

Семинар 3. SPSS

Сравнение средних

Арина Кузьмичева

ТГ – @fevrier_rin

Почта – adkuzmicheva@hse.ru

Сравнение средних

- Один из наиболее часто применяемых методов статистического анализа
- Позволяет выявить, различия средних значений обусловлено статистическими колебаниями или нет. В последнем случае – это статистически значимое различие.

Т-тест и его виды

Т-тест



1. t-критерий для независимых выборок

- Сравниваем среднее одной переменной в двух группах



2. t-критерий для парных выборок

- Сравниваем среднее нескольких переменных одной группы между собой



3. Одновыборочный t-критерий

- Сравниваем среднее одной переменной группы с «эталонным» значением

T-тест и для чего он нужен?

Пример 1.

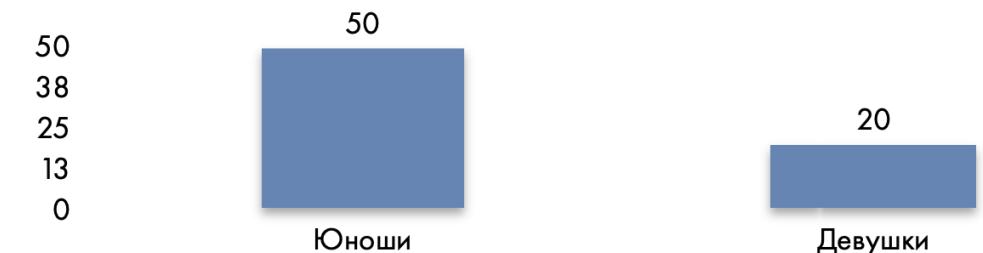
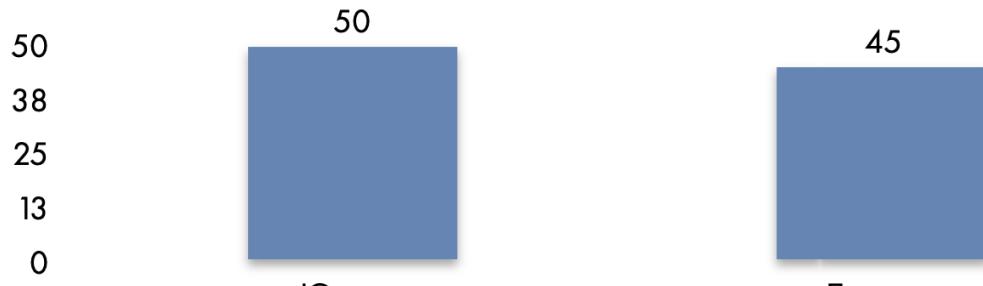
Задача: Определить, одинакова ли успеваемость юношей и девушек, обучающихся на 3-м курсе факультета социальных наук.

Под успеваемостью будем понимать место в рейтинге.

1. Рассчитаем среднее место в рейтинге среди юношей
2. Рассчитаем среднее место в рейтинге среди девушек
3. Сравним полученные средние места в рейтинге среди юношей и девушек

Могло получиться

Среднее место в рейтинге



Средние равны = успеваемость девушек и юношей, в среднем, одинакова. Пол на успеваемость не влияет.

Средние различны. Но где найденные различия в средних статистически значимы?

Т-тест и для чего он нужен?

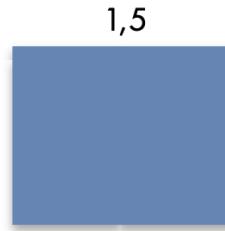
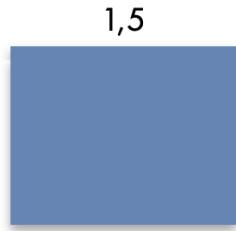
Пример 2.

Задача: Определить, одинаковы ли предпочтения студентов 3-го курса факультета социальных наук в области жанров компьютерных игр. Однаково ли время, затрачиваемое студентами на симуляторы и РПГ?

1. Рассчитаем среднее время, затрачиваемое на симуляторы
2. Рассчитаем среднее время, затрачиваемое на РПГ
3. Сравним полученные средние показатели времени

Могло получиться

Среднее количество часов , затрачиваемое
в день на игру в :



Средние равны=время игры в оба жанра, в среднем,
одинаково=предпочтения одинаковы

Средние различны. Но где различия в
средних статистически значимы?

T-тест и для чего он нужен?

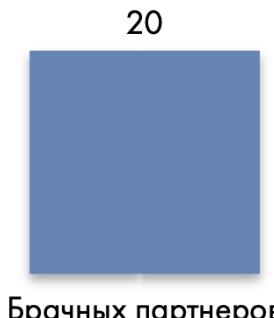
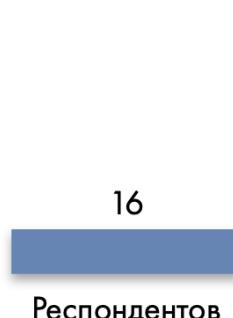
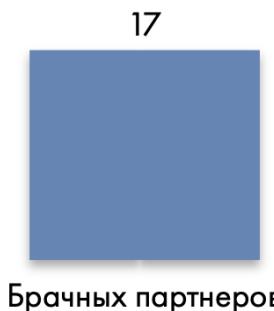
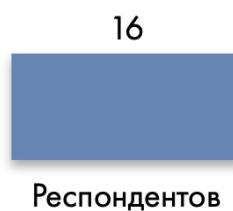
Пример 3.

Задача: Понять, создают ли россияне семьи с людьми одинакового образовательного уровня или нет?

1. Рассчитаем среднее количество лет обучения для опрошенных россиян
2. Рассчитаем среднее количество лет обучения брачных партнеров этих респондентов
3. Сравним полученное среднее количество лет обучения среди респондентов и их брачных партнеров

Могло получиться

Среднее количество лет обучения среди:



Средние равны=образование
респондентов и их брачных
партнеров, в среднем, одинаково

Средние различны. Но где различия в
средних статистически значимы?

Т-тест и для чего он нужен?

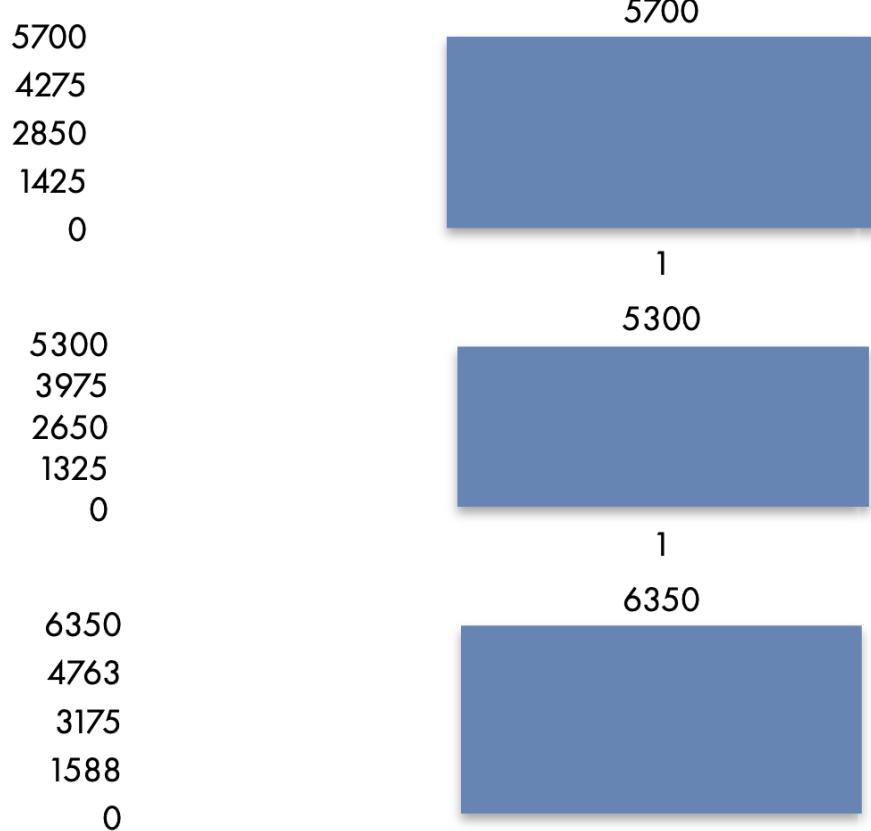
Пример 4.

Задача: В 2012 г. средняя стоимость обучения на бакалаврской программе по социологии в США составляла \$5700. Изменилась ли стоимость обучения в колледже в 2013 г. по сравнению с 2012 г.?

1. Рассчитаем среднюю стоимость обучения на бакалаврских программах в 2013 г.
2. Сравним полученную среднюю стоимость обучения в 2013 г. с известной стоимостью обучения в 2012 г. (\$5700)

Могло получиться

Средняя стоимость обучения на бакалаврской программе в США в 2013



Средние стоимости в точности совпали = стоимость обучения в 2013 году не изменилась по сравнению с 2012

Средние стоимость обучения в 2013 году не совпадает с 2012 годом. Но где различия в средних статистически значимы?

**Являются ли найденные по выборке
различия между двумя средними
значениями статистически
значимыми?**

Выбор критерия

1. Определяем, выборки являются зависимыми или независимыми
2. Затем В СЛУЧАЕ НЕЗАВИСИМЫХ ВЫБОРОК выбор критерия зависит от того:
 - Известны ли для обеих групп значения дисперсии рассматриваемого интервального признака
 - Соотношение дисперсий интервального признака в группах. В ситуации равенства и не равенства дисперсий используются разные формулы для расчета

Определение независимых выборок

Выборки называются независимыми, если процедура отбора единиц в первую выборку никак не связана с процедурой отбора единиц во вторую выборку

- Мужчины и женщины
- Студенты разных факультетов
- Работники разных предприятий

Определение зависимых выборок

Выборки называются зависимыми (парными, связанными), если каждый объект из одной выборки «привязывается» к определенному объекту во второй выборке.

Вариант 1:

- Респонденты и их брачные партнеры
- Дети и их родители
- Школьники и их учителя

Сравнивается среднее значение ОДНОГО И ТОГО ЖЕ признака для двух групп объектов, связанных между собой

Определение зависимых выборок

Вариант 2:

- Студенты 3-го курса ОП «Политология» НИУ ВШЭ в 1-ом модуле и они же во 2-ом модуле
- Работники предприятия ДО и ПОСЛЕ введения новой системы оплаты труда

Сравнивается среднее значение ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ для ОДНОЙ группы людей

- Посещаемость политологами пар по НИСу в 1-ом и 2-ом модуле
- KPI работников до введения системы и после введения системы

Примеры

Пример 1. Сравнение средних мест в рейтинге среди юношей и девушек, обучающихся на 3-м курсе факультета социальных наук НИУ ВШЭ.

Пример 2. Сравнение средних показателей времени, затрачиваемого на игры рассматриваемых жанров студентами ОП «Политология».

Пример 3. Сравнение среднего количества лет обучения среди респондентов и их брачных партнеров.

Примеры

Пример 1. Сравнение средних мест в рейтинге среди юношей и девушек, обучающихся на 3-м курсе факультета социальных наук НИУ ВШЭ.

Независимые

Пример 2. Сравнение средних показателей времени, затрачиваемого на игры рассматриваемых жанров студентами ОП «Политология».

Зависимые

Пример 3. Сравнение среднего количества лет обучения среди респондентов и их брачных партнеров.

Зависимые

Примеры

Пример 4. Сравнение средней продолжительности жизни мужчин и женщин в России.

Пример 5. Сравнение среднего балла ЕГЭ по математике у студентов, поступивших на бюджетные и платные места.

Пример 6. Сравнение результатов теста по английскому языку у студентов-лингвистов в первом и четвертом модуле.

Примеры

Пример 4. Сравнение средней продолжительности жизни мужчин и женщин в России.

Независимые

Пример 5. Сравнение среднего балла ЕГЭ по математике у студентов, поступивших на бюджетные и платные места.

Независимые

Пример 6. Сравнение результатов теста по английскому языку у студентов-лингвистов в первом и четвертом модуле.

Зависимые

ОДНОВЫБОРОЧНЫЙ Т-ТЕСТ

Одновыборочный Т-тест

Цель применения – сравнить среднее значения показателя с некоторым известным числом (константой)

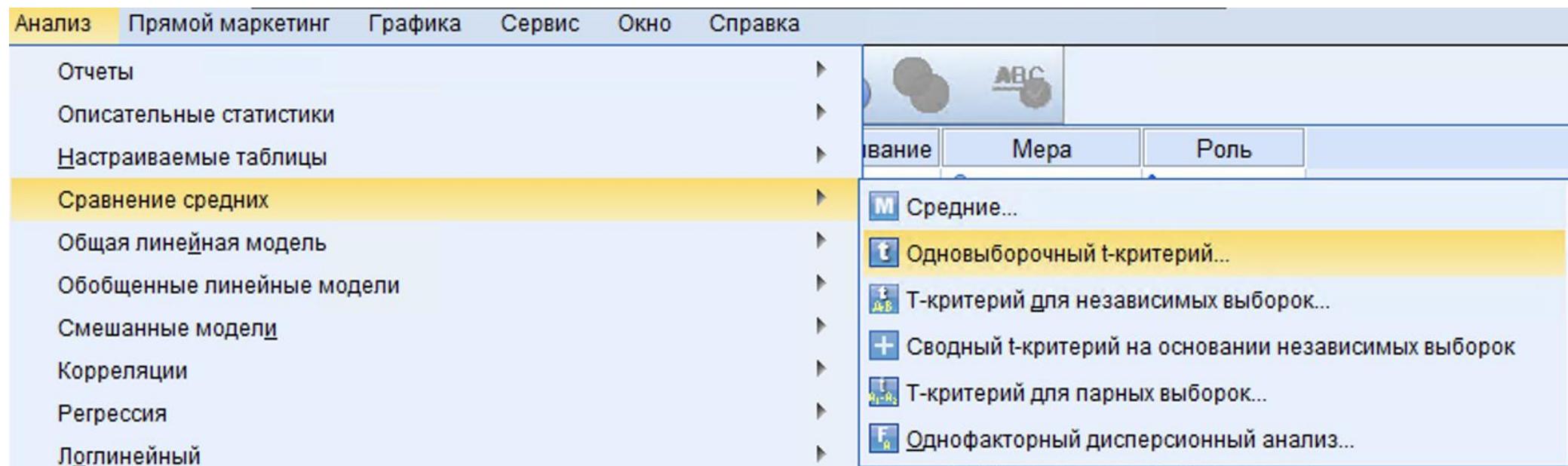
Проверяем гипотезу о равенстве среднего значения некоторому числу (константе)

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_1 = c$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_1 \neq c$

Одновыборочный Т-тест. Пример

Сравним среднее количество времени, проводимого россиянами в интернете в типичный день, с показателем 2025 г. (4 часа 21 мин.)



Выбираем нужную переменную, указываем значение для сравнения.

В разделе «параметры» можем указать процент доверительной вероятности.

Одновыборочный Т-тест. Пример

Сравним среднее количество времени, проводимого россиянами в интернете в типичный день, с показателем 2025 г. (4 часа 21 мин.)

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_1 = 261$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_1 \neq 261$

Одновыборочный Т-тест. Пример

Сравним среднее количество времени, проводимого россиянами в интернете в типичный день, с показателем 2025 г. (4 часа 21 мин.)

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_1 = 261$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_1 \neq 261$

Одновыборочный критерий

	Значение критерия = 261					
	Т	Ст.СВ.	Знач. (двухсторонн яя)	Средняя разность	95% доверительный интервал для разности	
					Нижняя	Верхняя
Internet use, how much time on typical day, in minutes	-8,725	1167	,000	-41,462	-50,79	-32,14

Смотрим на показатель р (significance / значимость):

Если $p < 0,05$ (0,01 / 0,1 в зависимости от вашего доверительного процента), то нулевая гипотеза отвергается в пользу альтернативной

Если $p > 0,05$, то нулевая гипотеза не отвергается

Одновыборочный Т-тест. Пример

Сравним среднее количество времени, проводимого россиянами в интернете в типичный день, с показателем 2025 г. (4 часа 21 мин.)

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_1 = 261$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_1 \neq 261$

Статистическая гипотеза о том, что среднее время, проводимое россиянами в интернете, равно показателю 2025 г. (4 ч. 21 мин.) с доверительной вероятностью 95% **была отвергнута**

Основной вывод: среднее время, проводимое россиянами в интернете по данным опроса, отличается от среднего показателя 2025 г.

СРАВНЕНИЕ СРЕДНИХ В ПАРНЫХ ВЫБОРКАХ

Т-тест для парных выборок

Цель применения – сравнить среднее значение показателя между двумя связанными друг с другом выборками

ИЛИ сравнить средние значения по двум показателям для одной и той же группы

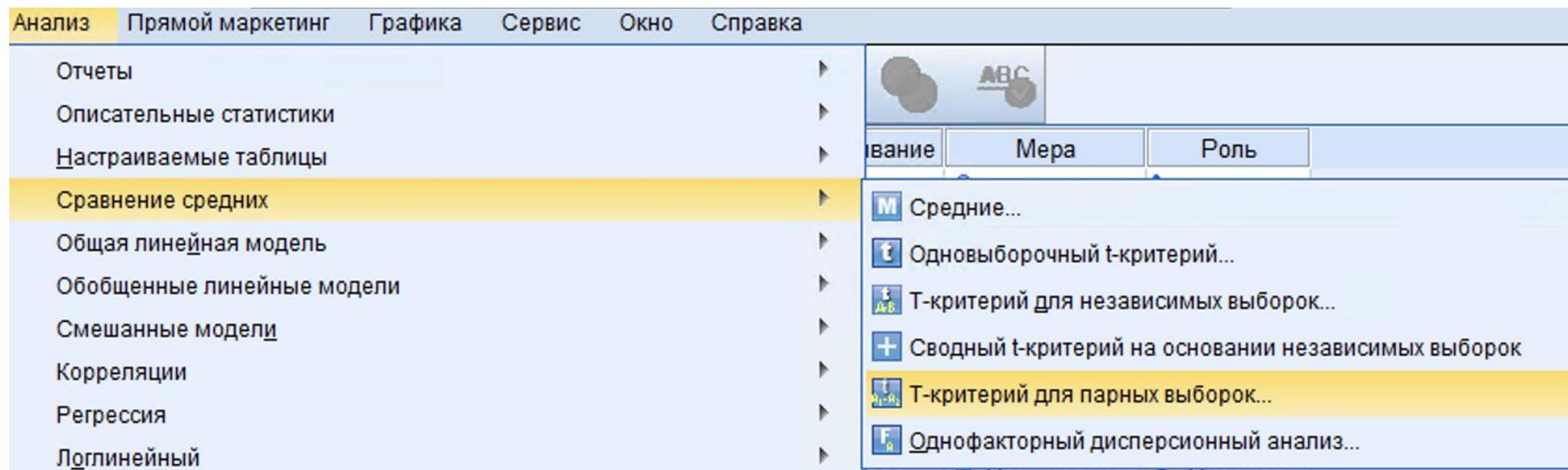
Проверяем гипотезу о равенстве средних значений

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_1 = \mu_2$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Т-тест для парных выборок. Пример

Сравним среднее количество времени, проведимого в интернете, со средним количеством времени потребления СМИ для немцев



Выбираем нужную пару переменных (можно указать несколько пар).

В разделе «параметры» можем указать процент доверительной вероятности.

Т-тест для парных выборок. Пример

Сравним среднее количество времени, проводимого в интернете, со средним количеством времени потребления СМИ для немцев

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_{\text{сми}} = \mu_{\text{инт}}$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_{\text{сми}} \neq \mu_{\text{инт}}$

Критерий парных выборок

	Парные разности					т	ст.св.	Знач. (двухсторонн яя)			
	Среднее	Среднекв. отклонение	Среднекв. ошибка среднего	95% доверительный интервал для разности							
				Нижняя	Верхняя						
Пара 1	News about politics and current affairs, watching, reading or listening - Internet use, how much time on typical day, in minutes	-125,535	185,306	4,070	-133,517	-117,554	-30,844	2072 ,000			

Смотрим на показатель р (significance / значимость):

Если $p < 0,05$ (0,01 / 0,1 в зависимости от вашего доверительного процента), то нулевая гипотеза отвергается в пользу альтернативной

Если $p > 0,05$, то нулевая гипотеза не отвергается

Т-тест для парных выборок. Пример

Сравним среднее количество времени, проводимого в интернете, со средним количеством времени потребления СМИ для немцев

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_{\text{сми}} = \mu_{\text{инт}}$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_{\text{сми}} \neq \mu_{\text{инт}}$

Статистическая гипотеза о том, что среднее время, проводимое немцами в интернете, равно среднему времени потребления политического контента в СМИ с доверительной вероятностью 95% **была отвергнута**

Основной вывод: среднее время, проводимое немцами в интернете, больше времени, затрачиваемого на политический контент в СМИ

СРАВНЕНИЕ СРЕДНИХ НЕЗАВИСИМЫХ ВЫБОРКАХ

Т-тест для независимых выборок

При выборе критерия для сравнения средних в независимых выборках нужно последовательно ответить на ряд вопросов.

I. Равны ли генеральные дисперсии интервального признака?

Проверяем статистическую гипотезу о равенстве в группах дисперсий зависимой переменной:

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2$$

Проверка гипотезы о равенстве дисперсий → «тест Левина/Ливиня» (Levene's Test for Equality of Variances).

Т-тест для независимых выборок

«Тест Левина/Ливиня»



Если значимость критерия Ливиня
 $p < 0,05 (0,01/0,1)$,
то мы отвергаем гипотезу о
равенстве дисперсий



Если значимость критерия Ливиня
 $p > 0,05 (0,01/0,1)$,
то мы НЕ отвергаем гипотезу о
равенстве дисперсий

The screenshot shows the SPSS menu bar with 'Анализ' (Analysis) selected. Below the menu, there is a list of statistical procedures. The 'Сравнение средних' (Comparison of Means) option is highlighted with a yellow background. Under this option, the 'Т-критерий для независимых выборок...' (T-test for independent samples...) option is also highlighted with a yellow background.

This dialog box is titled 'T-критерий для независимых выборок'. It contains a list of variables under 'Проверяемые переменные:' (Variables to be tested). One variable, 'News about politics and... [news]', is selected and highlighted with a yellow background. There are buttons for 'Параметры...' (Parameters...) and 'Бутстреп...' (Bootstrap...). At the bottom are buttons for 'OK', 'Вставка' (Insert), 'Сброс' (Reset), 'Отмена' (Cancel), and 'Справка' (Help).

This dialog box is titled 'Задать группы' (Define groups). It has a section for 'Заданные значения' (Defined values) where 'Группа 1:' is set to '1' and 'Группа 2:' is set to '2'. There is also a section for 'Пороговое значение' (Threshold value) with an empty input field. At the bottom are buttons for 'Продолжить' (Continue), 'Отмена' (Cancel), and 'Справка' (Help).

Т-тест для независимых выборок

Сравним среднее количество времени, которое тратится на потребление политического контента в СМИ, между мужчинами и женщинами

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_{\text{муж}} = \mu_{\text{жен}}$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_{\text{муж}} \neq \mu_{\text{жен}}$

Т-тест для независимых выборок

Сравним среднее количество времени, которое тратится на потребление политического контента в СМИ, между мужчинами и женщинами

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_{\text{муж}} = \mu_{\text{жен}}$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_{\text{муж}} \neq \mu_{\text{жен}}$

Критерий для независимых выборок									
	Критерий равенства дисперсий Ливиня			t-критерий для равенства средних					
	F	Значимость	т	ст.св.	Знач. (двухсторонн яя)	Средняя разность	Среднеквадратичная ошибка разности	95% доверительный интервал для разности	
								Нижняя	Верхняя
News about politics and current affairs, watching, reading or listening	13,215	,000	6,598	43852	,000	8,627	1,308	6,064	11,190
		1.	6,583	42949,537	2.,000	8,627	1,311	6,059	11,196

1. Смотрим на показатель р (significance / значимость) для критерия Ливиня:

Если $p < 0,05$ ($0,01 / 0,1$), то нулевая гипотеза о равенстве дисперсий отвергается (дисперсии не равны)

Если $p > 0,05$, то нулевая гипотеза не отвергается (дисперсии равны)

2. Если отвергли нулевую гипотезу на первом шаге, то смотрим на строку «Не предполагаются равные дисперсии»

Если не отвергли, то смотрим на строку «Предполагаются равные дисперсии»

Дальше стандартно смотрим на значение р (значимость) и делаем содержательный вывод

Т-тест для независимых выборок

Сравним среднее количество времени, проводимого в интернете, между испанцами и эстонцами на 99% уровне доверительной вероятности

Проверяемая статистическая гипотеза: $H_0: \mu_{\text{эст}} = \mu_{\text{исп}}$

Альтернативная статистическая гипотеза: $H_1: \mu_{\text{эст}} \neq \mu_{\text{исп}}$

Критерий для независимых выборок

	Критерий равенства дисперсий Ливиня		t-критерий для равенства средних							
	F	Значимость	t	ст.св.	Знач. (двухсторонн яя)	Средняя разность	Среднеквадратичная ошибка разности	99% доверительный интервал для разности		
								Нижняя	Верхняя	
Internet use, how much time on typical day, in minutes	Предполагаются равные дисперсии Не предполагаются равные дисперсии	2,801 -	,094 -	-5,904 -5,903	2657 2647,831	,000 ,000	-43,847 -43,847	7,427 7,428	-62,990 -62,995	-24,704 -24,699

Статистическая гипотеза о том, что среднее время, проводимое испанцами и эстонцами в интернете, равно с доверительной вероятностью 99% была отвергнута

Основной вывод: среднее время, проводимое эстонцами в интернете, больше времени, затрачиваемого испанцами

Что может быть на проверочной

1. С 99% вероятностью определите, различаются ли в России по уровню дохода мужчины и женщины.
2. На основе данных ответьте на вопрос, различается ли средняя продолжительность лет обучения в годах (eduys) среди людей заинтересованных и незаинтересованных в политике (polintr) с 90% вероятностью?

- 1) Сформулируйте содержательную гипотезу;
- 2) Укажите выбранный для решения вид Т-теста и обоснуйте Ваш выбор.
- 3) Сформулируйте статистическую гипотезу.
- 4) Проверьте статистическую гипотезу и сделайте выводы о ее справедливости, подкрепив их всеми необходимыми таблицами из SPSS;
- 5) Сделайте содержательные выводы