

A/Б-тесты

4 занятие

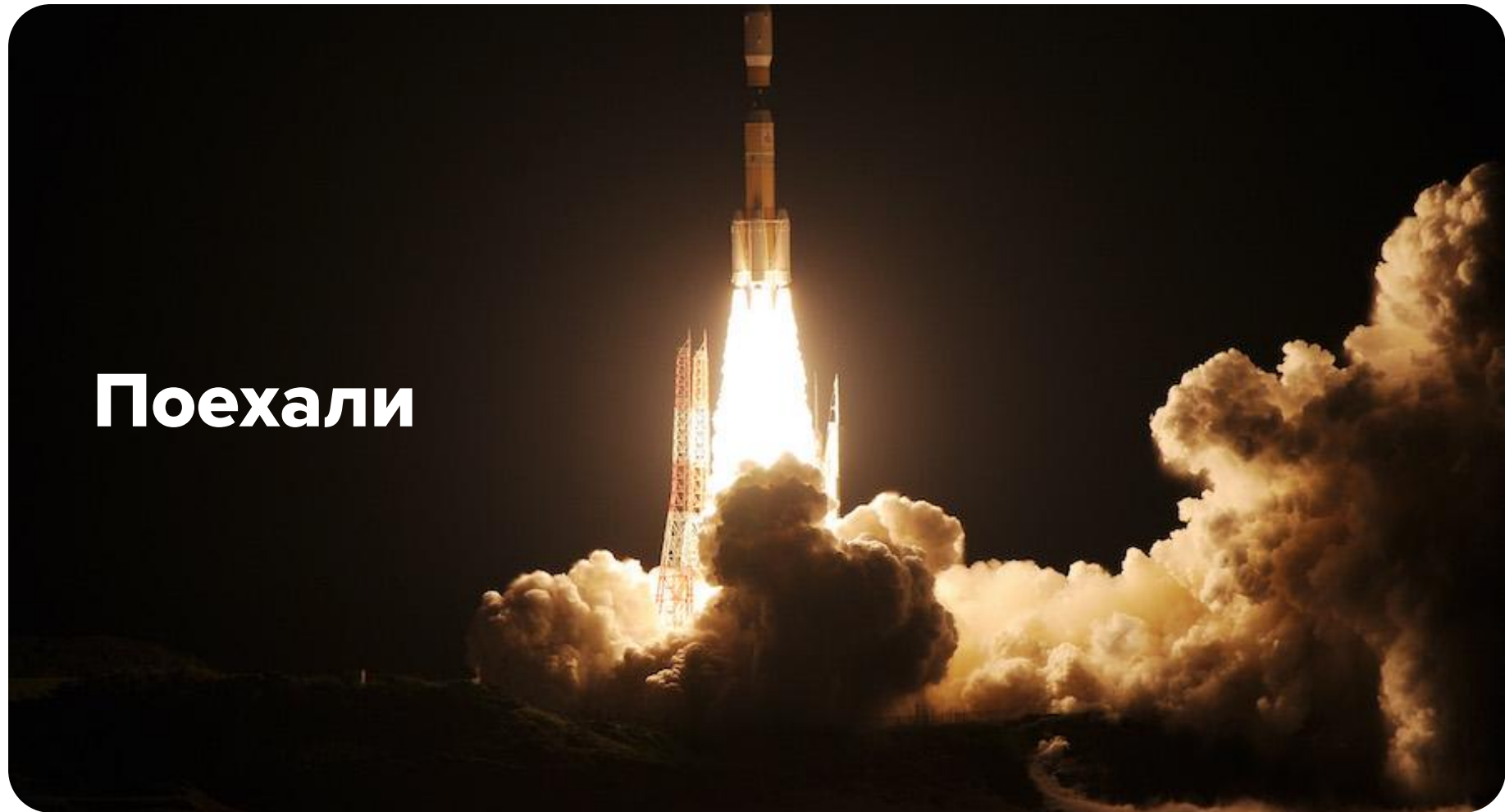
Игорь Полянский
Нетология Сентябрь 2020

Основы статистики

Проверка связи



Поехали



О чем говорили раньше:

- **Data-informed** - использует не только данные, но и другие источники
- **Простая гипотеза** = Бизнес-гипотеза = **ЕСЛИ ... ТО ...**
- **Маркетинговая/продуктовая гипотеза** = что делаем + на кого повлияет + какой результат ожидаем + почему ожидаем такой результат
- **Приоритезация гипотез** - ICE, PIE
- **Экспресс-анализ**
- **А/Б тесты. Определение и виды**
- **Что можно тестировать, а что нет?**
- **Типы метрик и методы их агрегаций**
- **Стат. единица и генеральная совокупность**



Agenda

1. Описательные статистики
2. ЦПД. Что это и зачем?
3. Виды распределений и связь с ЦПД
4. Ограничения применения ЦПД
5. Статистические гипотезы
6. Параметры А/Б теста: ошибки первого и второго рода, мощность, p-value
7. Длительность А/Б теста: калькуляторы

Описательные статистики + теория

Среднее арифметическое

Среднее арифметическое – сумма всех значений выборки, разделенная на их количество. В речи слово “арифметическое” часто опускается или заменяется на слово “значение”.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$



Среднее арифметическое: пример

В тестовой группе 6 водителей. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Сколько в среднем проехали водители?

Выборка:

1	0	7	4	9	17
---	---	---	---	---	----

Среднее: ???

Среднее арифметическое: пример

В тестовой группе 6 водителей. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Сколько в среднем проехали водители?

Выборка:

1	0	7	4	9	17
---	---	---	---	---	----

Среднее: ~6,33

Решение: $(1+0+7+4+9+17)/6 = 6,33$

Медиана

(простым языком) Медиана – такое число выборки, что ровно половина из элементов выборки больше него, а другая половина меньше него.

(в общем виде) Медиана – средний элемент выборки, упорядоченной по возрастанию.

В повседневной жизни понятие *медиана* или *медианное значение* используется довольно редко, но оно очень полезно для рассмотрения ряда количественных явлений.

Медиана: пример 1

В тестовой группе 5 водителей. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Каково медианное количество поездок?

Выборка:

1	0	7	4	9
---	---	---	---	---

Медиана: ???

Медиана: пример 1

В тестовой группе 5 водителей. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Каково медианное количество поездок?

Выборка:

1	2	7	4	9
---	---	---	---	---

Медиана: 4

Решение:

1	2	7	4	9
---	---	---	---	---

 →

1	2	<u>4</u>	7	9
---	---	----------	---	---

 → 4

Медиана: пример 2

В тестовой группе 6 водителей. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Каково медианное количество поездок?

Выборка:

1	0	7	4	9	17
---	---	---	---	---	----

Медиана: ???

Медиана: пример 2

В тестовой группе 5 водителей. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Каково медианное количество поездок?

Выборка:

1	0	7	4	9	17
---	---	---	---	---	----

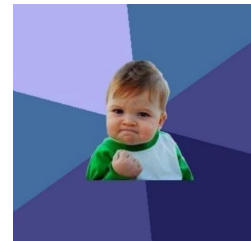
Медиана: 5,5

Решение:

1	0	7	4	9	17
---	---	---	---	---	----

 \longrightarrow

0	1	4	7	9	17
---	---	---	---	---	----

 \longrightarrow $(4+7)/2 = 5,5$ 

Квиз: среднее или медиана

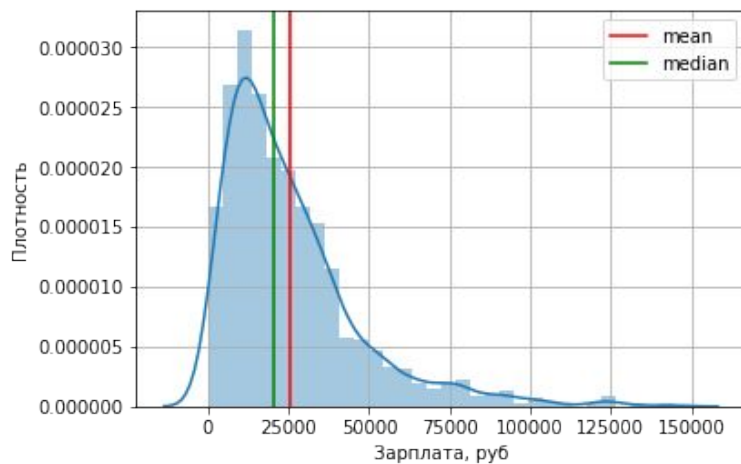
1. Общий уровень зарплат в стране
2. Ожидаемая температура в июне



Квиз: среднее или медиана

1. Общий уровень зарплат в стране

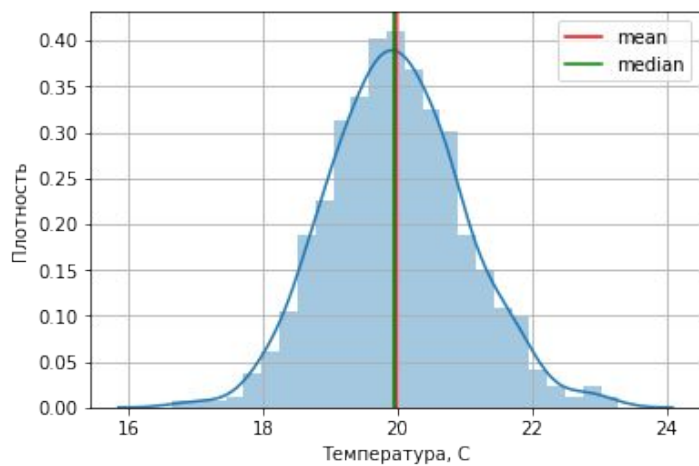
Ответ: **МЕДИАНА**



Квиз: среднее или медиана

2. Ожидаемая температура в июне

Ответ: **И ТО, И ТО**



Персентиль aka квантиль

К-Персентиль – значение, на уровне или ниже которого находятся K% наблюдений.

Часто используется при оценивании позиции тестируемого субъекта в генеральной совокупности. Например, если водитель в 90-персентиле по количеству поездок, то 90% водителей сделали столько же или меньше поездок.

Алгоритм:

1. Отсортировать данные по возрастанию
2. Посчитать $p = \text{round}(K * n)$, где K - желаемый процент, n - кол-во наблюдений
3. Взять наблюдение под порядковым номером p

Очень интересный факт:

25%-персентиль = 1 квартиль, 50%-персентиль = 2 квартиль, 75%-персентиль = 3 квартиль

Персентиль: пример

В тестовой группе 4 водителя. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Каковы 25% и 75% персентили поездок?

Выборка:

1	0	7	4
---	---	---	---

25%-персентиль: ???

75%-персентиль: ???

Алгоритм:

1. Отсортировать данные по возрастанию
2. Посчитать $p = \text{round}(K * n)$, где K - желаемый процент, n - кол-во наблюдений
3. Взять наблюдение под порядковым номером p

Персентиль: пример

В тестовой группе 4 водителя. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Каковы 25% и 75% персентили поездок?

Выборка:

1	0	7	4
---	---	---	---

25-персентиль: ???

Решение:

1	0	7	4
---	---	---	---

 \longrightarrow

0	1	4	7
---	---	---	---

 $\longrightarrow p = 0,25 * 4 = 1 \longrightarrow 0$

75-персентиль: ???

Решение:

1	0	7	4
---	---	---	---

 \longrightarrow

0	1	4	7
---	---	---	---

 $\longrightarrow p = 0,75 * 4 = 3 \longrightarrow 4$

Математическое ожидание

Математическое ожидание - среднее (взвешенное по вероятностям возможных значений) значение случайной величины.

$$\mathbb{E}[X] = \sum_{i=1}^{\infty} x_i p_i \quad , \text{ где случайная величина } X \text{ имеет распределение: } \mathbb{P}(X = x_i) = p_i, \sum_{i=1}^{\infty} p_i = 1$$

Математическое ожидание: пример

Допустим, X - событие конверсии конкретного пользователя. X - случайная величина, принимающая значения 0 и 1 с вероятностями, указанными в таблице.

X	0	1
$P(X=x)$	0.9	0.1

Чему равно матожидание X ?

Математическое ожидание: пример

Допустим, X - событие конверсии конкретного пользователя. X - случайная величина, принимающая значения 0 и 1 с вероятностями, указанными в таблице.

X	0	1
$P(X=x)$	0.9	0.1

Чему равно матожидание X ?

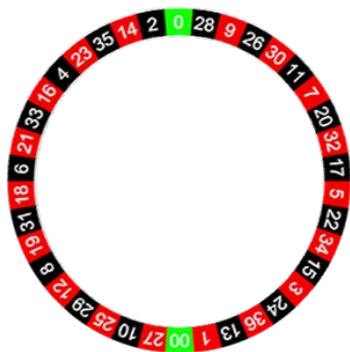
Решение: $E(X) = 0 * 0.9 + 1 * 0.1 = 0.1$

Математическое ожидание: кейс

Рассмотрим рулетку казино. Всего - 38 полей (18 красных, 18 черных и 2 zero).

Правила: ставка удваивается в случае положительного исхода и обнуляется в противном случае.

Можно заработать в долгосрочной перспективе, если все время ставить \$1 на красное?



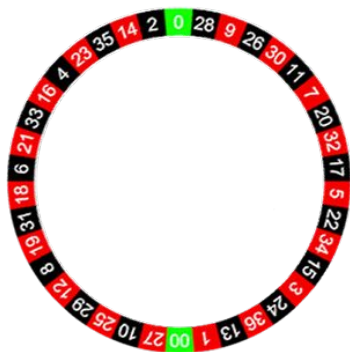
Математическое ожидание: кейс

Рассмотрим рулетку казино. Всего - 38 полей (18 красных, 18 черных и 2 zero).

Правила: ставка удваивается в случае положительного исхода и обнуляется в противном случае.

Можно заработать в долгосрочной перспективе, если все время ставить \$1 на красное?

Решение: нельзя. Матожидание: $(18/38) * 1\$ * 2 = 36/38 < 1$. То есть в среднем, поставив \$1, мы получим \$36/38.



Математическое ожидание: бизнес

Вспомним **ICE**

$$\mathbf{ICE = Impact * Confidence - Effort}$$

Допустим, **Impact=M**, **Confidence=C**

Имеем табличку:

Impact	0	M
P(Impact = x)	1-C	C

$$\text{Тогда } \mathbf{ICE = M * C - Effort = E(Impact) - Effort = Impact * Confidence - Effort}$$

Дисперсия случайной величины

Дисперсия случайной величины (Var) — мера разброса значений случайной величины относительно её математического ожидания.

Используется, чтобы понять, насколько близко наблюдения сгруппированы вокруг среднего.

$$\overline{S}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \overline{X})^2, \text{ где } \overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i - \text{выборочное среднее}$$

Дисперсия случайной величины: пример

В тестовой группе 4 водителя. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Какова дисперсия поездок?

Выборка:

1	0	7	4
---	---	---	---

Дисперсия: ???

Дисперсия случайной величины: пример

В тестовой группе 4 водителя. Каждое число соответствует количеству поездок у конкретного водителя. Какова дисперсия поездок?

Выборка:

1	0	7	4
---	---	---	---

Дисперсия: ???

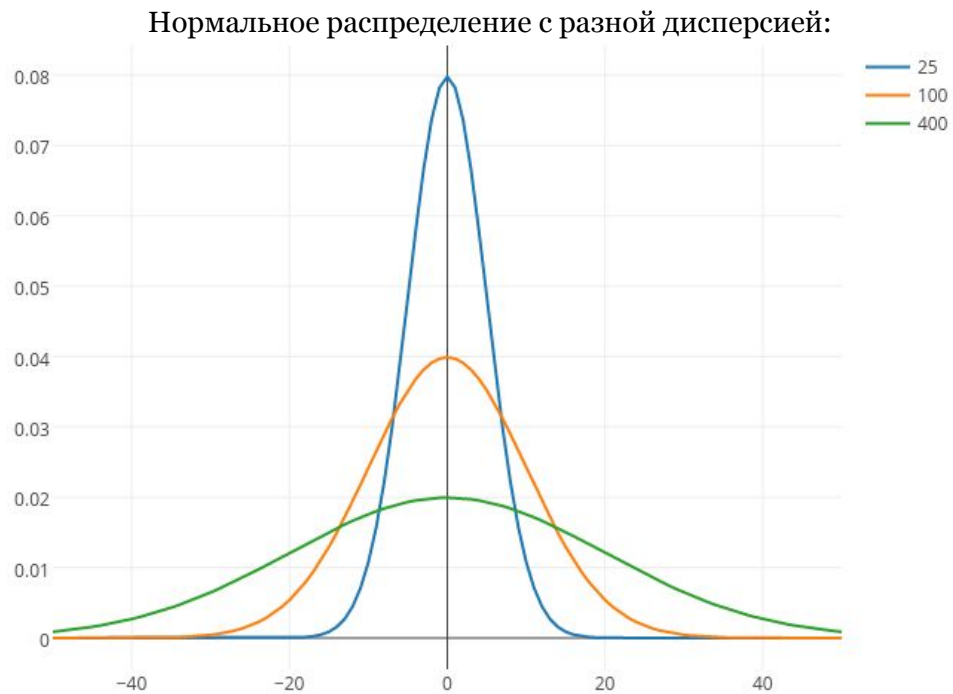
Решение:

1	0	7	4
---	---	---	---

→ Среднее = 3 → Дисперсия = $(2^2 + 3^2 + 4^2 + 1^2) / 4 = 7,5$

Интерпретация: в среднем, наблюдения отдалены от среднего на 2,7 поездок (квадратный корень из дисперсии)

Дисперсия случайной величины: наглядно



Процент vs процентный пункт

Процент – показатель изменения величины по отношению к изначальному значению.

Процентный пункт – показатель изменения величины, выраженной в процентах, который описывает разность между новым и старым значениями этой величины.

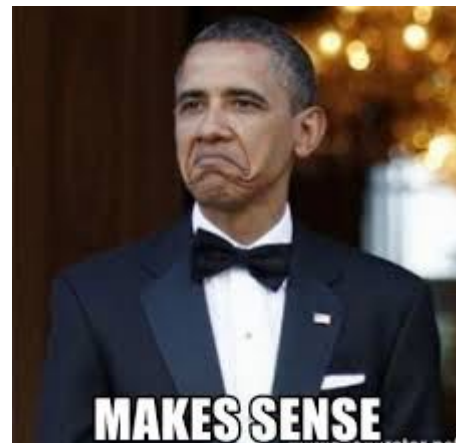
Процент vs процентный пункт: пример



Конверсия

20%

40%



Процент vs процентный пункт: пример



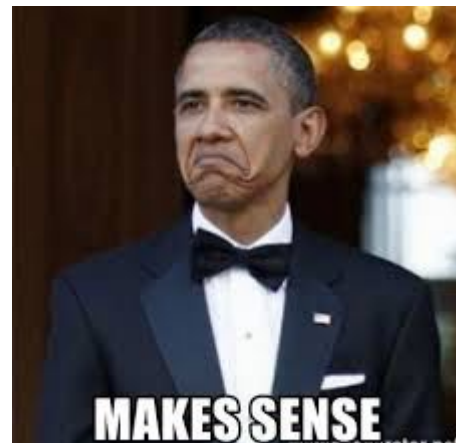
Конверсия

20%

40%

Вывод 1: конверсия в группе Б на 100% выше

Вывод 2: конверсия в группе Б на 20 процентных пунктов выше



Квиз: критическое мышление

На конференции ребята из стартапа рассказывают кейс о повышении продаж на 100%. Что стоит уточнить про его продукт?



Квиз: критическое мышление

На конференции ребята из стартапа рассказывают кейс о повышении продаж на 100%. Что стоит уточнить про его продукт?

Ответ: абсолютное количество продаж. Что если была всего одна продажа...

Это называется **эффектом низкой базы**





QUESTION TIME

Распределения & ЦПД

Широкая классификация распределений



Что такое распределение?

Дискретное

(**Конечное** кол-во возможных значений)

Распределение - закон, определяющий
вероятность каждому возможному
значению переменной.

Мы уже видели такое распределение:

X	0	1
$P(X=x)$	0.9	0.1

Что такое распределение?

Дискретное

(**Конечное** кол-во возможных значений)

Распределение - закон, определяющий вероятность каждому возможному значению переменной.

Мы уже видели такое распределение:

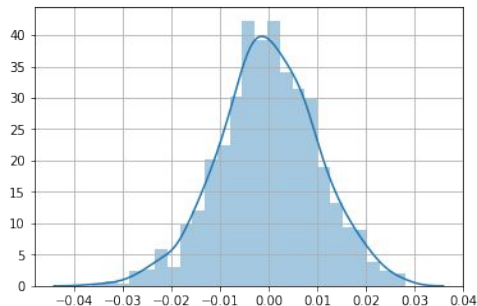
X	0	1
$P(X=x)$	0.9	0.1

Непрерывное

(**Бесконечное** кол-во возможных значений)

Распределение - функция, характеризующая сравнительную вероятность реализации тех или иных значений случайной переменной.

Пример:



Перед тем, как рассмотрим несколько теоретических
распределений, разберем один метод визуализации



Ящик с усами (aka боксплот)

Центральная **жирная линия** - медиана

Хорошая практика - отображать **крестиком среднее**

Границы прямоугольника - 1 и 3 квантили (помните?)

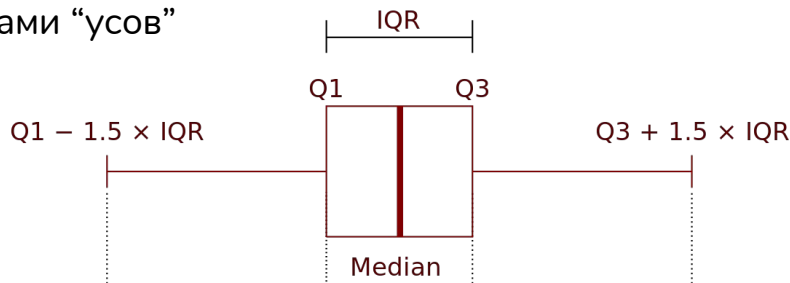
Обозначаются как Q1 и Q3 соответственно.

Концы “усов” считаются по формуле: $X_1 = Q_1 - k(Q_3 - Q_1)$, $X_2 = Q_3 + k(Q_3 - Q_1)$

Чаще всего выбирают $k=1,5$

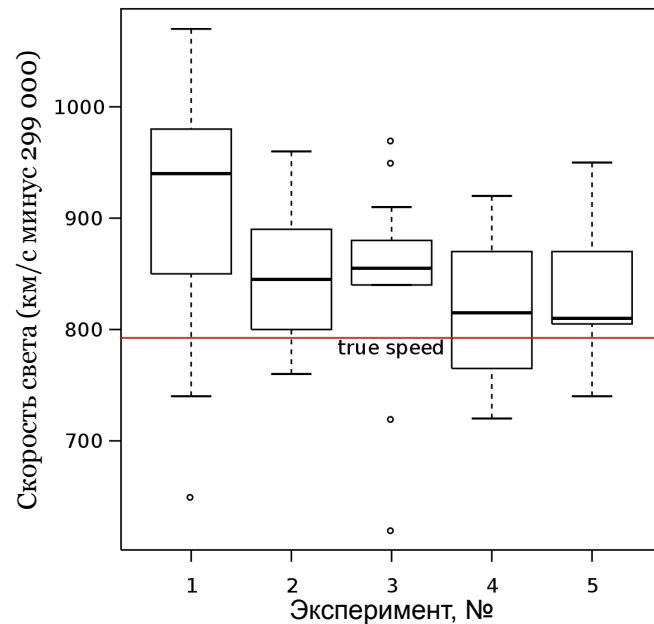
IQR: $Q_3 - Q_1$ (интерквартильный размах)

Аутлаеры: точки за концами “усов”



Ящик с усами (aka боксплот)

Результаты экспериментов по измерению скорости света



Ящик с усами (aka боксплот): PS

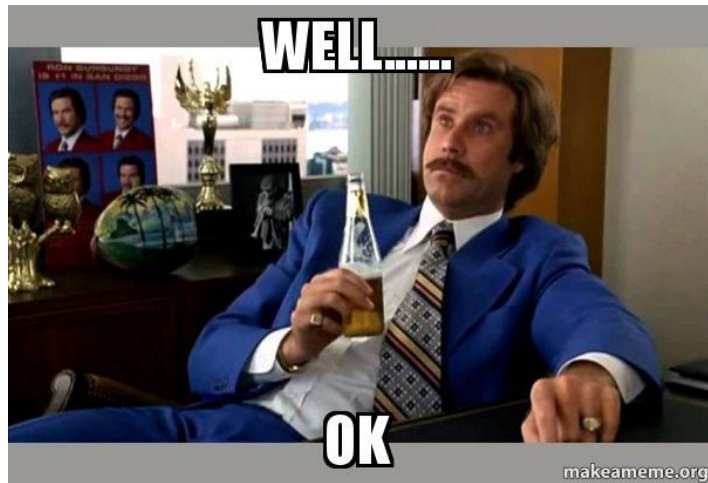
Существует много вариаций боксплотов, поэтому лучше уточняйте что есть что

Пример: концы усов могут соответствовать максимуму и минимуму



Ящик с усами (aka боксплот): зачем

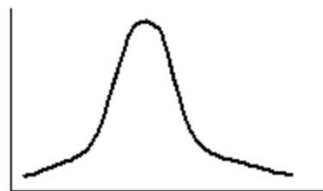
1. Легко **читаются основные статистики** распределения
2. Четко **видно**, после какого значения наблюдения являются **выбросами**
3. Неплохо **оценивается степень разброса** и **асимметрии** данных
4. Крайне полезен, когда наблюдений мало



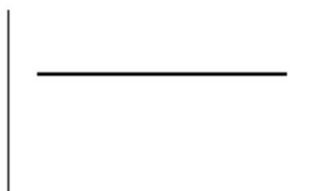
Примеры теоретических распределений



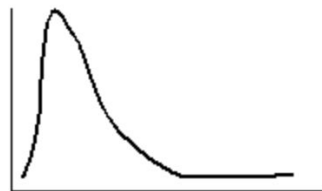
Распределения бывают разные



Нормальное



Равномерное



Логнормальное



Гамма-распределение



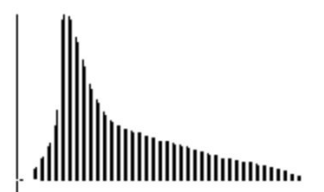
Бета



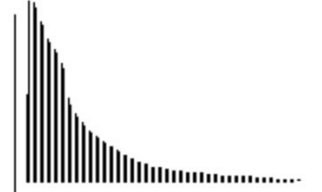
Вейбулла



Биномальное



Пуассона



Геометрическое

Рассмотрим несколько распределений подробнее



Гамма

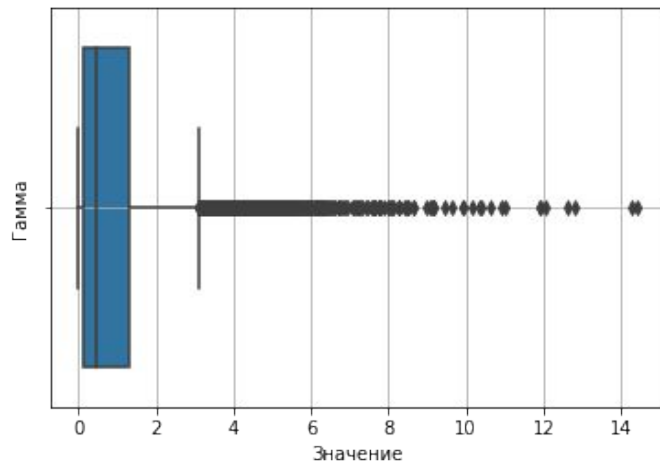
Среднее >> медиана

Бизнес-пример: выручка на юзера

Интуиция: большинство юзеров приносят мало денег.

После определенной суммы наблюдается резкое падение в количестве юзеров

Боксплот:



Гамма-распределение

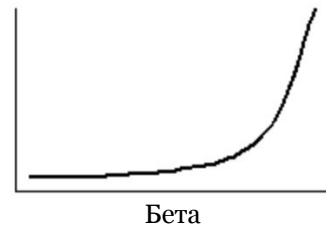
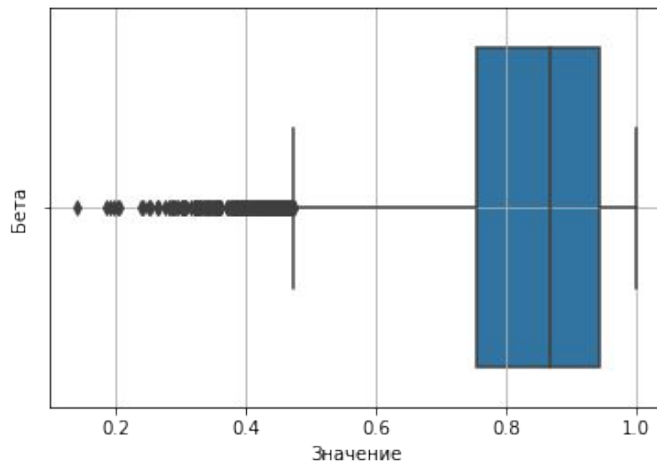
Бета

Среднее << медиана

Бизнес-пример: доля принятых заказов у водителя

Интуиция: из-за ограничений, большинство водителей имеют высокую долю принятых заказов

Боксплот:



Особый случай: распределение Бернулли

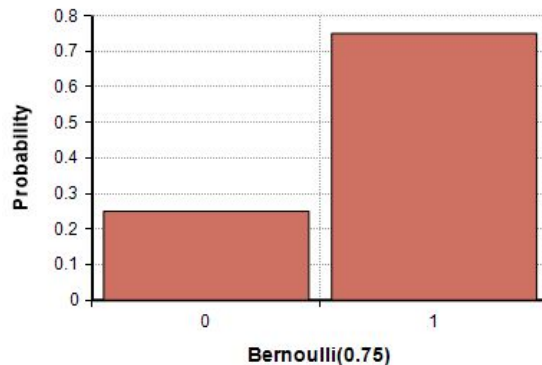
Случайная величина имеет распределение Бернулли, если она принимает всего два значения: 1 и 0 с вероятностями p и $q=1-p$ соответственно. Таким образом:

$$\mathbb{P}(X = 1) = p,$$

$$\mathbb{P}(X = 0) = q.$$

Принято говорить, что событие $X=1$ соответствует «успеху», а событие $X=0$ - «неудаче». Эти названия условные, и в зависимости от конкретной задачи могут быть заменены на противоположные.

Бизнес-пример: действие юзера на странице (либо конверсия, либо нет)

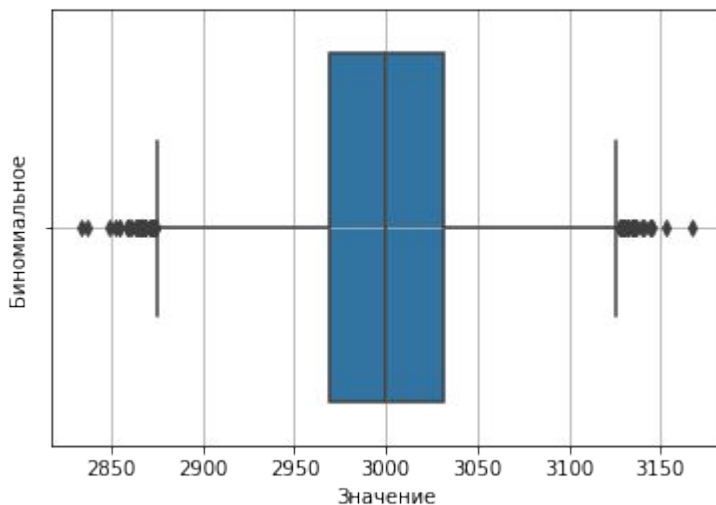


Биномиальное

Сумма нескольких величин Бернулли

Бизнес-пример: количество конверсий юзера из нескольких попыток*

Боксплот:



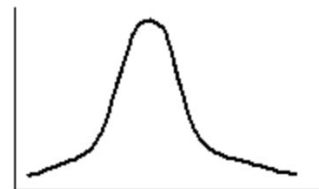
Биномальное

*при условии, что каждое решение о конверсии независимо

Нормальное

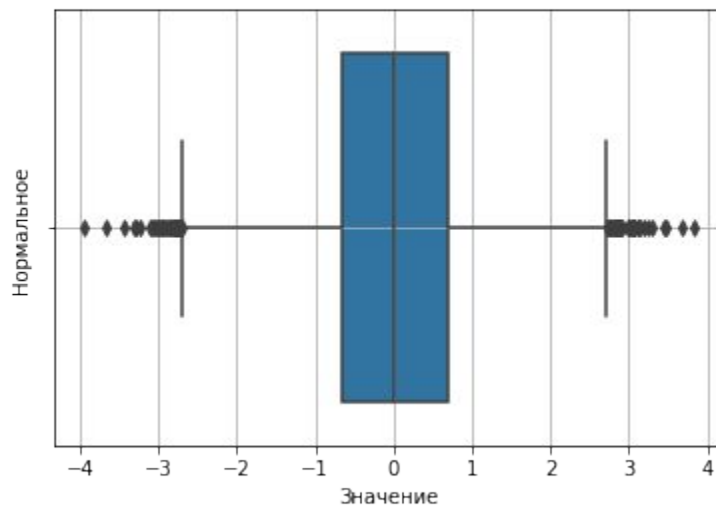
Среднее = медиана

Пример: при достаточно большом количестве попыток, количество конверсий распределено нормально



Нормальное

Боксплот:



*при условии, что каждое решение о конверсии независимо

Задача

Приведите пример метрики, которая, вероятно, распределена:

1. Логнормально



Задача

Приведите пример метрики, которая, вероятно, распределена:

1. Логнормально
-

Ответ (пример):

1. Среднее количество поездок за неделю у водителя



Центральная Предельная Теорема (ЦПД)



Центральная Предельная Теорема (ЦПД)

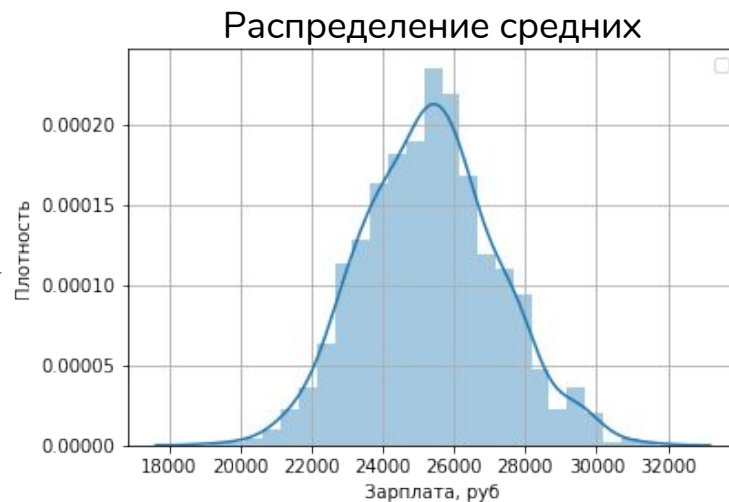
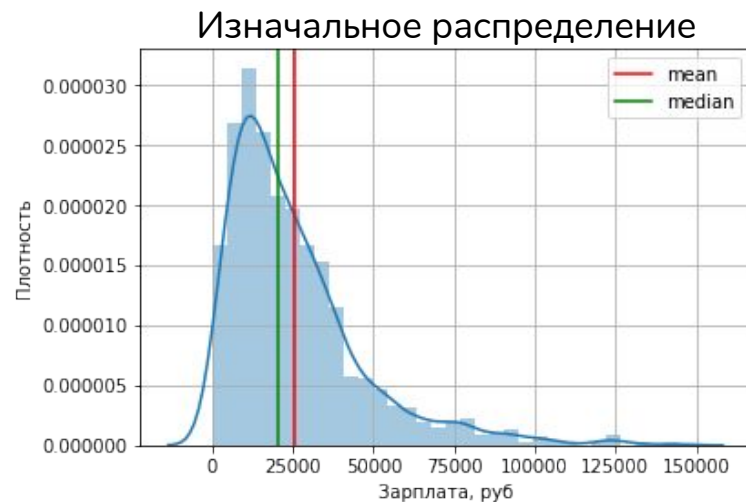
Пусть X_1, \dots, X_n, \dots есть бесконечная последовательность независимых одинаково распределённых случайных величин, имеющих конечное математическое ожидание μ и дисперсию σ^2 .

Тогда: $\sqrt{n} \frac{\bar{X}_n - \mu}{\sigma} \rightarrow N(0, 1)$

Иначе говоря, **среднее** значение асимптотически **распределено нормально**

ЦПД: иллюстрация

1. Берем НЕ нормальное распределение
2. Набираем из него много выборок и в каждой считаем среднее
3. Строим распределение средних
4. Оно нормальное!



Зачем все это?



А вот зачем:

Из прошлого занятия мы помним, что группы должны быть **однородными**, чтобы могли делать выводы о результатах фичи

Но как в этом убедиться?

Наиболее известный вариант: **t-тест**, но он применим только к нормальным распределениям

О других вариантах и деталях тестов - на следующей лекции

Какая разница, какое распределение, если есть ЦПД?



Но все не так просто: часть 1

К сожалению, **ЦПД** выполняется не всегда. Например, может нарушаться, если:

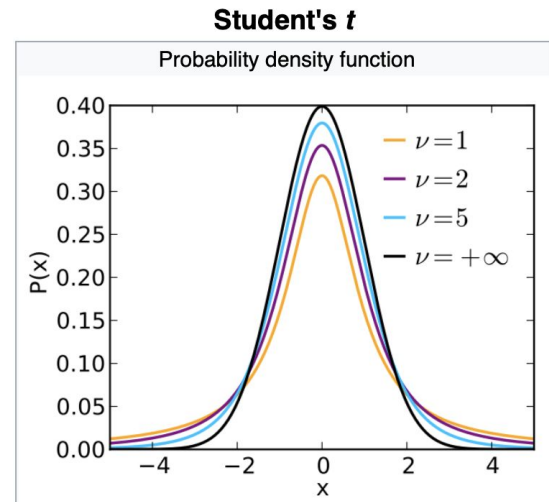
1. У истинного распределения метрики бесконечная дисперсия

Это не теоретическая абстракция!

На картинке справа, у **желтого** распределения бесконечная дисперсия. Попросту говоря - тяжелые хвосты.

2. Наличие аутлаеров (выбросов)

Аутлаеры - аномальные значения метрики. (Например, меньше 2,5% или больше 97,5% персентилей)

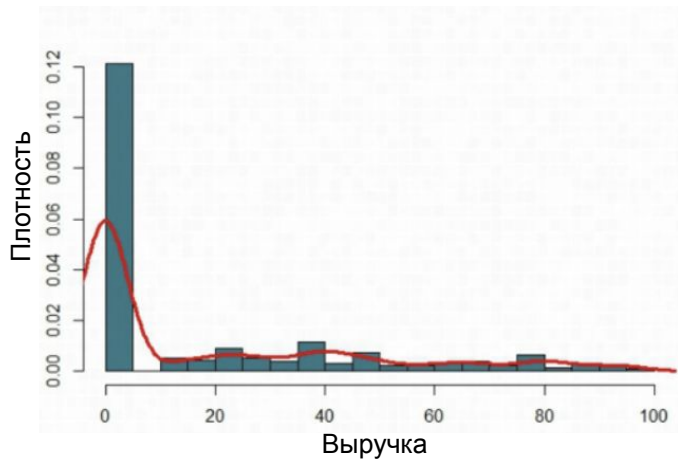


Бесконечная дисперсия: пример

Мы не знаем формулу распределения, но правый хвост потенциально может уйти сколь угодно далеко

Точно сказать нельзя, но данное распределение, вероятно, нарушает ЦПД.

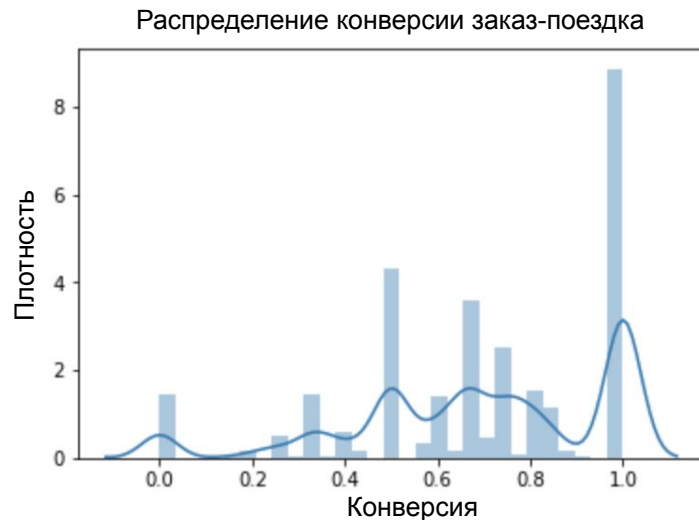
Распределение выручки на юзера



Но все не так просто: часть 2

Очень **часто метрика имеет** какое-то **неизвестное науке распределение**. В таком случае **неизвестно, работает ли для него ЦПД**, поэтому требуются другие статистические критерии для сравнения групп

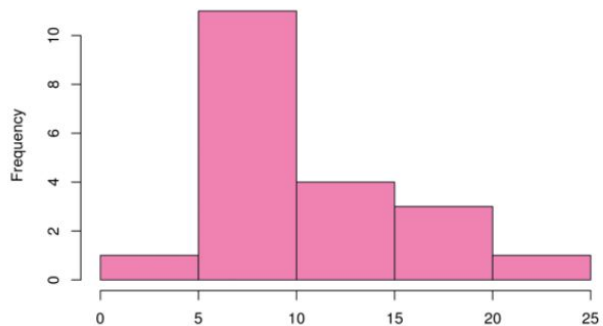
Пример неизвестного распределения:



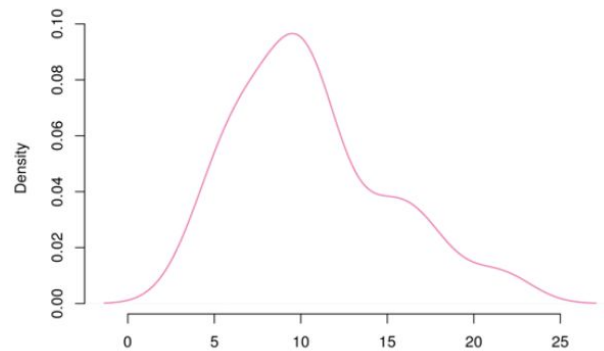
Другие визуализации распределений

Классическая классика

Гистограмма



Плотность



Гистограмма: построение

1. Разбиваем значения метрики на N участков
2. Считаем количество значений в каждом участке
3. Строим гистограмму, откладывая участки по горизонтальной оси, а подсчет - по вертикальной

Гистограмма: пример

Значения метрики: 1,1,1,2,2,3,3,3,3

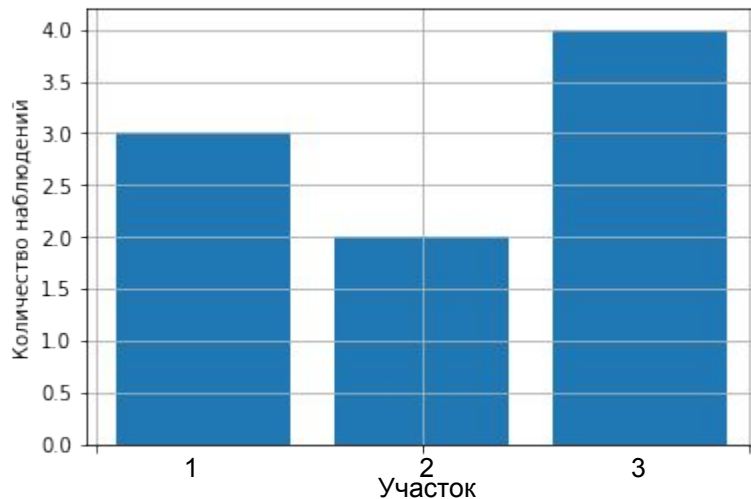
Постройте гистограмму, разбив значения метрики на 3 равных участка (в уме или на листочке)

Гистограмма: пример

Значения метрики: 1,1,1,2,2,3,3,3,3

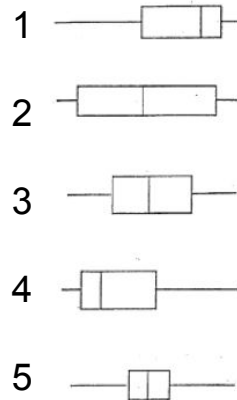
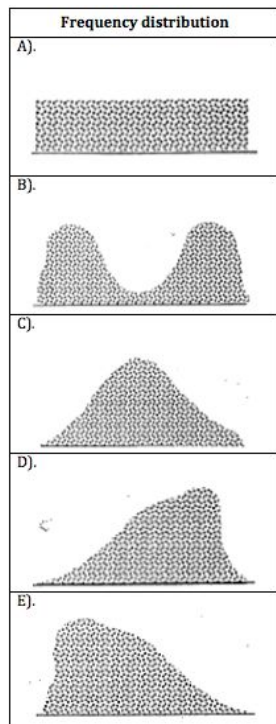
Постройте гистограмму, разбив значения метрики на 3 равных участка (в уме или на листочке)

Ответ:



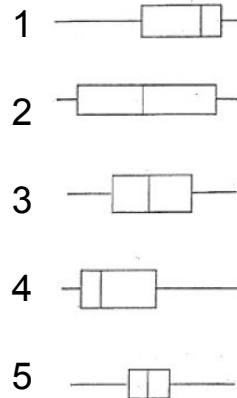
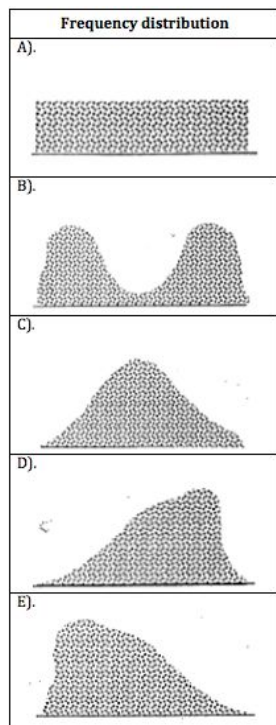
Закрепляем

Соотнесите распределения и боксплоты. Начнем с D)



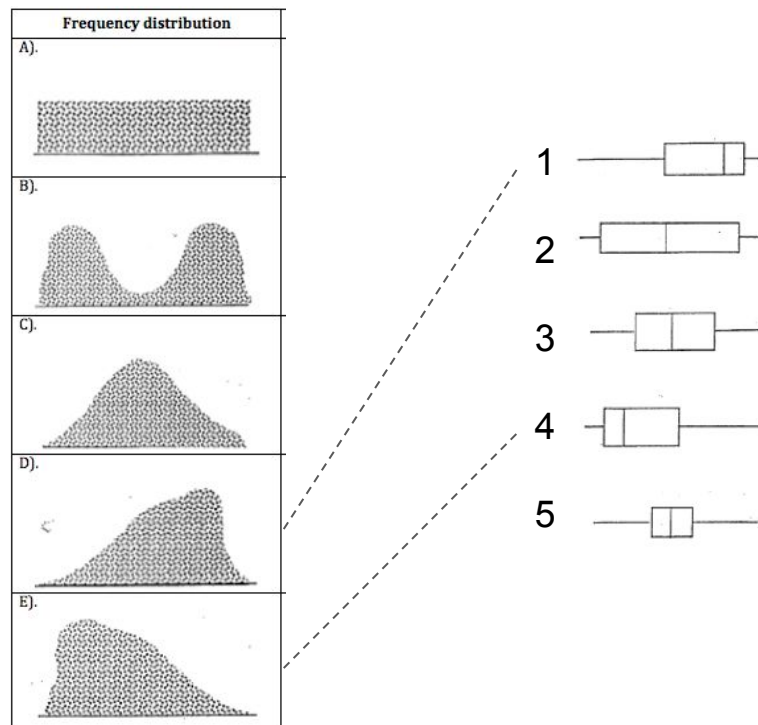
Закрепляем

Соотнесите распределения и боксплоты. Теперь E)



Закрепляем

Соотнесите распределения и боксплоты

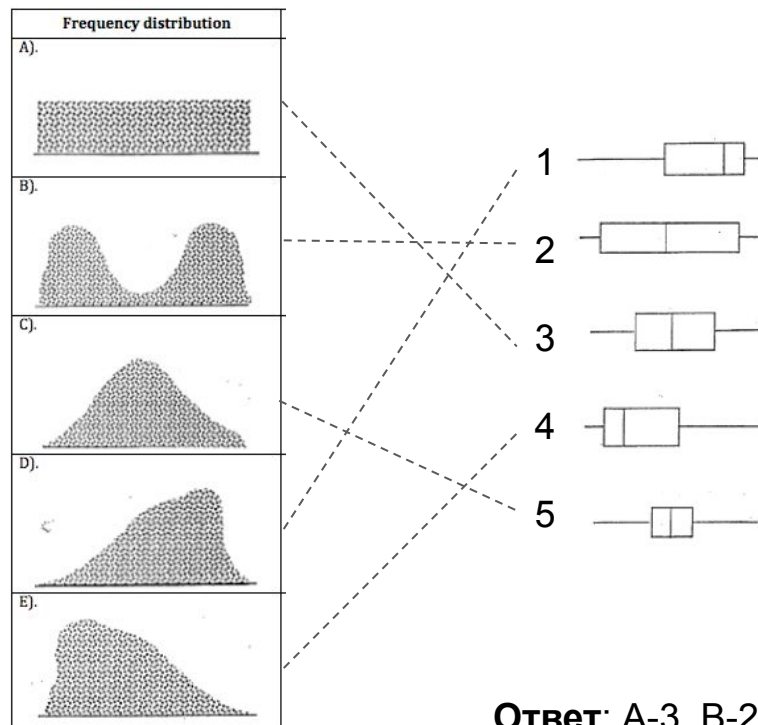


Остальные надо делать “вместе”



Закрепляем

Соотнесите распределения и боксплоты



Ответ: A-3, B-2, C-5, D-1, E-4



QUESTION TIME

Пример А/Б теста

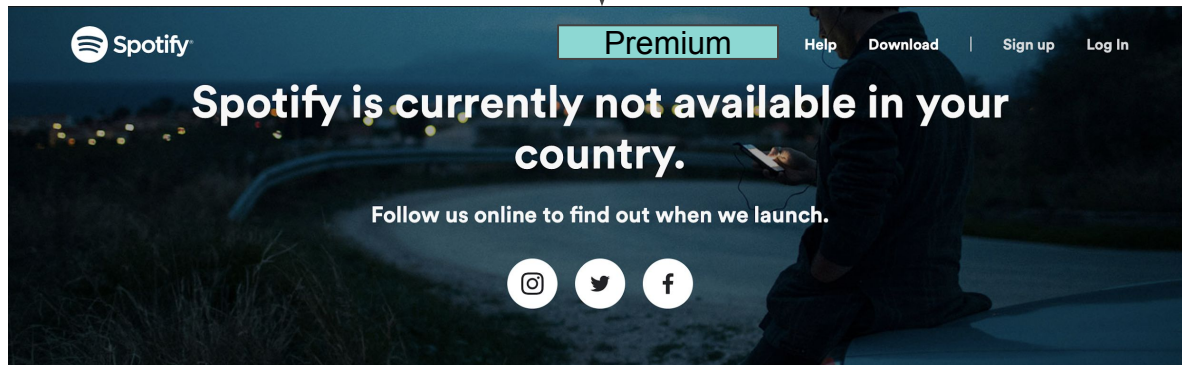
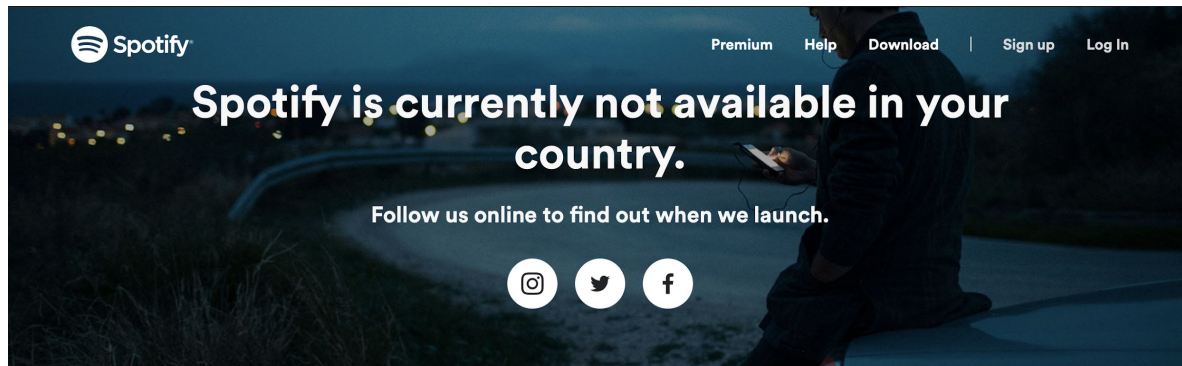
Настройка теста

В нашем примере, мы проведем А/Б тест для компании, пытающейся увеличить количество юзеров, покупающих *premium* аккаунт сервиса

Изменение: вид кнопки на странице

Цель: больше юзеров, покупающих *premium* аккаунт сервиса

Изменение: наглядно



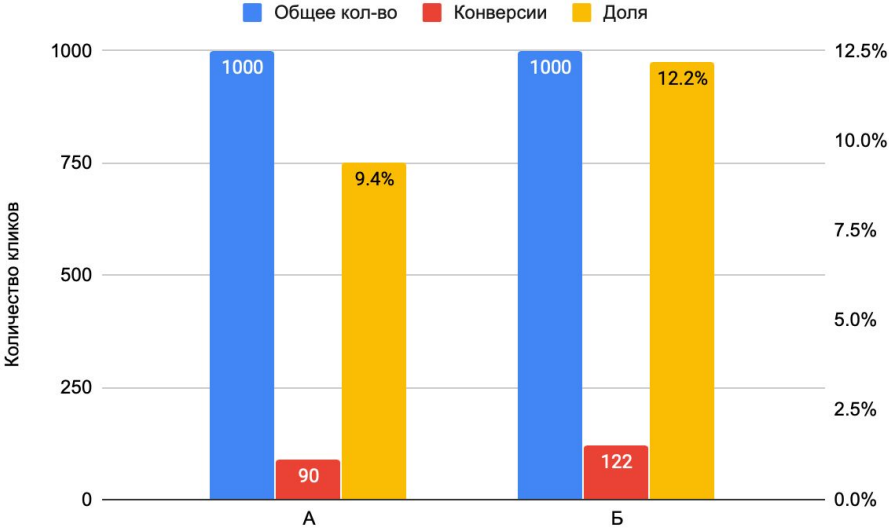
Выборочные статистики

Текущее состояние и план:

Текущая конверсия	10%
Желаемое увеличение	2 п.п.
Юзеров в каждой группе	1000

Результаты теста:

Группа	Сконвертировались	Общее кол-во	Доля
А	94	1000	9.4%
Б	122	1000	12.2%



Сравнение групп: математика

Предположим, что каждый пользователь независимо и с одинаковой вероятностью p (для тестовой и контрольной групп разные p) принимает решение о покупке *premium* аккаунта.

В таком случае, событие конверсии конкретного пользователя имеет распределение Бернулли:

$$X \sim \text{Bernoulli}(p)$$

Мы показывали ранее, что

$$E(X) = p$$

По свойству распределения,

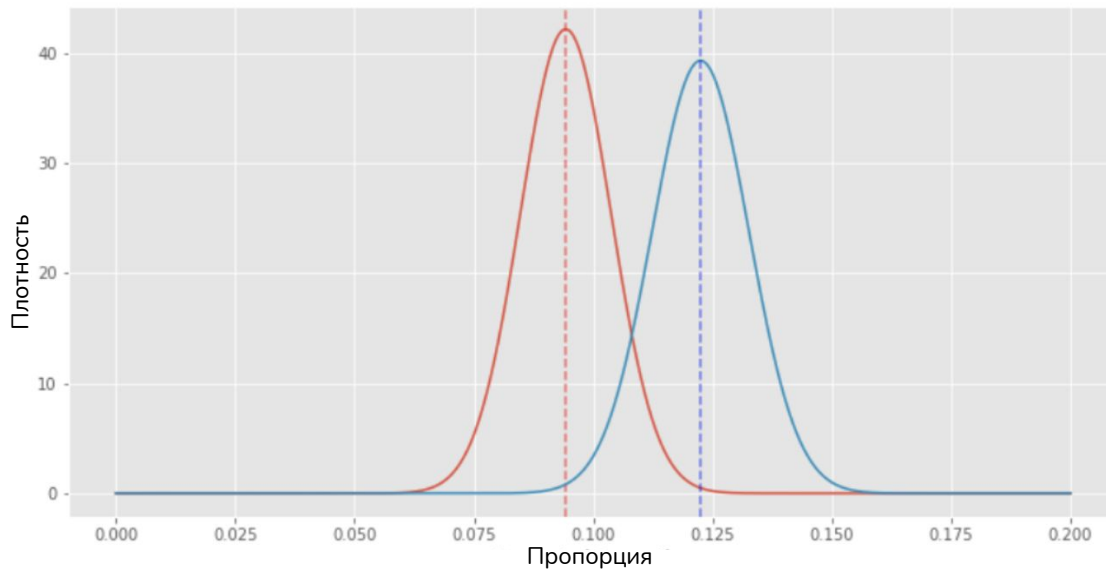
$$\text{Var}(X) = p(1 - p)$$

По **ЦПД**, распределение средних (то есть p) будет нормальным со следующими параметрами:

$$\hat{p} \sim \text{Normal} \left(\mu = p, \sigma = \frac{\sqrt{p(1 - p)}}{\sqrt{n}} \right)$$

Сравнение групп: графики

- Распределения тестовой (красная) и контрольной (синяя) групп.
- Пунктиры - выборочные средние





QUESTION TIME

Статистические гипотезы



Статистические гипотезы

	Гипотеза	
	Нулевая	Альтернативная
Обозначение	H_0	H_1
Суть	Изменение не повлияет на метрику	изменение приведет к улучшению/ухудшению метрики

Нулевая гипотеза считается верной, пока не доказано обратное

Статистические гипотезы: наш пример

	Гипотеза	
	Нулевая	Альтернативная
Обозначение	H_0	H_1
Утверждение	изменение не повлияет на конверсию	изменение приведет к улучшению/ухудшению конверсии

Статистические гипотезы: наш пример

В нашем случае, мы хотим проверить, есть ли разница в пропорциях. То есть набор гипотез будет выглядеть так:

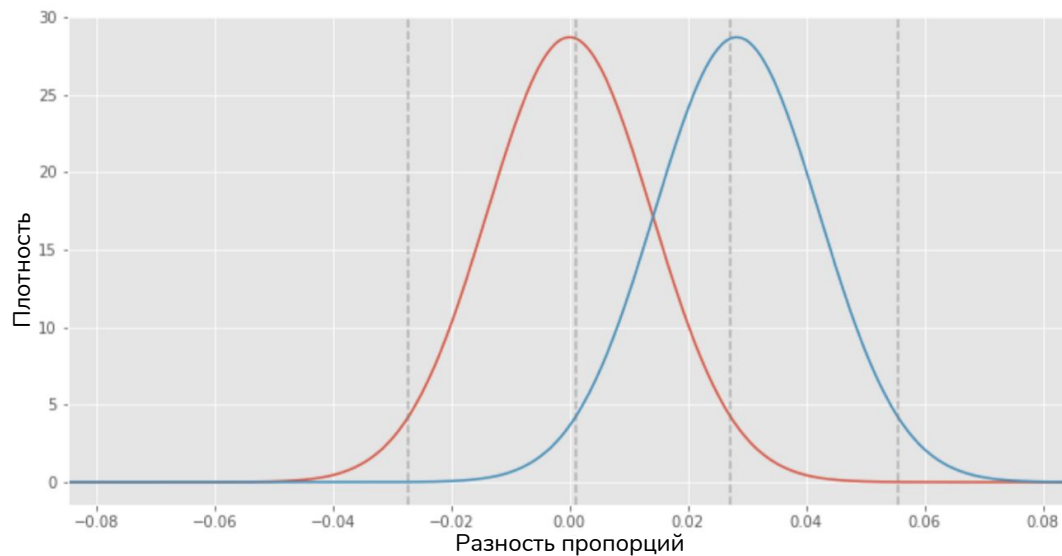
$$\begin{cases} H_0: d = 0 \\ H_1: d \neq 0 \end{cases}$$

При нулевой гипотезе, разность распределена: $\hat{d}_0 \sim Normal(0, SE_{pool})$

При альтернативной гипотезе, разность распределена: $\hat{d}_A \sim Normal(d, SE_{pool})$, где $d = p_B - p_A$

Статистические гипотезы: график

Визуализация нулевой (красная) и альтернативной (синяя) гипотез



Идея тестирования: наш пример

Предполагая, что нулевая гипотеза верна, посчитать вероятность получения такой же или более экстремальной разности пропорций.


Почему так?

Если разность в реальности равна нулю, то получить далекое от нуля значение можно с очень маленькой вероятностью. Эта вероятность называется **p-value**.

И что дальше? Где этот барьер, когда мы говорим: “Это настолько маленькая вероятность, что, пожалуй, разница в пропорциях должна быть”?

Этот барьер называется **уровнем значимости**. Или попросту “**альфа**”. И мы его выбираем сами!

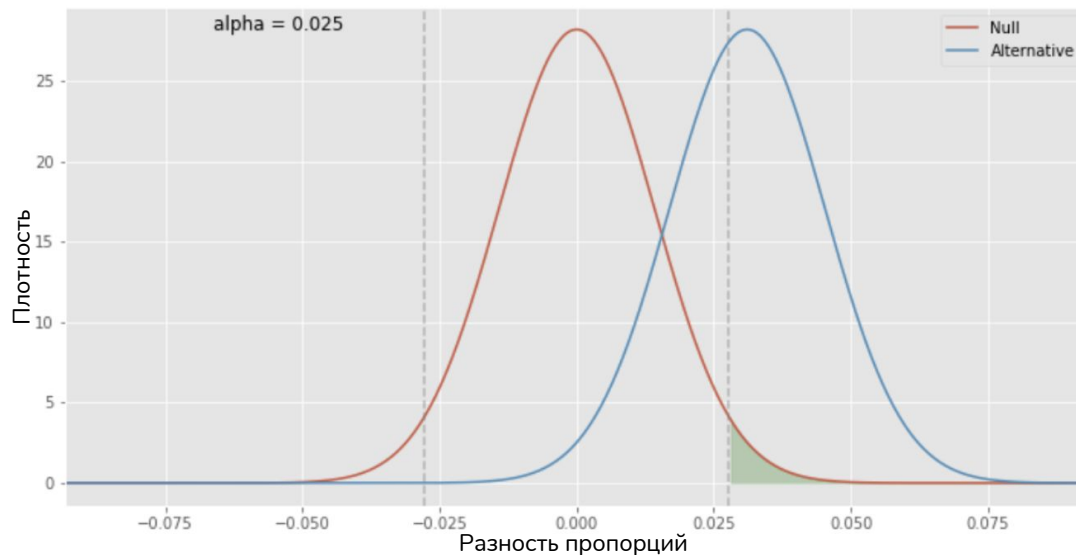
Альфа (aka ошибка первого рода)

Типичные значения альфы: 1%, 5%, 10%. В **Gett**  мы обычно выбираем 5%.

На графике зеленым отмечена $\alpha=2,5\%$.

Серые пунктирные линии - 95% интервал разности пропорций при нулевой гипотезе.

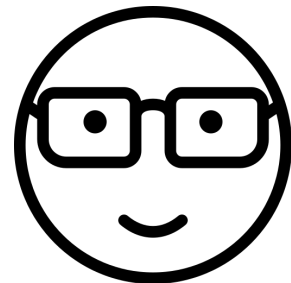
Интерпретация: вероятность отклонить корректную нулевую гипотезу.



“Мощность” / ”сила” теста

$$\text{Сила} = Pr(\text{отклонить } H_0 | H_1 \text{ верна})$$

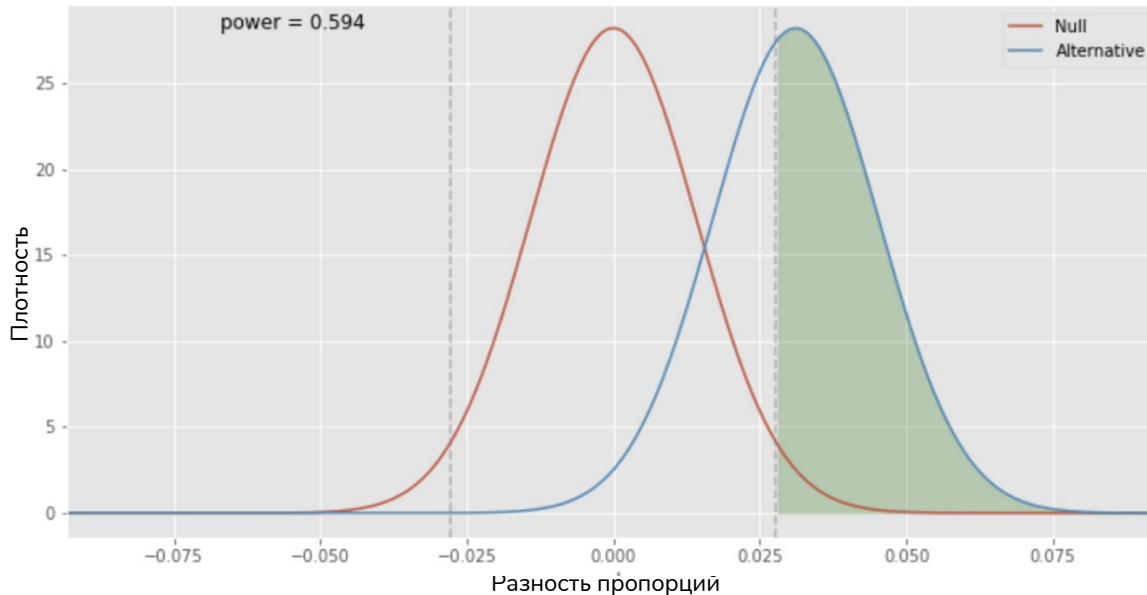
“Вероятность отклонить нулевую гипотезу при условии, что верна альтернативная”



“Мощность” / ”сила” теста

Мощность закрашена зеленым. Почему так?

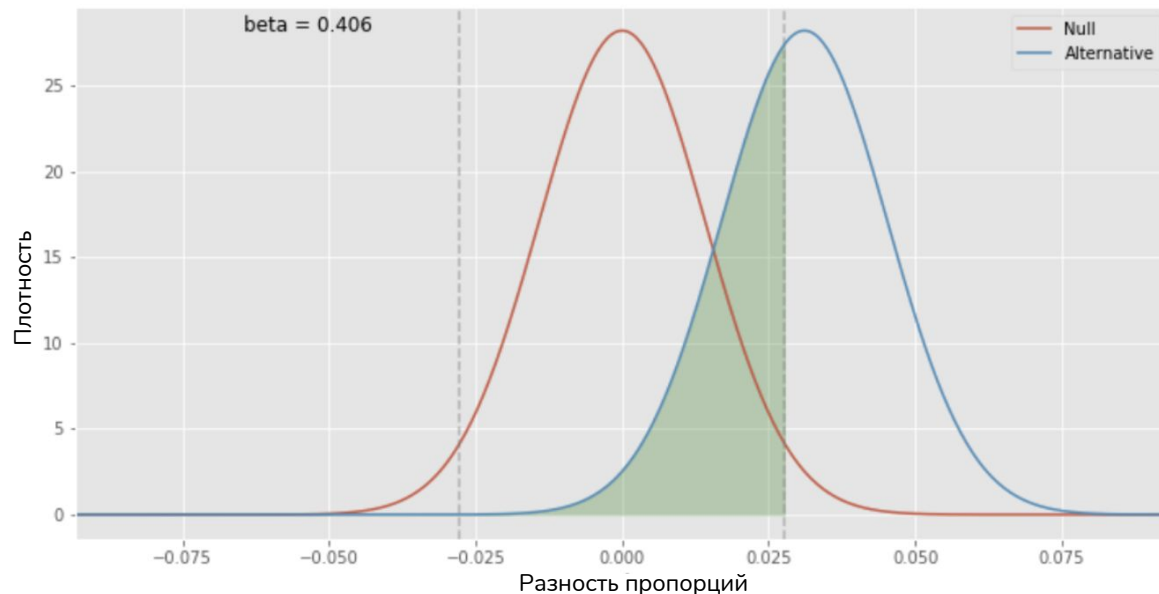
1. “Верна альтернативная” - то есть смотрим на площадь под синим графиком
2. “Отклонить нулевую гипотезу” - то есть смотрим справа от серого пунктира



Бета (aka ошибка второго рода)

Второй тип ошибки (закрашена зеленым), которую мы можем сделать: принять нулевую гипотезу при условии, что верна альтернатива

Интерпретация: вероятность принять неверную нулевую гипотезу.

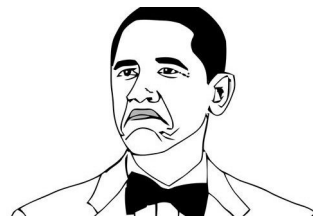
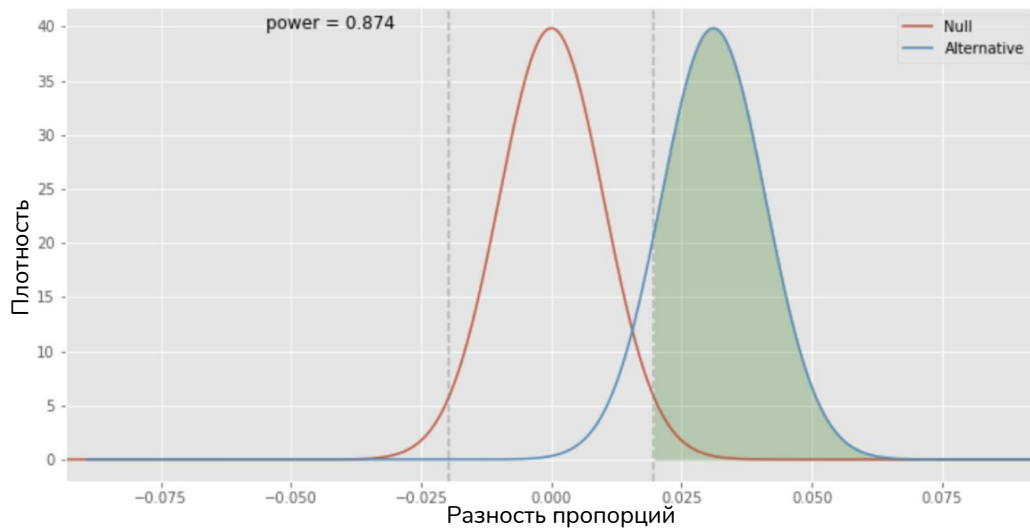


Видим, что мощность теста очень низкая (59%). Что
делать?



Увеличить выборку

Мощность заметно выросла (почти на 30 п.п.) (за счет уменьшения дисперсии разности)



И какой размер выборки оптимальный?



Калькуляторы необходимого размера выборки

1. <https://www.evanmiller.org/ab-testing/sample-size.html> - самый приятный
2. <https://www.optimizely.com/sample-size-calculator/?conversion=10&effect=20&significance=95> - тоже вариант

Как пользоваться?

Question: How many subjects are needed for an A/B test?

Baseline conversion rate: %

Minimum Detectable Effect: %

The Minimum Detectable Effect is the smallest effect that will be detected (1-β)% of the time.

☒ Absolute
☐ Relative

Conversion rates in the gray area will not be distinguishable from the baseline.

[[link](#)]

Sample size:

1,030

per variation





Statistical power 1-β: 80% Percent of the time the minimum effect size will be detected, assuming it exists

Significance level α: 5% Percent of the time a difference will be detected, assuming one does NOT exist

1. Вбиваем текущую конверсию
2. Вбиваем уровень значимости (alpha)
3. Вбиваем желаемую мощность теста (power)
4. Вбиваем minimal detectable effect (MDE) - то изменение в конверсии, которое хотим уметь корректно определять с заданными alpha & power

Длительность эксперимента

Сократится, если

- Размер выборок 
- Минимальный отслеживаемый эффект (aka MDE) 
- “Сила” теста (aka power) 
- Вероятность ошибки первого рода (aka alpha) 

Замечание

Калькуляторы предполагают нормальное распределение метрики. Более того, они **актуальны** только в случае работы **с конверсиями** (по крайней мере те, что есть в общем доступе)

Почему?

Потому что если метрика - не конверсия, то, формально говоря, ее распределение не известно. Значит, невозможно применять анализ, аналогичный тому, что мы изучили выше.

Как быть?

Обсудим через одну лекцию)

Чекпоинты по длительности теста

1. Посчитать минимальный размер каждой группы, соответствующий заданным параметрам (α , power, MDE) с помощью онлайн-калькулятора
2. Если в продукте присутствует эффект сезонности, держать тест в течение 1-2 циклов (aka недель)



QUESTION TIME

Практическое задание (45 мин)

- Пройдите опросник по результатам лекции (feedback + цель на курс)
- Используя тестовые данные (или ваши собственные), рассчитайте 5 метрик. Для каждой метрики:
 - 1) Посчитайте среднее
 - 2) Посчитайте медиану
 - 3) Посчитайте 95-персентиль
 - 4) Визуализируйте распределение частотным графиком и “ящиком с усами”. Есть ли распределения, напоминающие нормальное? *Со звездочкой: проверьте это с помощью теста на нормальность*
- Для АБ тестов, задействующих конверсии, рассчитайте необходимые размеры выборок

**Спасибо за
внимание!
Вы молодцы!**

Вопросы?

Спасибо за внимание

