Яндекс

Основы A/B-тестирования

Теория и практика

Чиркина Дарья,

Аналитик, Яндекс

МГТУ им. Н.Э.Баумана,

TU Wien

Цитата-напутствие

Хороший эксперимент со статистически-значимой отвергнутой $H1$ – это не проведённый эксперимент.

План лекции

1. [Практика] Business-value of A/B-test;
2. [Практика] Design A/B;
3. [Практика] Запуск эксперимента;
4. [Теория] Оценка полученных результатов: теоретические основы

1. Business-value of A/B-test

1. *Этап пред-подготовки и предварительного анализа*:
Выявление бизнес-целей проводимого эксперимента;
Формулировка цели. Объём аудитории.

2. *Формулировка гипотез*. Например, гипотеза: замена блока с иконкой сервиса «Журнал» на сниппеты (блоки с фото и кратким содержимым) статей принесёт увеличение переходов в раздел «Журнала»;

3. *Оценка* финансовых рисков и *стоимость* проведения эксперимента – преобладает ли возможный профит над фактическими затратами;

4. *Исследование аудитории.*

5. Пробуем оценить *стоимость* каждой гипотезы.

1. Business-value of A/B-test

1. *Этап пред-подготовки и предварительного анализа*: выявление бизнес-целей проводимого эксперимента; Какую *бизнес-цель* преследуем? Формулировка цели.
Объём аудитории, которую задействует наше изменение, какой profit мы можем получить на выходе и стоит ли он затрат на проведение эксперимента и внесение изменения;
Основная идея: иногда продуктового менеджера необходимо на цифрах убедить, что планируемое изменение - дорогостоящее и невыгодное, а также его окупаемость сомнительна;

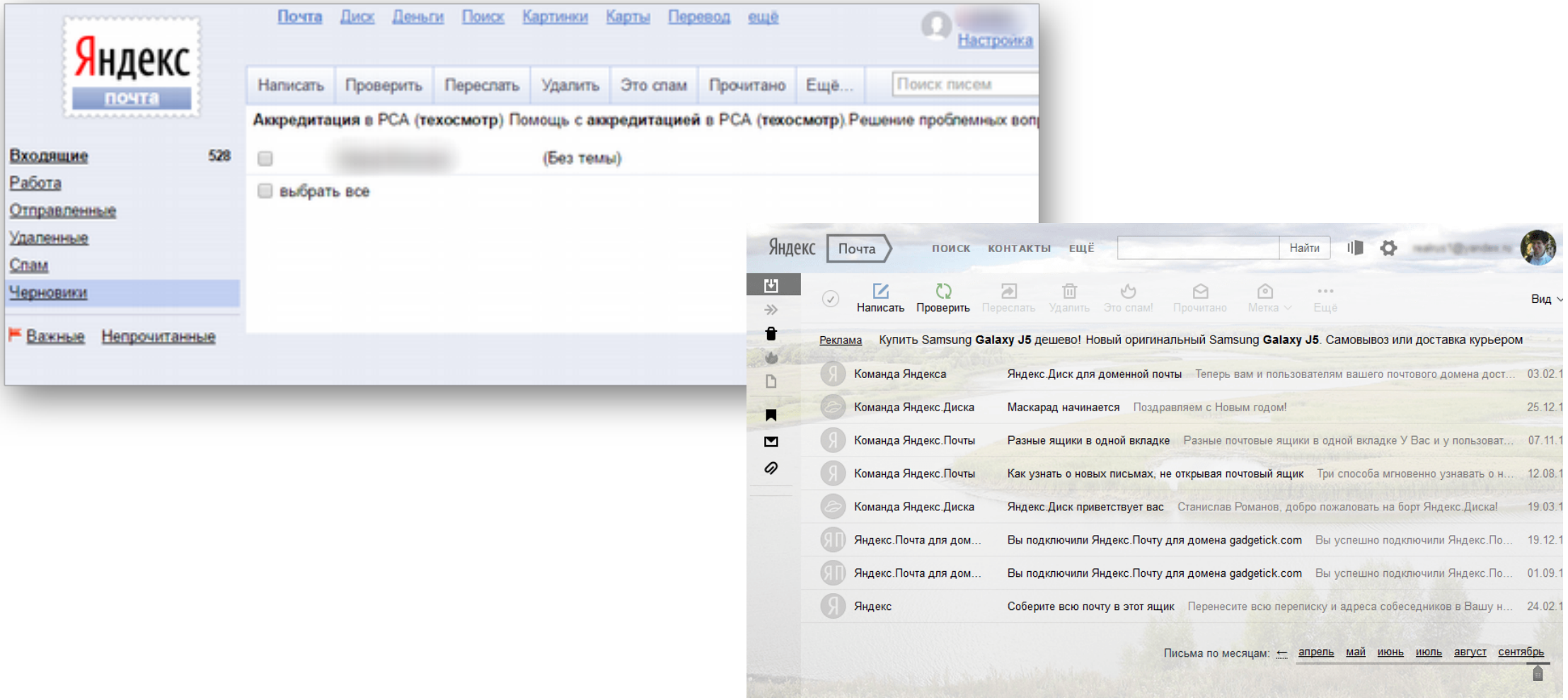
2. *Формулировка гипотез*. Например, гипотеза: замена блока с иконкой сервиса «Журнал» на сниппеты (блоки с фото и кратким содержимым) статей принесёт увеличение переходов в раздел «Журнала»;

3. *Оценка* финансовых рисков и *стоимость* проведения эксперимента – преобладает ли возможный профит над фактическими затратами;

4. *Исследование аудитории*, которую может задействовать эксперимент (*потребности* и ёмкость рынка) – до начала проектирования эксперимента;

5. Пробуем оценить *стоимость* каждой гипотезы – в зависимости от ожидаемого профита строим приоритеты – в каком порядке гипотезы проверять (сначала – самые профитные; оценка – по опыту: например, мы можем привлечь +10% звонков или +10% покупок и это принесёт 2 000 у.е. выручки)?

Пример: redesign почты



2. Design A/B

1. Аналитическая сторона вопроса: оценка размера группы и продолжительности проведения теста;

2. Выбор метрик исходя из бизнес-задачи:

- churn-rate, retention;
- конверсионные метрики:

  1) из перехода на сайт – переход в корзину, в листинг, etc.;

  2) из показа карточки товара в listing’е в просмотр карточки;

  3) из просмотра карточки товара – в просмотр телефона магазина продавца или звонок, добавление в корзину, оплату товара из корзины, etc.

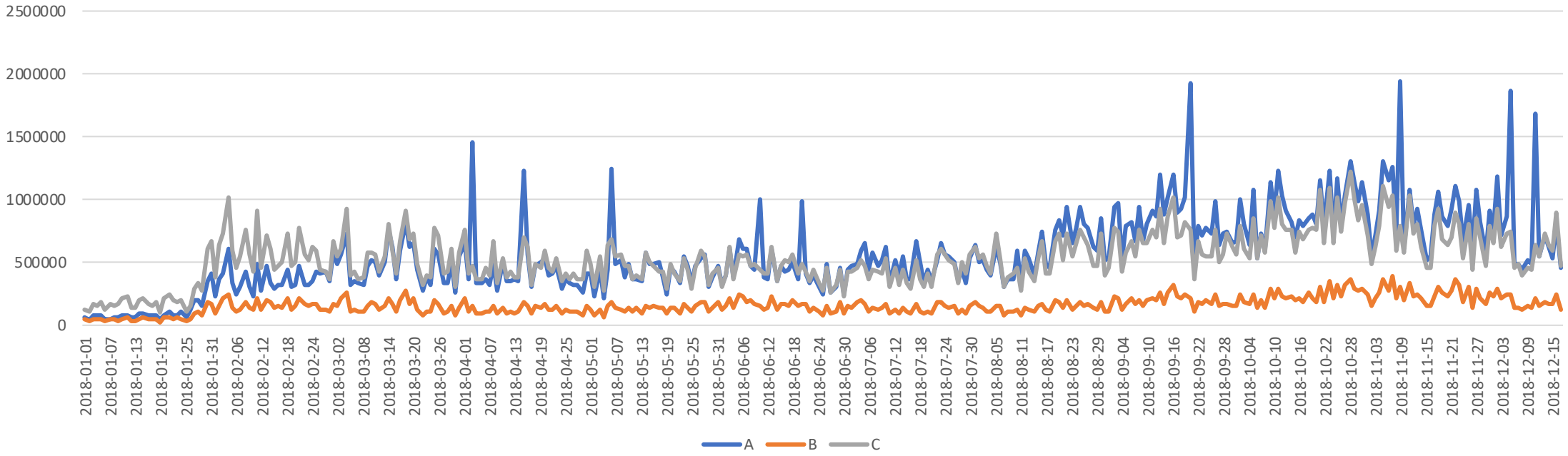
- относительные (на пользователя – поюзерные, на bucket – побакетные)
- абсолютные метрики (количество пользователей, перешедших на сайт, купивших услугу; количество купленных услуг, суммарная выручка)

3. Техническая сторона вопроса:

- формирование preliminary-ТЗ (дизайнерам и разработчикам), принципы разбиения пользователей на bucket'ы, составление схемы логирования;

3. Запуск эксперимента

- Как проверяем, что наш эксперимент идёт в штатном режиме (основная идея - аналитик держит руку на пульсе и проверяет за группами тестирования и разработки);



4. Оценка полученных результатов

- Теоретический базис: основные понятия
- Виды выборок и A/B-экспериментов
- Основные критерии и границы их применения
- Оценка размера выборки
- Методы приведения выборок к нормальному виду

Виды выборок

- **Связанные** (зависимые, парные) – каждое наблюдение одной выборки неразрывно связано (находится в паре) с одним из наблюдений другой выборки;

- **Несвязанные** (независимые) – выборки, в которые объекты исследования набирались независимо друг от друга;

Типы проводимых экспериментов

- Повторные измерения;
- Множественные тесты;
- A/A-тесты

Основные понятия

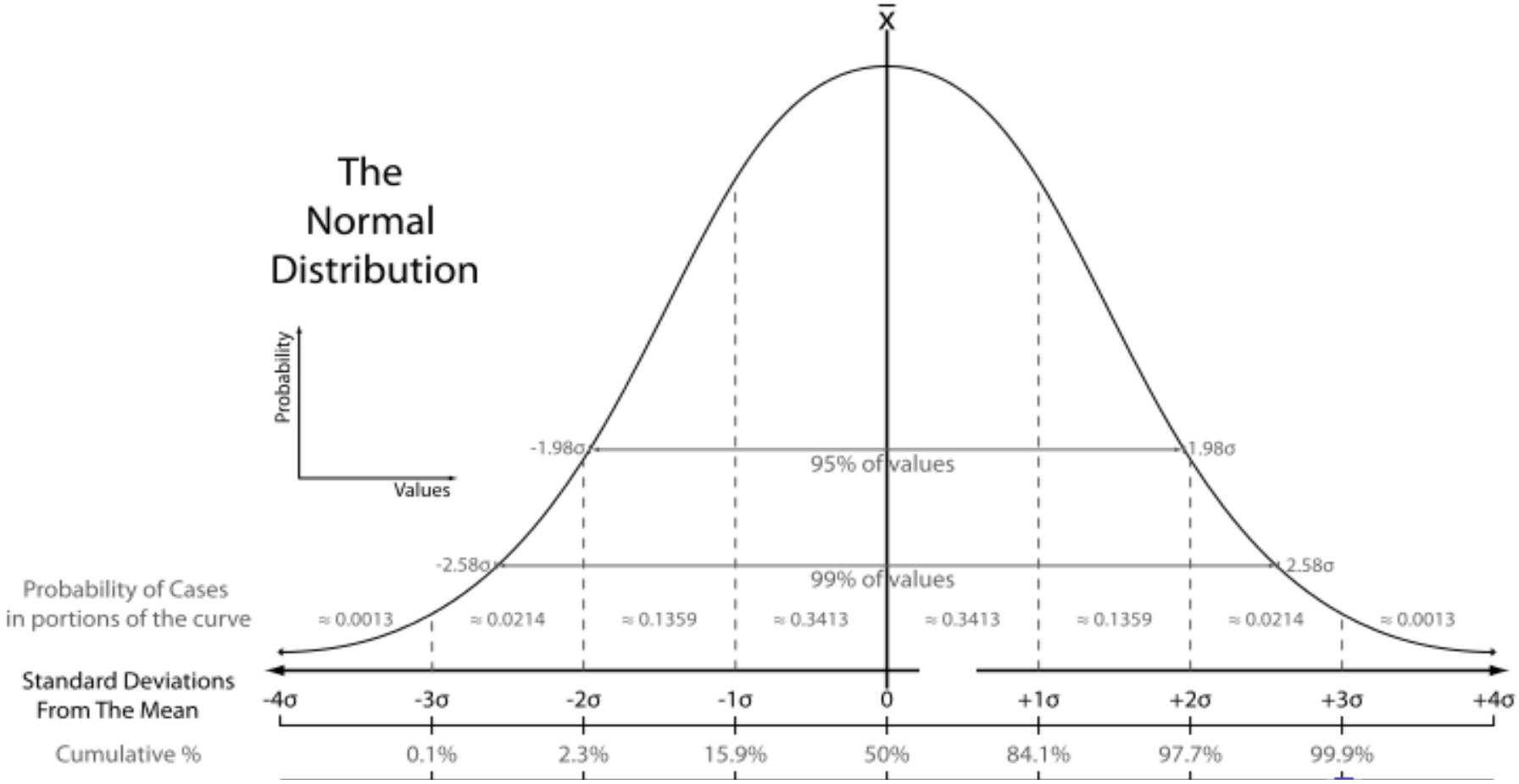


Рис. 1. Гистограмма нормального распределения

- **H0** – **основная** гипотеза (о сходстве):

  μ(A) == μ(B);

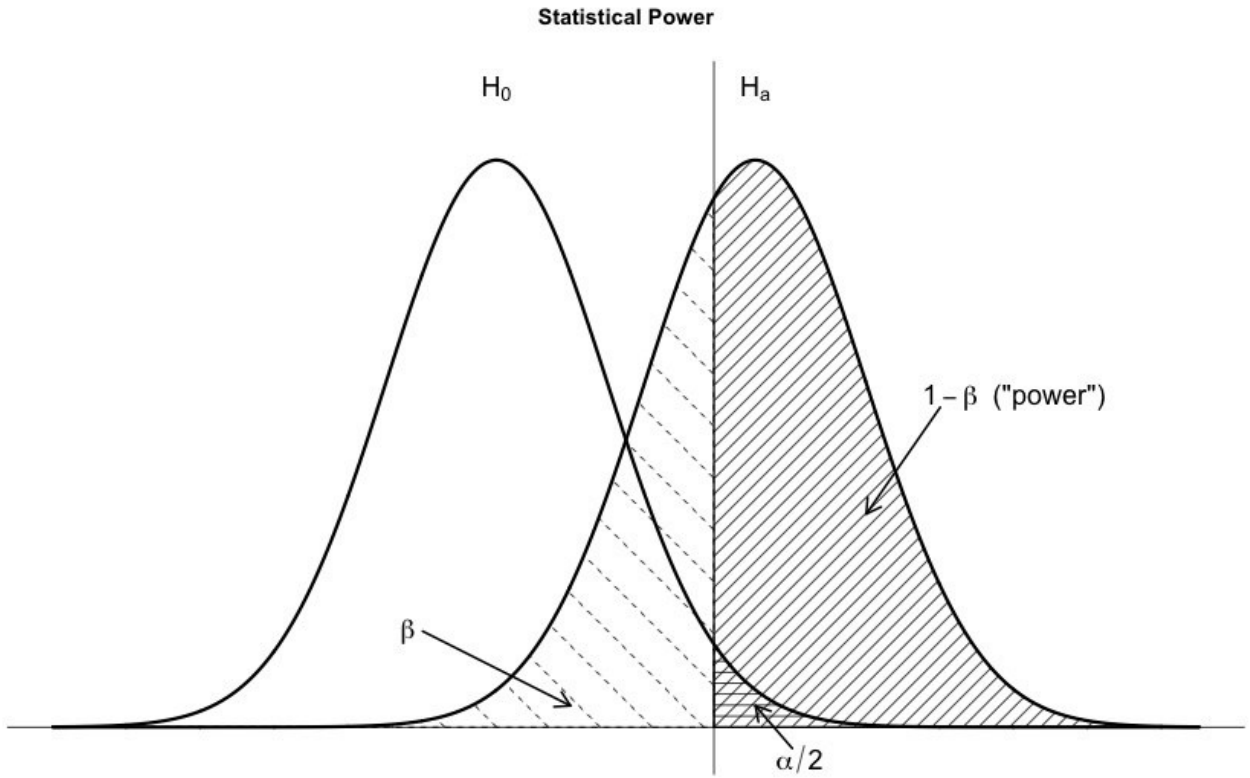
- **H1** – **альтернативная** гипотеза (о различии):

  μ(A) != μ(B);

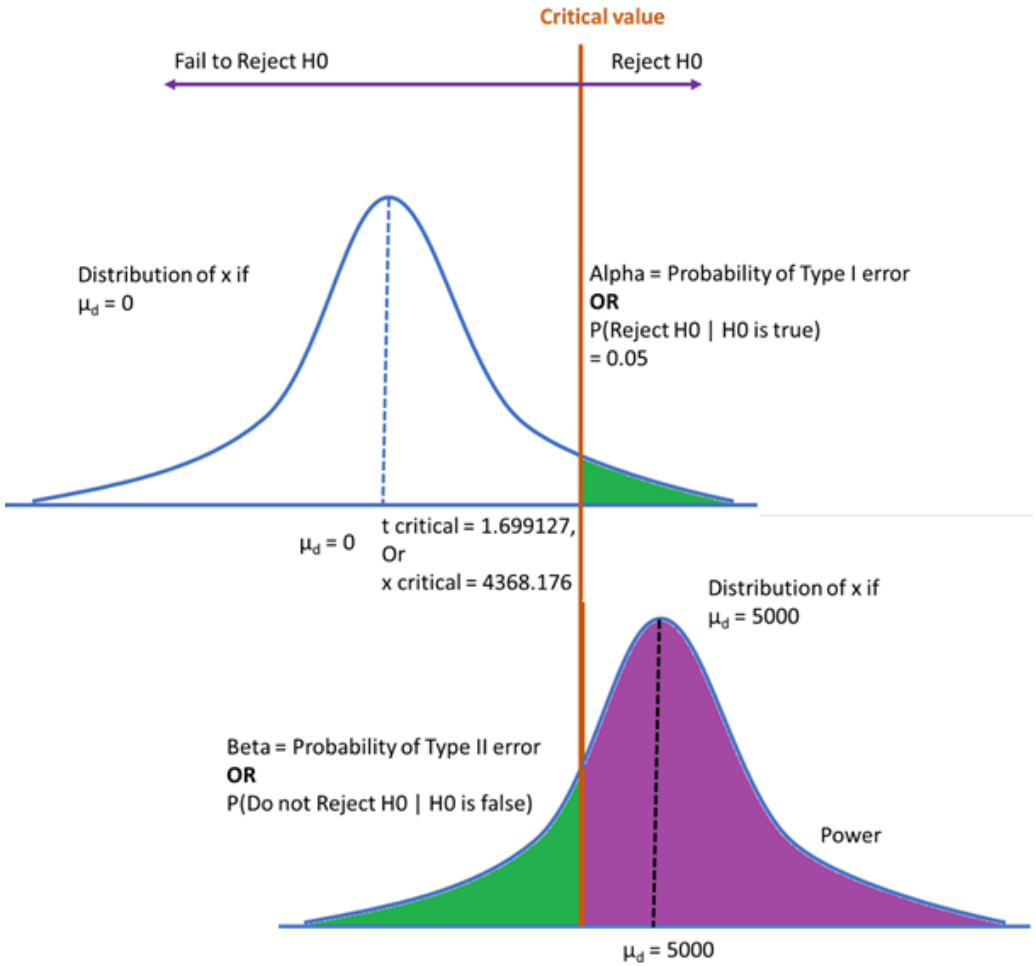
Виды гипотез. Confusion matrix

		Верная гипотеза	
Результат применения критерия		H0	H1
	H0	H0 **верно принята** (true positive)	H0 **неверно принята** (ошибка второго рода – «пропуск цели», false positive)
	H1	H0 **неверно отвергнута** (ошибка первого рода – «ложная тревога», false negative)	H0 **верно отвергнута** (true negative)

Уровень значимости и мощность критерия на гистограмме



Принцип принятия и отвержения гипотезы



Виды статистических критериев (I)

- **Параметрические** – основаны на конкретном типе распределения:

1) T-Критерий Стьюдента;
2) Z-критерий Фишера;
3) F-критерий Фишера;
4) χ^2-критерий Пирсона;

- **Непараметрические** - не базируется на предположении о типе распределения генеральной совокупности и не использует параметры этой совокупности:

1) T-Критерий Уилкоксона;
2) U-Критерий Манна-Уитни;
3) Критерий Колмогорова;
4) Q-Критерий Розенбаума

Виды статистических критериев (II)

- Критерии согласия:

1) Критерий Колмогорова-Смирнова;
2) Критерий хи-квадрат (Пирсона);
3) Критерий Шапиро-Уилкса;

- Критерии сдвига (проверка равенства групп):

1) Критерий Стьюдента;
2) Критерий Уилкоксона;
3) Критерий Манна-Уитни;

- Критерии однородности (например, проверки на равенство дисперсий):

1) Критерий Барлетта;
2) Критерий Левенна;

Основные статистики

- Выборочное среднее:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{1}{n}(x_1 + \ldots + x_n)$$

- Смещённая оценка дисперсии:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}.$$

- Среднеквадратическое отклонение (несмещённая оценка дисперсии):

$$S_0 = \sqrt{\frac{n}{n-1}S^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}$$

- Математическое ожидание:

$$M[X] = \sum_{i=1}^{\infty} x_i\, p_i$$

Т-Критерий Стьюдента

Проверяется равенство средних в 2-х выборках;

- **Границы применимости**:

1) Равенство дисперсий;
2) Выборки имеют вид нормального распределения;
3) Неизвестна дисперсия генеральной совокупности;
4) Размер выборки < 30 (для малых выборок)

- **Статистика**:

1) одновыборочный критерий:

$$H_0 : E(X) = m \qquad t = \frac{\overline{X} - m}{s_X / \sqrt{n}}$$

2) критерий для независимых выборок:

$$H_0 : \ M_1 = M_2 \qquad t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Оценка размера группы для t-test’а

- Необходимая мощность исследования **(1 – β)** :

  Мощность *= **P**(отвергнуть **H0** | **H1** is true)*

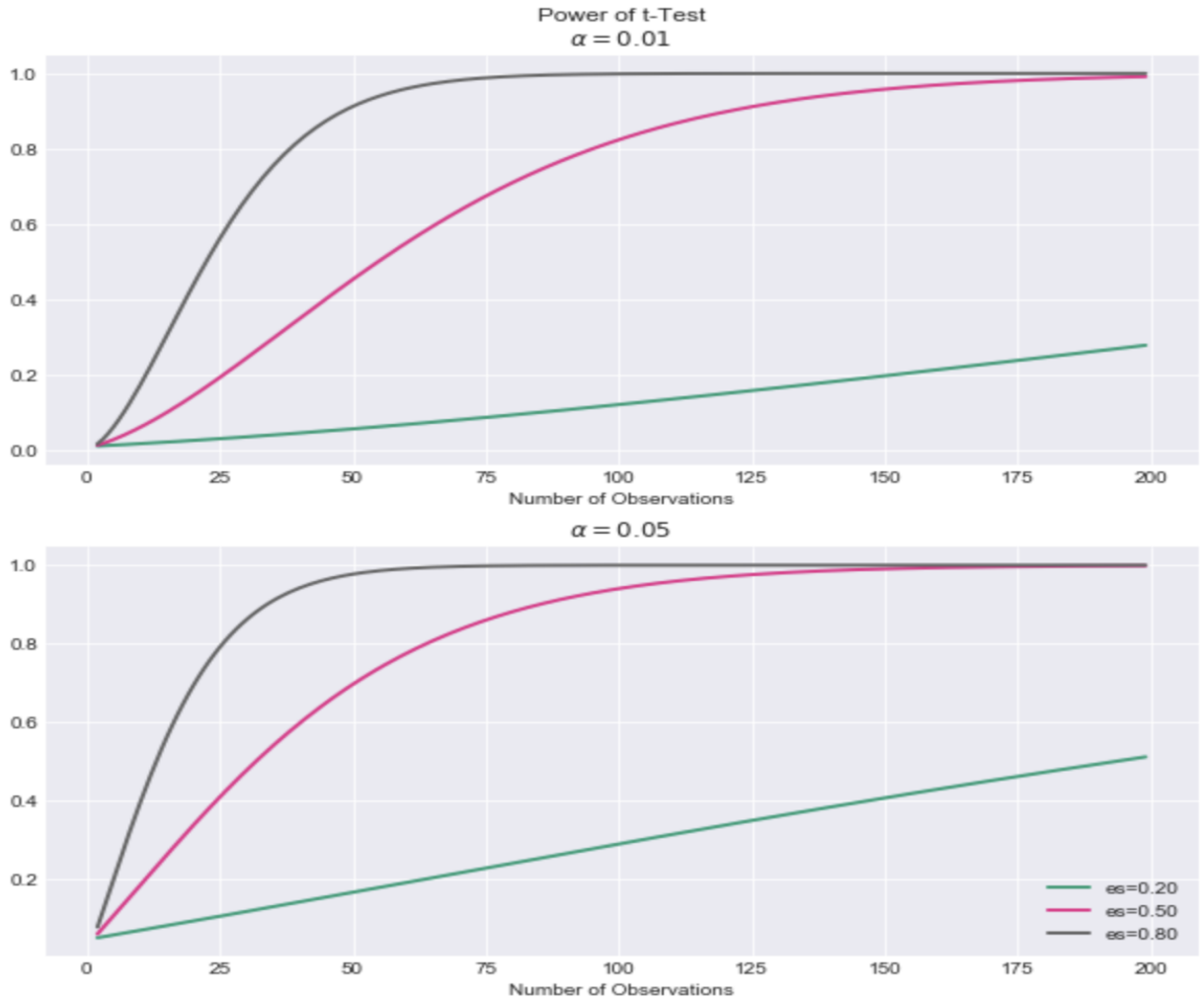
  Мощность *= 1 – **P**(принять **H0** | **H0** is false)*

  Стандартная: 80%, **β *= 0.8***, $Z_{(1-\beta)}$ = **0.8416**
- Необходимый уровень статистической значимости **α**:

  Стандартная: 5%, **α *= 0.05***, Z_{α} = **1.96**
- **Размер эффекта Δ**: наша оценка – какую дельту между группами мы хотим увидеть?
- **Формула**:

$$n = \frac{2\left(Z_{\alpha} + Z_{1-\beta}\right)^{2\sigma 2,}}{\Delta^2}$$

Оценка размера группы для t-test’a



Z-Критерий Фишера

Проверяется равенство средних в 2-х выборках;

- **Границы применимости**:

1) Равенство дисперсий;
2) Выборки имеют вид нормального распределения;
3) Известна дисперсия генеральной совокупности;
4) Размер выборки > 30 (для больших выборок)

- **Статистика**: $H_0 : M_x = m$ $z_{\overline{X}} = \frac{\overline{X} - m_{H_o}}{\sigma/\sqrt{\mathrm{n}}}$

Методы приведения распределения к нормальному: ЦПТ и метод подгрупп

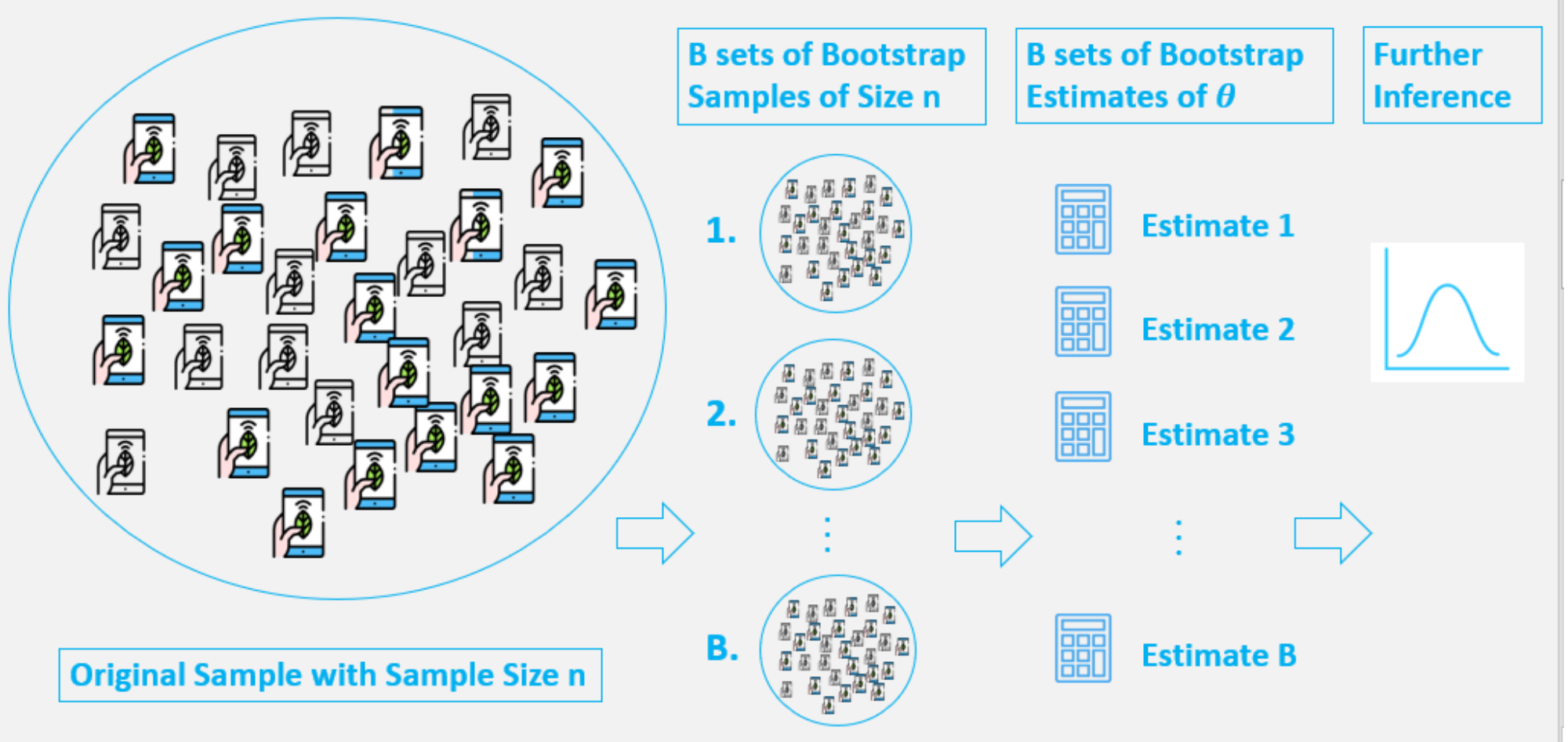
- **Центральная предельная теорема:**

”Сумма **большого** количества **независимых случайных** величин, имеющих примерно **одинаковые** масштабы (ни одно из слагаемых не вносит в сумму определяющего вклада), имеет распределение, близкое к **нормальному**.”

- **Метод sub-bucket’ов**:

Суть: разбить существующие **группы** (bucket’ы) на **подгруппы** (sub-bucket’ы) и, соответственно, взяв **средние значения** по подгруппам для каждого из bucket’ов, мы можем получить распределение, близкое к нормальному.

Методы приведения распределения к нормальному: Bootstrap



Методы приведения распределения к нормальному

- **Метод bootstrap**:

Суть: случайным образом, с повторениями, выбираются размещения из генеральной совокупности (исходной выборки) с возвращением. На выходе формируются средние (или медианы, суммы, etc.) от средних для каждой из сформированных подвыборок.

Метод реализован в библиотеке **Facebook Bootstrapped**:

https://github.com/facebookincubator/bootstrapped

- **Практическое задание**:

https://github.com/DilemmaLab/hse/blob/master/ab_bootstraping.py

Дополнительная информация:

- **Coursera**: курс “Построение выводов по данным”:
- https://ru.coursera.org/learn/stats-for-data-analysis

- **Statistica.ru**: теория:
- http://statistica.ru/theory/proverka-gipotez/

- **MachineLearning.ru**: теория:
- http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Проверка_статистических_гипотез

- **TowardsDataScience.com**: статьи с практическими примерами:
- https://towardsdatascience.com/how-to-use-python-to-figure-out-sample-sizes-for-your-study-871f0a76a19c
- https://towardsdatascience.com/introduction-to-power-analysis-in-python-e7b748dfa26