

§ 5. Параметрические критерии сравнения выборок

Цель темы: раскрыть содержание основных понятий и процедуры использования параметрических критериев при проведении психологического исследования.

Задачи темы:

- знакомство с основными параметрическими критериями;
- анализ особенностей применения и процедуры подсчета параметрических критериев;
- освоение пошаговой процедуры подсчета параметрических критериев.

Теоретическое описание

Параметрические критерии. 1. Методы сравнения двух выборок по признаку, измеренному в метрической шкале. Распределение признака в выборке приблизительно соответствует нормальному виду [5. С. 163-164]. 2. Построены на основании параметров данной совокупности (например, \bar{x} и s^2_x) и представляющие функции этих параметров; служат для проверки гипотез о параметрах совокупностей, распределяемых по нормальному закону [3. С. 112].

Независимые выборки. 1. Выборки, которые характеризуются тем, что вероятность отбора любого испытуемого одной выборки не зависит от отбора любого из испытуемых другой выборки [5. С. 22]. 2. Допущение независимости предполагает, что представители двух выборок не составляют пары коррелирующих значений признака [5. С. 165].

Зависимые выборки. 1. Выборки, характеризующиеся тем, что каждому испытуемому одной выборки поставлен в соответствие по определенному критерию испытуемый из другой выборки [5. С. 22]. 2. Допущение зависимости чаще всего означает, что признак измерен на одной и той же выборке дважды, например, до воздействия и после него. Более слабые виды зависимости выборок: выборка 1 – мужья, выборка 2 – их жены; выборка 1 – годовалые дети, выборка 2 – близнецы детей выборки [5. С. 167].

Критерий t Стьюдента (t , t_{st} ; критерий Стьюдента; Student's t-test). Критерий для определения статистической значимости различий двух средних значений [5. С. 372].

Одновыборочный критерий t Стьюдента (t , t_{st} ; критерий Стьюдента). 1. Параметрический критерий, позволяющий проверить гипотезу о том, что среднее значение изучаемого признака отличается от некоторого известного значения [5. С. 164]. 2. Критерий, предназначенных для сравнения среднего значения распределения переменной с некоторой эталонной величиной [5. с. 373].

Критерий t Стьюдента для независимых выборок (t , t_{st} ; критерий Стьюдента). Параметрический критерий, позволяющий проверить гипотезу о том, что средние значения двух совокупностей, из которых извлечены сравниваемые независимые выборки, отличаются друг от друга [5. С. 165].

Критерий t Стьюдента для зависимых выборок (t , t_{st} ; критерий Стьюдента). Параметрический критерий, позволяющий проверить гипотезу о том, что средние значения двух совокупностей, из которых извлечены сравниваемые зависимые выборки, отличаются друг от друга [5. С. 167].

Исследовательские задачи:

Одновыборочный критерий t Стьюдента:

- сравнение уровня IQ у студентов 1 курса со стандартным $M_x=100$ (тест *David Wechsler (WAIS)*);
- сравнение уровня экстраверсии/интроверсии у подростков со стандартным средним значением $M_x=12$ (тест *Hans J. Eysenck*).

Критерий t Стьюдента для независимых выборок:

- сравнение уровня агрессивности подростков из полной и неполной семьи (опросник *Arnold H. Buss, Ann Durkee*);
- сравнение уровня эмоционального выгорания у студентов 1 и 4 курса (опросник *В.В. Бойко*).

Критерий t Стьюдента для зависимых выборок:

- сравнение уровня эмоциональной устойчивости у педагогов со стажем <5 и >15 лет (тест *Hans J. Eysenck*);
- сравнение выраженности стратегии поведения в конфликте «соперничество» у работников торговой сферы до и после тренинга (опросник *K. Thomas*).

Требования к выборке:

- *объем выборки исследования:*
 - при использовании одновыборочного критерия $t \geq 30$;
 - при использовании t для зависимых и независимых выборок $n_1 \geq 30$ и $n_2 \geq 30$;
- *распределение:* должно соответствовать нормальному виду.

ПОШАГОВОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ

Файл-пример: SPSS Параметрические критерии.sav

Откройте файл **SPSS Параметрические критерии.sav** в программе IBM SPSS Statistics 19.

В файле представлены результаты диагностики черт личности школьников с разным уровнем успеваемости (методика 16 PF Кеттелла; $n=98$).

В анализе участвуют следующие переменные:

| | |
|-----------------------|---|
| пол : | 1 – женский, 2 – мужской; |
| класс : | 1 – 9 класс, 2 – 10 класс, 3 – 11 класс; |
| Агруппа : | 1 – неуспевающие, 2 – среднеуспевающие, 3 – успевающие; |
| А_до : | общительность до проведения тренинга; |
| В : | интеллект; |
| С_до : | эмоциональная устойчивость до проведения тренинга; |
| А_после : | общительности после проведения тренинга; |
| С_после : | эмоциональная устойчивость после проведения тренинга; |
| успеваемость : | академическая успеваемость. |

I. Критерий t Стьюдента для одной выборки

Выполните следующий порядок действий:

Шаг 1 На панели инструментов выберите меню **Анализ→Сравнение средних→Одновыборочный t-критерий**.

Шаг 2 В меню **Одновыборочный T-критерий** (рис. 19) перенесите из левого окна переменную **успеваемость** в окно **Проверяемые переменные** .

Шаг 3 В ячейке **Проверяемое значение**: введите цифру **4** и нажмите **ОК**.

Таким образом, полученное в исследовании M_x успеваемости сравнивается с заданным стандартным значением $M_x = 4$ балла.

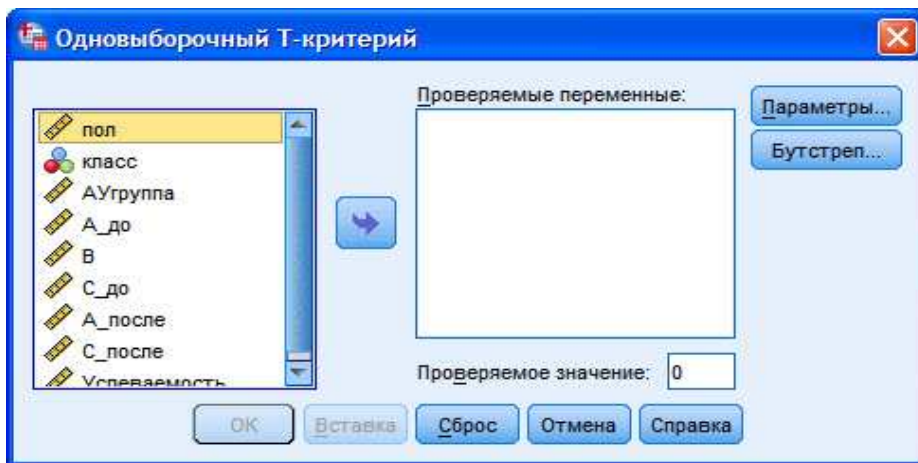


Рис. 19. Меню Одновыборочный Т-критерий

ОПИСАНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

1) В открывшемся окне **Вывод** представлены результаты сравнения эмпирического уровня успеваемости с заданным стандартным уровнем.

Описанию и интерпретации подлежит таблица под заголовком **Одновыборочный t-критерий** (см. ниже):

- в столбце **t** – значение критерия t ,
- в столбце **Значимость (2-сторонняя)** – уровень значимости различий p .

Одновыборочный t-критерий

| | Проверяемое значение = 4 | | | | | |
|--------------|--------------------------|--------|--------------------------|------------------|---|-----------------|
| | t | ст.св. | Значимость (2-сторонняя) | Разность средних | 95% доверительный интервал разности средних | |
| | | | | | Нижняя граница | Верхняя граница |
| Успеваемость | -2,996 | 97 | ,003 | -,1959 | -,326 | -,066 |

2) Так как целью использования **одновыборочного критерия t** является установление значимости различий между стандартным и эмпирическим значениями, при интерпретации результатов необходимо, в первую очередь, обратиться к показателю p -уровня:

- если p -уровень $\leq 0,05$, то различия между эмпирическим и стандартным значениями являются статистически значимыми;
- если p -уровень $> 0,05$, то различия между эмпирическим и стандартным значениями являются статистически не значимыми.

3) После установления уровня значимости различий необходимо определить направление различий – эмпирическое значение больше или меньше стандартного:

- если перед значением **t-критерия** стоит знак «-» (в нашем примере $t = -2,996$), то эмпирическое значение ниже уровня стандартного значения;
- если перед значением **t-критерия** стоит знак «+», то эмпирическое значение выше уровня стандартного значения.

4) В нашем примере результат подсчета следующий:

так как значение p -уровня $\leq 0,05$, а значение **t-критерия** = -2,996, следует сделать вывод о том, что уровень успеваемости в старших классах статистически значимо ниже заданного стандартного уровня в 4 балла.

II. Критерий t Стьюдента для независимых выборок

Выполните следующий порядок действий:

Шаг 1 На панели инструментов выберите меню **Анализ**→**Сравнение средних**→**Т-критерий для независимых выборок**.

Шаг 2 В меню **Т-критерий для независимых выборок** (рис. 20) перенесите из левого окна переменные **А_до**, **В** и **С_до** в окно **Проверяемые переменные:** .

Шаг 3 В открытом меню **Т-критерий для независимых выборок** перенесите из левого окна переменную **пол** в окно **Группировать по:** и выберите команду **Задать группы**.

Шаг 4 В открытом меню **Задать группы** (рис. 21) в ячейке **Группа 1:** установите число 1, в ячейке **Группа 2** установите число 2. Нажмите **Продолжить** и **ОК**.

Таким образом в меню **Задать группы** была определена градация выборки по полу.

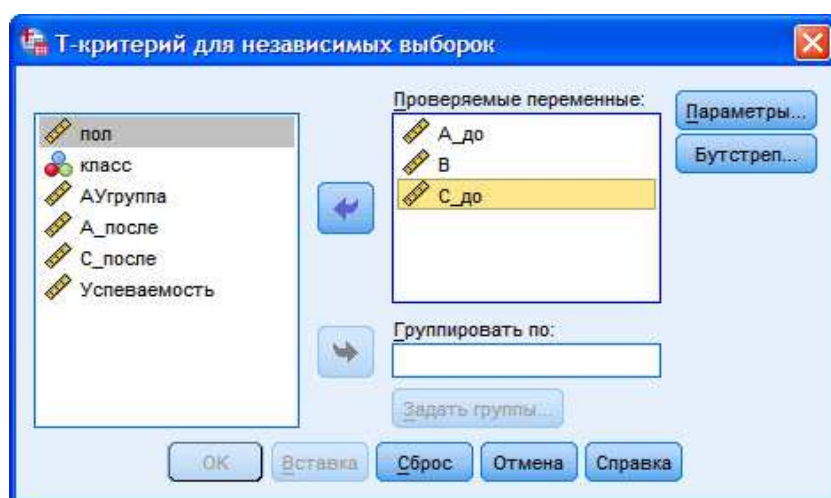


Рис. 20. Меню Т-критерий для независимых выборок

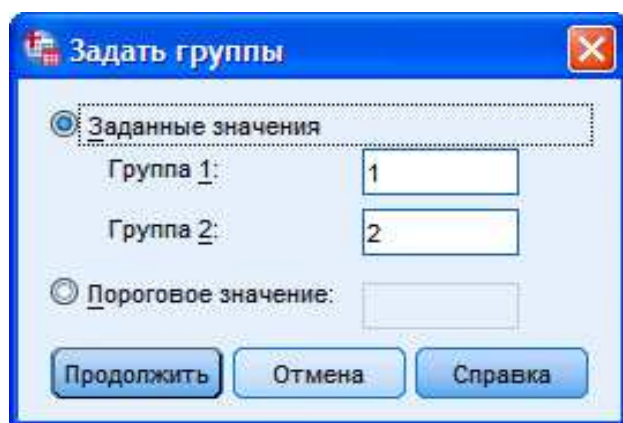


Рис. 21. Меню Задать группы

ОПИСАНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

1) В открывшемся окне **Вывод** представлены результаты сравнения уровня выраженности черт личности учащихся женского и мужского пола до тренинга (переменные **А_до** и **С_до**), а также уровня выраженности черты **В** (интеллект).

Описанию и интерпретации подлежит таблица под заголовком **Критерий для независимых выборок** (см. ниже):

- в столбце **t** – значение критерия **t**,
- в столбце **Значимость (2-сторонняя)** – уровень значимости различий **p**.

Критерий для независимых выборок

| | | Критерий равенства дисперсий Ливиня | | t-критерий равенства средних | | |
|------|---------------------------------------|-------------------------------------|------|------------------------------|--------|--------------------------|
| | | F | Знч. | t | ст.св. | Значимость (2-сторонняя) |
| А_до | Предполагается равенство дисперсий | ,051 | ,822 | ,375 | 96 | ,709 |
| | Равенство дисперсий не предполагается | | | ,374 | 95,129 | ,709 |
| В | Предполагается равенство дисперсий | ,000 | ,996 | -,644 | 96 | ,521 |
| | Равенство дисперсий не предполагается | | | -,645 | 95,994 | ,521 |
| С_до | Предполагается равенство дисперсий | ,050 | ,823 | -1,328 | 96 | ,187 |
| | Равенство дисперсий не предполагается | | | -1,327 | 95,435 | ,188 |

2) Перед тем, как приступить к интерпретации результатов использования **t-критерия**, необходимо выбрать тип **t-критерия**. Основой для типологии выступает наличие или отсутствие равенства дисперсий двух сравниваемых распределений значений (см. строки таблицы **Предполагается равенство дисперсий** и **Равенство дисперсий не предполагается**):

- если **p-уровень критерия Ливиня** $\leq 0,05$ (столбец **Знч.** группы столбцов **Критерий равенства дисперсий Ливиня**), то дисперсии сравниваемых распределений значений статистически достоверно различаются, и принимается решение о выборе второго типа **t-критерия** – в строке **Равенство дисперсий не предполагается**;
- если **p-уровень критерия Ливиня** $> 0,05$ (как в нашем примере – $p=0,822$, то есть $p > 0,05$), то дисперсии сравниваемых распределений значений статистически достоверно не различаются, и принимается решение о выборе первого типа **t-критерия** – в строке **Предполагается равенство дисперсий**.

3) Выбрав тип **t-критерия**, можно сделать вывод о значимости различий между сравниваемыми выборками:

- если **p-уровень** $\leq 0,05$, то различия между выборками являются статистически значимыми;
- если **p-уровень** $> 0,05$, то различия между выборками являются статистически не значимыми.

4) После установления уровня значимости различий необходимо определить направление различий – уровень выраженности в какой из сравниваемых групп выше и ниже. Порядок определения направления различий идентичен тому, что был описан в отношении **t-критерия Стьюдента для одной выборки**.

5) В нашем примере результат подсчета следующий:

- для переменной **А_до** : так как **p-уровень критерия Ливиня** $> 0,05$, нами был выбран тот тип **t-критерия**, для которого предполагается равенство дисперсий. В нашем примере **p-уровень t-критерия** $> 0,05$, поэтому статистически значимых различий между женской и мужской выборкой в уровне выраженности черты **А_до** нет. Можно говорить лишь о незначительно большем уровне выраженности черты **А_до** в женской выборке, так как значение **t-критерия** $= 0,375$ (т.к. знак положительный);
- логика и порядок описания результатов использования **t-критерия** для переменных **В** и **С_до** идентичны приведенному примеру для переменной **А_до**.

III. Критерий t Стьюдента для зависимых выборок

Выполните следующий порядок действий:

Шаг 1 На панели инструментов выберите меню **Анализ**→**Сравнение средних**→**t-критерий для парных выборок**.

Шаг 2 В меню **Т-критерий для парных выборок** (рис. 22) перенесите из левого окна поочередно переменные **А_до** и **А_после** в окно **Парные переменные:**.
 В окне **Парные переменные:** должна быть сформирована Пара, состоящая из переменных [А_до] и [А_после]. Далее нажмите **ОК**.

Количество пар, которые программа может одновременно сравнить, больше 50-ти.

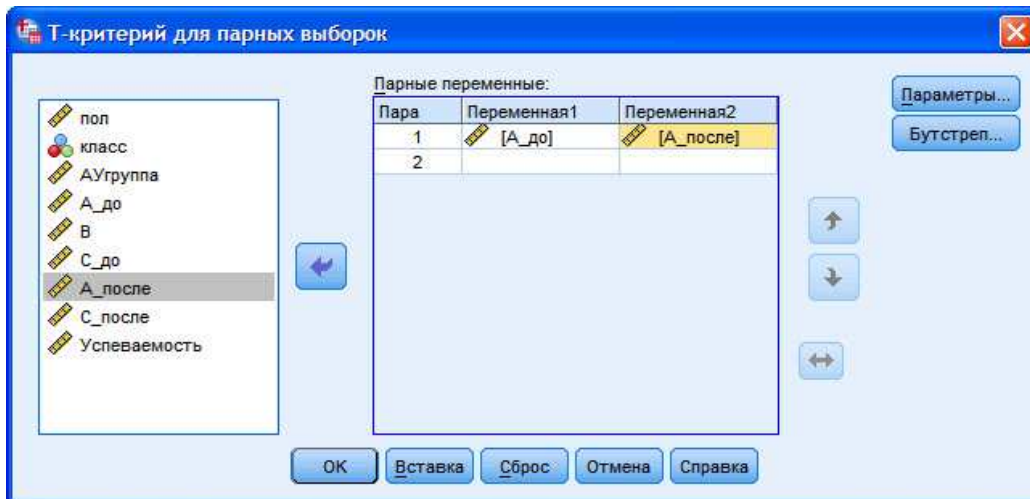


Рис. 22. Меню Т-критерий для парных выборок

ОПИСАНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

1) В открывшемся окне **Вывод** представлены результаты сравнения уровня выраженности черты **А** до и после тренинга.

Описанию и интерпретации подлежит таблица под заголовком **Критерий парных выборок** (см. ниже):

- в столбце **t** – значение критерия **t**,
- в столбце **Значимость (2-сторонняя)** – уровень значимости различий **p**).

Для удобства восприятия и работы с таблицей она была отредактирована – удалены не существенные для описания результатов показатели.

| Критерий парных выборок | | | | |
|-------------------------|----------------|--------|--------|--------------------------|
| | | t | ст.св. | Значимость (2-сторонняя) |
| Пара 1 | А_до – А_после | -2,184 | 97 | ,031 |

2) Порядок и логика описания и интерпретации результатов подсчета **t-критерия** аналогичны тому, как это производилось в отношении двух предыдущих **t-критериев**.

3) В нашем примере результат анализа следующий:

- так как значение **p**-уровня $\leq 0,05$, можно сделать вывод о статистически значимых различиях в уровне выраженности черты **А** до и после тренинга;
- учитывая, что значение **t-критерия** отрицательное = -2,184, можно говорить о статистически значимом росте значений черты **А** после проведения тренинга; то есть проведенный тренинг оказался эффективным.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1.

Файл-пример: SPSS Параметрические критерии.sav

Откройте файл **SPSS Параметрические критерии.sav** в программе IBM SPSS Statistics 19.

- 1) Определите влияние тренинга на уровень выраженности черты **С** (переменная **С_после**), выбрав в качестве стандартного уровень выраженности 7 баллов.
- 2) Опишите и проинтерпретируйте полученный результат исходя из рассмотренного в параграфе способа анализа данных.

Задание 2.

Файл-пример: SPSS Параметрические критерии.sav

Откройте файл **SPSS Параметрические критерии.sav** в программе IBM SPSS Statistics 19.

- 1) Сравните уровень выраженности черт **А**, **С** и **академической успеваемости** в выборках учащихся 10 и 11 класса после проведения тренинга (переменные **А_после**, **С_после**, **АУ**).
- 2) Перед началом выполнения процедуры анализа примите решение о типе сравниваемых выборок – зависимые или независимые.
- 3) Опишите и проинтерпретируйте полученный результат исходя из рассмотренного в параграфе способа анализа данных.

Задание 3.

Файл-пример: SPSS Параметрические критерии.sav

Откройте файл **SPSS Параметрические критерии.sav** в программе IBM SPSS Statistics 19.

- 1) Сравните уровень выраженности черт **А** и **С** до и после тренинга.
- 2) Перед началом выполнения процедуры анализа примите решение о типе сравниваемых выборок – зависимые или независимые.
- 3) Опишите и проинтерпретируйте полученный результат исходя из рассмотренного в параграфе способа анализа данных.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОЦЕДУР АНАЛИЗА

1) Условия выбора критериев.

Перед началом статистического анализа данных необходимо помнить два главных условия, определяющих выбор параметрических или непараметрических критериев: объем выборки и нормальность распределения:

- а) если объем выборки $n \geq 30$, а распределение значений соответствует нормальному, принимается решение о выборе параметрических критериев;
- б) если объем выборки $n \geq 30$, а распределение значений не соответствует нормальному, то принимается решение о выборе непараметрических критериев;
- в) если объем выборки $n < 30$, то можно не проверять распределение на нормальность и переходить к использованию непараметрических критериев.

2) Параметрические и непараметрические критерии.

При описании и интерпретации результатов, полученных в ходе использования того или иного параметрического или непараметрического критерия, важно учитывать одно из наиболее существенных различий между ними: параметрические критерии более чувствительны к различиям между сравниваемыми выборками, так как сравниваются средние значения, а не дисперсии, ранги, серии и т.п.

3) Зависимые и независимые выборки.

Выбирая тип критерия, используемого для сравнения зависимых или независимых выборок, необходимо учитывать условия зависимости/независимости выборок:

- а) можно логически определить к какому типу относятся выборки – например:
 - если сравниваются представители одной и той же социальной, учебной, профессиональной и т.п. группы, которые находятся в постоянном взаимодействии друг с другом (девочки и мальчики в

классе, работники с разным стажем работы в одном учреждении, супруги, дети и т.п.), то выборки являются зависимыми;

- если сравниваются представители разных групп, в ограниченном объеме взаимодействующие друг с другом (ученики разных классов, учителя и врачи, дети из полных и неполных семей и т.п.), то выборки являются независимыми;

б) если нет возможности однозначно определить степень зависимости сравниваемых групп, то следует использовать методы корреляционного анализа (подробнее см. § 8):

- если между сравниваемыми выборками наблюдается высокая положительная корреляция, то выборки являются зависимыми;

- если между сравниваемыми выборками уровень корреляции ниже или равен среднему ($r \leq 0,69$), то выборки являются независимыми.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

1. Афанасьев, В. В. Теория вероятностей [Текст] / В. В. Афанасьев. – М.: ВЛАДОС, 2007. – 350 с.
2. Бурлачук, Л. Ф. Словарь-справочник по психодиагностике [Текст] / Л. Ф. Бурлачук, С. М. Морозов. – СПб.: Питер, 2001. – 528 с.
3. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] / Г. Ф. Лакин; изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
4. Математическая энциклопедия [Текст] / гл. ред. И. М. Виноградов; в 5 тт. – М.: Советская энциклопедия, 1977-1985.
5. Наследов, А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных [Текст] / А. Д. Наследов. – СПб.: Речь, 2004. – 392 с.
6. Наследов, А. Д. SPSS 19. Профессиональный статистический анализ данных [Текст] / А. Д. Наследов. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.
7. Сидоренко, Е. В. Методы математической обработки в психологии [Текст] / Е. В. Сидоренко. – СПб.: Речь, 2007. – 350 с.