05$  является общепринятой границей принятия решения.

*Ошибка второго рода* ( $\beta$ ) – вероятность не отвергнуть неверную нулевую гипотезу. Смысл ошибки состоит в том, что неслучайный характер различий приняли за случайный.

*Мощность статистического критерия* ( $1 - \beta$ ) – вероятность отвергнуть неверную нулевую гипотезу (т.е. способность не допустить ошибку II рода). На смысловом уровне мощность критерия означает степень чувствительности критерия, то есть на сколько критерий способен «почувствовать, различить» различия там, где они на самом деле есть. Более мощный критерий, более чувствительный. Менее мощный критерий не обнаружит реально существующие в природе различия, а более мощный их покажет. В структурированной форме это положение представлено в Таблице 1.

Таблица 1. Соотношение ошибок первого и второго рода

Событие		Истинная причина события	
		случайная	неслучайная
Интерпретация события	неслучайно <i>e</i>	<b><u>Ошибка первого рода</u></b>	Интерпретация совпадает с реальностью
	случайное	Интерпретация совпадает с реальностью	<b><u>Ошибка второго рода</u></b>

*Статистический критерий* – правило, на основе которого отклоняется или принимается нулевая гипотеза. Статистические критерии так же могут быть представлены в форме алгоритма расчета определенного числа и непосредственно самого расчетного числа.

*Параметрический критерий* – критерий, при применении которого для проверки статистических гипотез тип распределения данных (как правило,

нормальное распределение) и его параметры (среднее арифметическое и дисперсия) учитываются.

*Непараметрический критерий* – критерий, при применении которого для проверки статистических гипотез тип распределения данных не учитывается.

*Правило принятия нулевой гипотезы* – при справедливости нулевой гипотезы вероятность того, что статистика критерия попадает в область принятия нулевой гипотезы, должна быть равна  $(1 - p)$ . Учитывая, что в психологических исследованиях  $p=0,05$  является общепринятой границей принятия решений, нулевая гипотеза принимается в случае, если значение статистического критерия попадает в область  $p \in (0,05; 1]$ . В структурированной форме ошибки решения, допускаемые при проверке статистических гипотез, представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Ошибки решения при проверке статистических гипотез.

Решение		Правильность решение	
		$H_0$ – верна	$H_1$ – верна
Принятое решение	$H_0$ – не верна	<b><u>Ошибка первого рода</u></b>	Принимается верная гипотеза
	$H_1$ – не верна	Принимается верная гипотеза	<b><u>Ошибка второго рода</u></b>

*Независимые выборки исследования* – выборки, для которых процедура исследования и полученные результаты измерения некоторого свойства у испытуемых одной выборки не связаны с особенностями этого же исследования и результатов измерения этого же свойства у испытуемых другой выборки.

*Зависимые выборки исследования* – выборки, для которых процедура исследования и полученные результаты измерения некоторого свойства, проведенные на одной выборке, взаимосвязаны с другой выборкой. Результаты измерения на одной и той же группе испытуемых – до и после



некоторого существенного для исследования воздействия – являются зависимыми.

*Размер статистического эффекта* – количественная характеристика степени выраженности наблюдаемого в эксперименте эффекта или силы взаимосвязи изучаемых явлений. Отражает практическую (а не теоретическую) достоверность принятия гипотезы. Существуют разные подходы к расчёту величины эффекта в зависимости от выбранной методики статистической обработки результатов исследований.

Современные требования к научным публикациям предполагают представление информации не только о достоверности принятия гипотезы с использованием статистического критерия, но и сведения о мощности критерия и размере статистического эффекта (особенно в случаях больших, от 100-150 объектов, выборок исследования). Во многих научных психологических журналах содержится требование указания размера статистического эффекта вне зависимости от объема выборки. Так, например, на портале психологических изданий PsyJournals.ru Московского государственного психолого-педагогического университета авторам статей рекомендуется всегда сообщать данные о величине эффекта для оценки читателями масштаба и важности выводов исследования (Портал психологических изданий PsyJournals.ru, 2024). В Руководстве по публикациям Американской психологической ассоциации (АРА) также указывается на необходимость всегда указывать размер статистического эффекта (Cohen, 2003).

## ***1.2. Классификация задач психологических исследований***

Вследствие разнообразия задач психологических исследований целесообразна и их классификация. С точки зрения подбора наиболее адекватного решаемым задачам метода проверки статистических гипотез наиболее подходящим основанием классификации является содержание решаемых исследовательских задач. Такая классификация в соотношении с

рекомендуемыми для использования статистическими методами достаточно полно представлена в работе Сидоренко Е.В. (2002). К преимуществам этой классификации можно отнести систематизированность информации о спектре задач психологических исследований и алгоритмизированные рекомендации по подбору соответствующих статистических критериев. В данном практикуме представлена классификация, доработанная с учетом современных подходов к анализу данных психологических исследований (Таблица 3). Представлены классы задач, относящихся к одномерным методам анализа.

Таблица 3. Классы задач психологических исследований и рекомендуемые статистические методы для их решения.

<i>Класс задач</i>	<i>Рекомендуемые статистические методы</i>		<i>Индекс размера эффекта</i>
1. Сравнение значений в двух независимых выборках или группах данных	1.1. Параметрические	t-Student's критерий для независимых выборок (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1); T- Welch's критерий (Welch, 1947/2023).	d-Коэна (Cohen's); g-Хеджеса (Hedges'); δ-Гласса (Glasse's) (Кричевец, Корнеев, Рассказова, 2019; Корнеевков, Фанта, 2019).
	1.2. Непараметрические	Критерий U-Манна-Уитни (Mann-Whitney U test) (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1); Критерий λ-Колмогорова-Смирнова (Сидоренко, 2000); Критерий серий Вальда — Вольфовица (Wald-Wolfowitz runs test) (Wald, Wolfowitz, 1943)	г-рангово-биссерриальная корреляция по методу Х. Вендта (Wendt, 1972)
2. Сравнение значений в нескольких (более двух) независимых выборках или группах данных	2.1. Параметрические	Однофакторный дисперсионный анализ (по критерию F Фишера) (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1); Однофакторный дисперсионный анализ (по критерию Welch's) (Welch, 1951)	η <sup>2</sup> , частная η <sup>2</sup> , ω <sup>2</sup> - множественная корреляция (Кричевец, Корнеев, Рассказова, 2019).
	2.2. Непараметрические	H- Краскала-Уоллиса (Kruskal-Wallis test); медианный тест (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1).	η <sup>2</sup> , частная η <sup>2</sup> , ω <sup>2</sup> , -множественная корреляция; f Cohen's (Кричевец, Корнеев, Рассказова, 2019; Ruben Geert van den Berg, 2023)
3. Сравнение значений в двух зависимых выборках или	3.1. Параметрические	t-Student's критерий для зависимых выборок; (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1)	d-Коэна (Cohen's); g-Хеджеса (Hedges'); δ-Гласса (Glasse's) (Кричевец, Корнеев, Рассказова, 2019; Корнеевков, Фанта, 2019).

<i>Класс задач</i>	<i>Рекомендуемые статистические методы</i>		<i>Индекс размера эффекта</i>
группах данных	3.2. Непараметрические	Критерий Т-Вилкоксона для зависимых выборок (Wilcoxon Rank-Sum Test); критерий знаков (Sign Test for a Median) (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1).	г-рангово-биссерийальная корреляция по формуле простой разницы Д. Керби (Kerby, 2014)
4. Сравнение значений в нескольких (более двух) зависимых выборках или группах данных	4.1. Параметрические	Однофакторный дисперсионный анализ (по критерию F Фишера) (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1); Однофакторный дисперсионный анализ (по критерию Welch's); (Welch, 1951)	$\eta^2$ , частная $\eta^2$ , $\omega^2$ , -множественная корреляция; Cohen's f (Кричевец, Корнеев, Рассказова, 2019; Ruben Geert van den Berg, 2023)
	4.2. Непараметрические	критерий $\chi^2$ Фридмана (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1)	коэффициент конкордации W-Кендэла (Кендэл, 1975).
5. Сравнение категориальных данных	5.1. Независимые выборки	Точная вероятность Фишера (Fisher's exact test) (Сидоренко, 2002); Хи-квадрат Пирсона (Pearson's chi-squared test) (Сидоренко, 2002); критерий $\lambda$ -Колмогорова-Смирнова; критерий серий Вальда — Вольфовица	Коэффициент $\phi$ - среднеквадратичный Коэффициент $\phi$ ; V Крамера (Cramér's V) (Cramér, 1962); отношение шансов (odds ratio – OR) (Priyadarshi, Gautam, Gautam, 2020), г-рангово-биссерийальная корреляция (Баврина, 2021)
	5.2. Зависимые выборки	Критерий Мак Немара (McNemar's test) (Сидоренко, 2002).	
6. Сравнение распределений	с нормальным, равномерным распределениями	Биномиальный критерий (Сидоренко, 2002), критерий D Колмогорова-Смирнова; критерий Шапиро-Уилка (Shapiro–Wilk test) (Shapiro, Wilk, 1965); $\chi^2$ Пирсона (Pearson's chi-squared test)	
7. Оценка взаимосвязей	7.1. Параметрические для количественных данных	Коэффициент линейной корреляции Пирсона (Pearson's r) (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1)	Коэффициент детерминации $R^2$ (Кричевец, Корнеев, Рассказова, 2019)
	7.2. Непараметрические для количественных данных	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (Spearman's $\rho_r$ ); коэффициент корреляции $\tau$ Кендалла (Kendall's $\tau$ coefficient) (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1)	
	7.3. Непараметрические для категориальных данных	Коэффициент сопряженности признаков Пирсона (Сидоренко, 2002), коэффициент $\phi$ - среднеквадратичный коэффициент сопряженности, коэффициент ассоциации Юла (Yule's Q) (Ермолаев-Томин, 2023, ч.1).	Коэффициент $\phi$ ; V Крамера (Cramér's V) отношение шансов (odds ratio – OR) (Priyadarshi, Gautam, Gautam, 2020), г-рангово-биссерийальная корреляция (Баврина, 2021).

### ***1.3. Алгоритм проверки статистических гипотез в зависимости от задачи исследования***

1. Формулирование нулевой (и альтернативной при необходимости) гипотезы на основе теоретического анализа результатов имеющихся исследований изучаемой проблемы.
2. Определение задач исследования в зависимости от поставленной цели.
3. Соотнесение задач с классификацией в Таблице 3.
4. Получение данных исследования для проверки гипотез.
5. Подбор соответствующего статистического метода:
  - 5.1. Определение типа данных (категориальные, количественные);
    - 5.1.1. Если данные категориальные:
      - определение типа выборок для задач сравнения (зависимые, независимые);
      - выбор критерия в зависимости от класса задач и типа выборок;
    - 5.1.2. Если данные количественные:
      - определение типа выборок для задач сравнения (зависимые, независимые);
      - проверка нормальности распределения данных (по критериям, указанным в п. 6 Таблицы 3);
      - выбор параметрического критерия в случае нормальности распределения данных в двух выборках, непараметрического – в альтернативном случае (даже если нормальному распределению не отвечает только одна из выборок);
      - подбор критерия в зависимости от класса задач и типа выборок;
6. Расчет значения выбранного статистического критерия и соответствующего уровня статистической значимости в соответствии с формулой или алгоритмом расчета (см. ссылку на рекомендуемую литературу в Таблице 3).

7. Проверка, принимается или отвергается нулевая гипотеза в соответствии с правилом принятия нулевой гипотезы. Важным замечанием является то, что по результатам проверки статистической гипотезы невозможно сделать вывод о ее истинности или ложности. Вопрос об истинности нулевой гипотезы решается дополнительными (в том числе теоретическими) методами.
8. Расчет размер эффекта для соответствующего критерия (см. рекомендуемые индексы размера эффекта в Таблице 3).
9. Формулирование общего вывода о принятии (либо отвержении) нулевой гипотезы и его ограничений.

Блок-схема представленного алгоритма приведена в Приложении.

## **2. Практическое задание «Проверка достоверности статистической гипотезы по данным психологического исследования»**

*Цель работы:* формулирование статистической гипотезы и проверка ее достоверности по результатам психологического исследования.

*Задачи:*

1. Сформулировать статистические гипотезы по теме исследования.
2. Подобрать адекватный статистический критерий для проверки достоверности статистической гипотезы по имеющимся данным психологического исследования.
3. Провести первичную статистическую обработку данных (рассчитать описательную статистику).
4. Провести расчет статистического критерия, соответствующего уровня статистической значимости, размера статистического эффекта.
5. Проанализировать полученные результаты и сделать вывод о принятии (или отвержении) сформулированной гипотезы.

*Порядок выполнения:*

1. Ознакомиться с концепцией локуса контроля Дж. Роттера (Rotter. 1966). Провести поиск научной литературы по проблеме локуса контроля в сфере профессиональной деятельности (не менее 5 литературных источников: научные статьи, монографии и диссертации по психологии за последние 5 лет). Кратко сформулировать актуальность изучения данной проблемы в настоящее время.
2. Ознакомиться с методикой «Уровень субъективного контроля» (Бажин, Голынкина, Эткинд, 1984). Провести оценку уровня субъективного контроля с использованием данной методики у одного испытуемого. Обработать полученные данные, перевести в шкалу стенов. Результаты представить в форме краткого протокола исследования по форме, указанной в Таблице 4.

Таблица 4. Протокол исследования уровня субъективного контроля

Протокол исследования уровня субъективного контроля		
Дата исследования		
Ф.И.О. или код испытуемого		
Результаты исследования	Общий показатель интернальности (Ио)	
	Интернальность в сфере достижений (Ид)	
	Интернальность в сфере неудач (Ин)	
	Интервальность в сфере производственных отношений (Ип)	
	Интернальность в семейных отношениях (Ис)	
	Интернальность в межличностных отношениях (Им)	
	Интернальность в сфере здоровья (Из)	
Исследователь		

3. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезу о соотношении уровня субъективного контроля в двух профессиональных группах – группе инженеров-технологов и группе водителей железнодорожного транспорта.

4. Для проверки гипотезы воспользоваться имеющимися результатами исследования, представленными в Таблице 5.

Таблица 5. Уровень субъективного контроля инженеров-технологов ( $N_1=30$ ) и водителей железнодорожного транспорта ( $N_2=30$ ).

№	Ио	Ид	Ин	Ип	Ис	Им	Из
<i>Инженеры-технологи</i>							
1	7	9	5	8	5	6	7
2	6	7	8	8	5	8	2
3	5	7	4	7	5	7	5
4	3	4	3	3	3	6	4
5	5	6	2	6	2	5	6
6	2	5	3	2	3	9	3
7	4	6	5	2	6	6	4

№	Ию	Ид	Ин	Ип	Ис	Им	Из
8	8	10	8	7	7	8	6
9	4	4	4	4	4	5	6
10	5	6	4	6	5	6	8
11	2	5	2	1	5	6	4
12	3	6	1	3	3	7	7
13	6	7	6	9	4	7	5
14	8	8	8	8	7	7	6
15	7	6	6	9	5	6	9
16	3	4	1	3	3	2	5
17	9	10	9	10	5	10	6
18	4	7	4	6	3	5	2
19	7	8	6	8	4	8	6
20	7	5	7	7	6	3	5
21	8	10	8	10	5	9	8
22	6	9	6	8	5	6	4
23	5	6	6	5	3	8	5
24	6	8	7	8	5	7	7
25	6	7	5	7	4	7	5
26	3	3	2	5	3	3	5
27	5	6	5	3	7	7	4
28	6	5	6	5	6	8	6
29	6	7	7	4	7	8	5
30	7	9	7	9	6	5	6
<i>Водители железнодорожного транспорта</i>							
1	6	7	8	7	5	9	1
2	6	9	4	5	7	6	9
3	6	5	5	6	4	7	7
4	6	9	4	6	2	8	7
5	6	8	4	8	6	6	9
6	6	7	8	6	5	8	4
7	5	3	7	5	6	6	3
8	5	6	4	5	2	4	6
9	5	4	4	3	3	4	4
10	5	6	4	4	4	5	2
11	5	7	3	4	4	2	6



№	Ио	Ид	Ин	Ип	Ис	Им	Из
12	5	6	8	9	7	5	6
13	5	5	6	5	5	6	7
14	5	5	5	4	3	4	6
15	4	5	3	9	4	3	3
16	4	4	3	6	9	6	4
17	4	5	4	6	3	5	5
18	4	4	3	4	2	5	3
19	4	6	3	6	3	6	6
20	4	5	3	5	2	6	6
21	4	5	6	4	4	6	5
22	4	6	3	4	2	5	2
23	4	6	3	4	3	3	5
24	4	7	3	4	2	2	3
25	4	5	5	6	1	5	1
26	4	5	3	5	3	6	7
27	4	5	6	5	3	9	3
28	4	6	2	4	3	5	5
29	4	7	5	7	3	5	3
30	4	5	2	5	5	5	6

5. Подобрать адекватный задаче исследования и имеющимся данным статистический критерий для проверки нулевой и альтернативной гипотез.

5.1. Определить класс исследовательских задач из числа указанных в Таблице 3.

5.2. Определить, значения каких показателей будут сравниваться.

5.3. Проверить нормальность распределения данных по каждой шкале в каждой выборке. Для проверки нормальности распределения рекомендуется:

- построить гистограмму распределения частот для визуального определения типа распределения;
- использовать статистический критерий для сравнения с нормальным распределением (п. 6 Таблицы 1).

5.4. Сделать вывод о выборе статистического критерия для подтверждения гипотезы. Результат выполнения п. 4 представить по форме,

указанной в Таблице 6. Сделать необходимые пояснения к таблице с расшифровкой используемых обозначений.

Таблица 6. Подбор статистического критерия для проверки нулевой и альтернативной гипотез.

<i>Сравниваемые показатели</i>	<i>Группа</i>	<i>Вид данных (количественные/ категориальные)</i>	<i>Нормальность распределения (да/нет)</i>	<i>Статистический критерий</i>
	1			
	2			
...	...	...	...	...

б. Провести первичную статистическую обработку данных. Рассчитать по каждой шкале в каждой группе среднее арифметическое значение ( $M$ ), стандартное отклонение ( $SD$ ), моду ( $Mo$ ), медиану ( $Me$ ), асимметрию ( $As$ ), эксцесс ( $E_x$ ), доверительный интервал относительно среднего с надежностью 95% (верхнюю границу доверительного интервала (ВНДИ) и нижнюю (НГДИ)). Результат расчета оформить по форме, указанной в Таблице 7. Сделать необходимые пояснения к таблице с расшифровкой используемых обозначений.

Таблица 7. Описательная статистика.

<i>Показатель</i>	<i>Группа</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mo</i>	<i>Me</i>	<i>As</i>	<i>E<sub>x</sub></i>	<i>ВНДИ</i>	<i>НГДИ</i>
<b>Ио</b>	1								
	2								
<b>Ид</b>	1								
	2								
<b>Ин</b>	1								
	2								
<b>Ип</b>	1								
	2								
<b>Ис</b>	1								
	2								

<i>Показатель</i>	<i>Группа</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mo</i>	<i>Me</i>	<i>A<sub>s</sub></i>	<i>E<sub>x</sub></i>	<i>ВНДИ</i>	<i>НГДИ</i>
<b>Им</b>	1								
	2								
<b>Из</b>	1								
	2								

7. Рассчитать для каждой пары сравниваемых показателей значения статистического критерия, соответствующий уровень статистической значимости и размер эффекта, используя рекомендации, указанные в Таблице 3.

8. Провести анализ полученных результатов и сделать вывод о том, какая гипотеза (нулевая или альтернативная) принимается, а какая – отвергается в каждом случае. Результат выполнения п. 7 и п. 8 представить по форме, указанной в Таблице 8. Сделать необходимые пояснения к таблице с расшифровкой используемых обозначений.

Таблица 8. Статистический вывод

<i>Показатель</i>	<i>Значение критерия</i>	<i>Уровень статистической значимости</i>	<i>Размер эффекта</i>	<i>Вывод о принимаемой и отвергаемой гипотезе</i>
<b>Ио</b>				
<b>Ид</b>				
<b>Ин</b>				
<b>Ип</b>				
<b>Ис</b>				
<b>Им</b>				
<b>Из</b>				

9. Сформулировать общий вывод о принятии (либо отвержении) нулевой гипотезы и указать ограничения данного вывода.

*Рекомендуемые компьютерные программы для выполнения задания:*

- Microsoft Office Excel (версии 2007 и выше);
- IBM SPSS Statistics (версии 17 и выше);
- Statistica StatSoft (версии 6.0 и выше);
- Jamovi (версии 1.6.23 и выше).

*Форма отчетности:*

Отчет о выполнении практического задания оформляется в электронном виде и включает в себя:

1. Титульный лист, включающий: дату выполнения работы, название практической работы, ФИО выполнившего работу, направление подготовки, номер курса и номер группы.
2. Описание целей и задач работы.
3. Краткую формулировку актуальности изучения локуса контроля применительно к профессиональной деятельности в настоящее время.
4. Протокол оценки уровня субъективного контроля одного испытуемого (Таблица 4).
5. Формулировки нулевой и альтернативной гипотезы о соотношении уровня субъективного контроля в двух профессиональных группах – группе инженеров-технологов и группе водителей железнодорожного транспорта.
6. Таблицу исходных данных (Таблица 5).
7. Результат подбора статистического критерия для проверки гипотез (Таблица 6).
8. Описательные статистики по показателям каждой выборки исследования (Таблица 7).
9. Результаты расчета статистических критериев, уровней статистической значимости, размеров эффекта и выводы о принятии либо отвержении сформулированных гипотез (Таблица 8).
10. Общий вывод (заключение) о принятии (либо отвержении) нулевой гипотезы, ограничения данного вывода с учетом размера эффекта.

## 6. Задания и вопросы для самостоятельной работы

*Цель:* закрепление материала по теме «Проверка статистических гипотез».

*Порядок выполнения:*

1. Письменно выполнить предложенные задания:
  - 1.1. Привести пример нулевой и альтернативной статистической гипотезы.
  - 1.2. Привести пример направленной и ненаправленной статистической гипотезы.
  - 1.3. Составить алгоритм расчета параметрического критерия t-Стьюдента для оценки различий выраженности психологического признака в двух выборках.
  - 1.4. Привести пример задачи исследования взаимосвязей двух психологических переменных.
  - 1.5. Перечислить основные методы статистической обработки данных исследования, представленных в номинативной измерительной шкале.
2. Прочитать вопросы и выбрать верный вариант ответа:
  - 2.1. Предположение о том, что две группы испытуемых значительно различаются по исследуемому признаку – мотивационной направленности, называется:
    - А) альтернативной гипотезой;
    - Б) нулевой гипотезой.
  - 2.2. Предположение о том, что в экспериментальной группе после специальных занятий произойдет увеличение объема воспроизведения предъявляемых слов по сравнению с контрольной группой, не принимавшей участия в занятиях, называется:
    - А) направленной гипотезой;
    - Б) ненаправленной гипотезой.
  - 2.3. Задачи выявления различий в уровне исследуемого признака в двух независимых группах могут быть решены с использованием критерия:

- А)  $G$  – критерия знаков;
- Б)  $L$  – критерия тенденций Пейджа;
- В)  $\lambda$  – критерия Колмогорова-Смирнова;
- Г)  $U$  – критерия Манна-Уитни;
- Д) все ответы верны.

2.4. Уровень статистической значимости при прочих равных условиях выше (значение  $p$ -уровня меньше), если:

- А) величина связи (различия) больше;
- Б) изменчивость признака (признаков) меньше;
- В) объем выборки (выборок) больше;
- Г) все ответы верны.

2.5. При исследовании связи индивидуальных показателей готовности к школе до начала обучения 20 первоклассников и их средней успеваемостью в конце учебного года было получено значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена  $r=0,58$ . Как классифицировать полученную связь:

- А) незначимая корреляция;
- Б) значимая корреляция,  $p \leq 0,05$ ;
- В) высокая значимая корреляция,  $p \leq 0,01$ .

*Форма отчетности:*

Выполненные задания и ответы на вопросы оформляются в электронном виде в свободной форме.

## Литература

1. Баврина, А. П. Современные правила применения корреляционного анализа / А. П. Баврина, И. Б. Борисов // Медицинский альманах. 2021. № 3(68). С. 70-79.
2. Бажин, Е.Ф., Голынкина, Е.А., Эткинд, А.М. Метод исследования уровня субъективного контроля // Психологический журнал. 1984. Т. 5. № 3. С. 152-162.
3. Ермолаев-Томин, О.Ю. Математические методы в психологии в 2 ч. Часть 1.: учебник. М: Юрайт, 2023. (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-04325-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт".
4. Кендэл, М. Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975.
5. Корнеенков, А.А., Фанта, И.В. Оценка размера эффекта клинического воздействия в оториноларингологии // Российская оториноларингология. 2020. № 19(2). С. 2–50. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-2-42-50/>
6. Кричевец, А.Н., Корнеев А.А., Рассказова Е.И. Основы статистики для психологов. М.: Акрополь, 2019.
7. Портал психологических изданий PsyJournals.ru [электронный ресурс]. – URL: <https://psyjournals.ru/> (дата обращения: 01.10.2024).
8. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии. СПб. Изд-во ООО «Речь». 2002. 350 с.
9. Суходольский, Г.В. Статистические гипотезы в психологии // Образовательные технологии, 2013. № 1. С. 45-53 [электронный ресурс]. URL: <https://iedtech.ru/files/journal/2013/1/sukhodolskiy.pdf> (дата обращения: 12.10.2024).
10. Cohen, J. A power primer. Washington, DC: American Psychological Association. 2003.
11. Cramer, H. Mathematical Methods of Statistics // Asis Publishing House, 1962. 590 p.

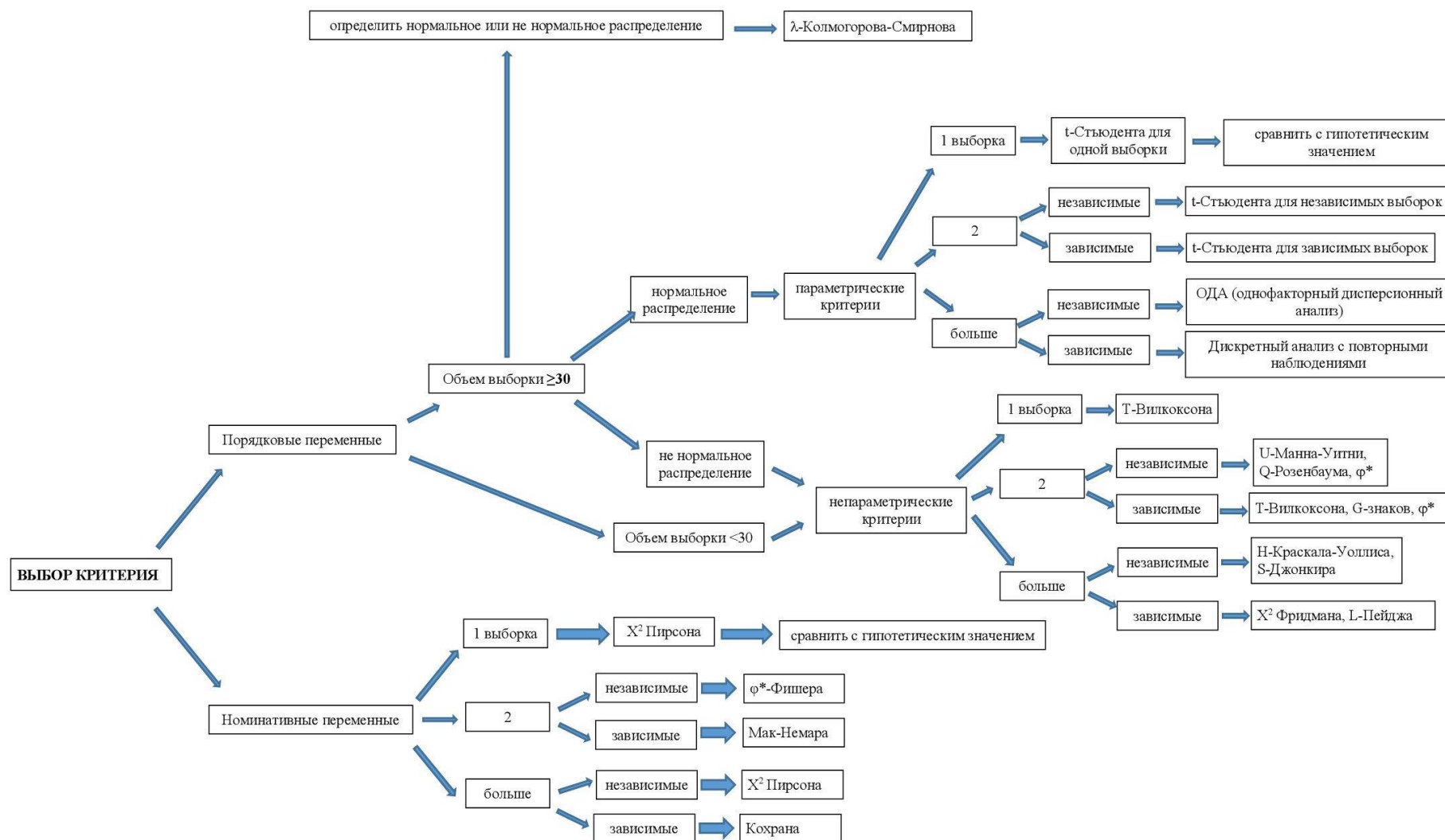
12. Kerby, D.S. The simple difference formula: An approach to teaching nonparametric correlation. *Innovative Teaching*, 2014. No 3(1). Date Views 17.05.2016. DOI: 10.2466/11.IT.3.1.
13. Priyadarshi, A., Gautam, A., Gautam, A. Odds Ratio. In: Vonk, J., Shackelford, T. (eds) *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*. Springer, Cham, 2020. Pp. 1-4. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6\\_185-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6_185-1).
14. Rotter, J. B. Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs: General and Applied*, 1966. Vol. 80, № 1, pp. 1–28. <https://doi.org/10.1037/h0092976>
15. Ruben Geert van den Berg. Basics & statistics a-z. URL: <https://www.spss-tutorials.com/anova/> (date of application 2024/10/12).
16. Shapiro, S. S., Wilk, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, Vol. 52, No. 3/4, 1965, pp. 591–611. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/2333709>.
17. Thompson, B. Overview of Traditional Classical Statistical Approaches. *The Oxford Handbook of Quantitative Methods. Volume 2: Statistical Analysis*, New York: Oxford University Press, 2013. pp: 7-25.
18. Vargha András; Delaney Harold D. A Critique and Improvement of the CL Common Language Effect Size Statistics of McGraw and Wong" // *Journal of Educational and Behavioral Statistics*. 2000. No 25(2). Pp. 101–132. doi:10.3102/10769986025002101. S2CID 120137017.
19. Wald, A., Wolfowitz, J. An exact test for randomness in the non- parametric case based on serial correlation. *Ann. Math. Statist.*, 1943. Vol. 14, p. 378-388.
20. Welch, B.L. On the Comparison of Several Mean Values: An Alternative Approach. *Biometrika*, 1951. No 38. pp. 330-336. <http://dx.doi.org/10.1093/biomet/38.3-4.330>.
21. Welch, B. L. The Generalization of 'Student's' Problem When Several Different Population Variances Are Involved // *Biometrika*, Vol. 34, No 1/2,



1947, pp. 28–35. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/2332510>. Accessed 8 July 2023.

22. Wendt, H. W. Dealing with a common problem in Social science: A simplified rank-biserial coefficient of correlation based on the U statistic. *European Journal of Social Psychology*, 1972. No 2(4). pp. 463-465.

Блок-схема алгоритма проверки статистических гипотез в зависимости от задачи исследования



Анна Юрьевна **Акимова**  
Ирина Анатольевна **Сибирякова**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ПСИХОЛОГИИ.**

**Проверка статистических гипотез: практикум**

*Учебно-методическое пособие*

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского»  
603022, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.