

Анализ мощности, часть 1

Математические методы в зоологии - на R, осень 2013

Марина Варфоломеева

Каф. Зоологии беспозвоночных, СПбГУ

Экономим силы с помощью анализа мощности

- Статистические ошибки при проверке гипотез
- Мощность статистического теста
- *A priori* анализ мощности
- Оценка величины эффекта

Вы сможете

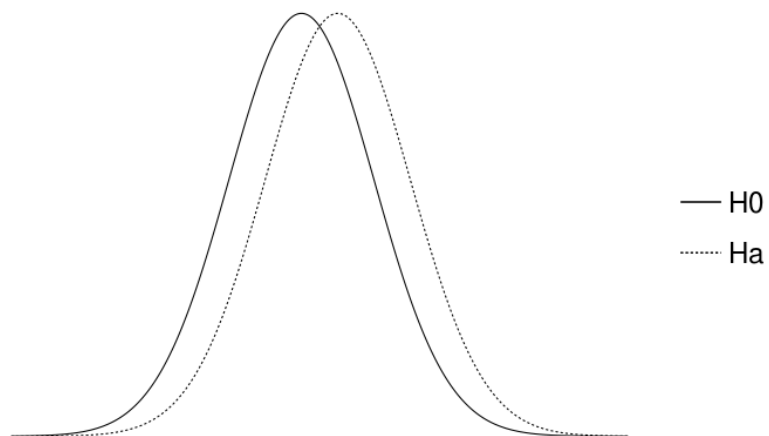
- дать определение ошибок I и II рода, и графически изобразить их отношение к мощности теста
- оценивать величину эффекта и необходимый объем выборки по данным пилотного исследования
- загружать данные из .xls в R
- строить гистограммы и боксплоты с помощью ggplot2

Статистические ошибки при проверке гипотез

Типы ошибок при проверке гипотез

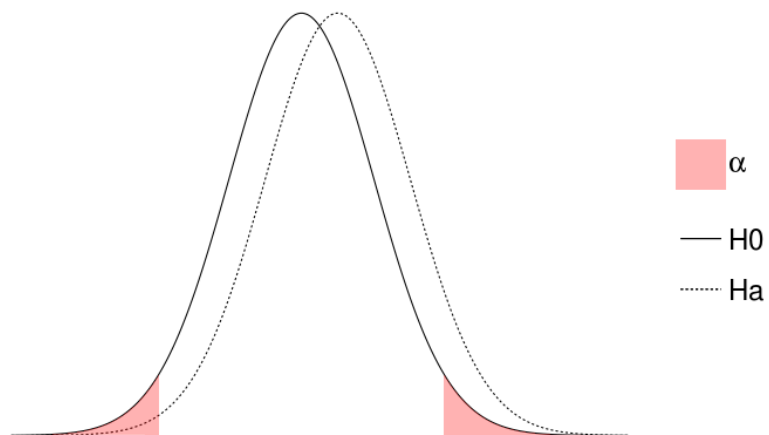
	$H_0 == \text{TRUE}$	$H_0 == \text{FALSE}$
Отклонить	Ошибка I рода	Верно
H_0	Ложно-положительный результат	Положительный результат
Сохранить	Верно	Ошибка II рода
H_0	Отрицательный результат	Ложно-отрицательный результат

Вероятности гипотез



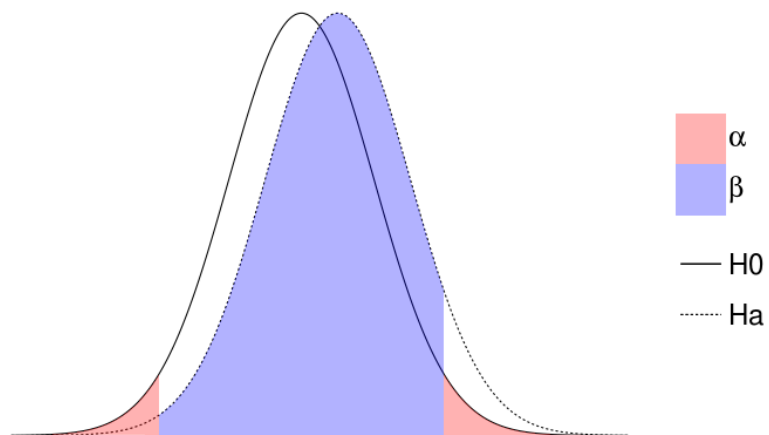
Ошибки I рода

H_0 верна, но отвергнута, найдены различия - ложно-положительный результат



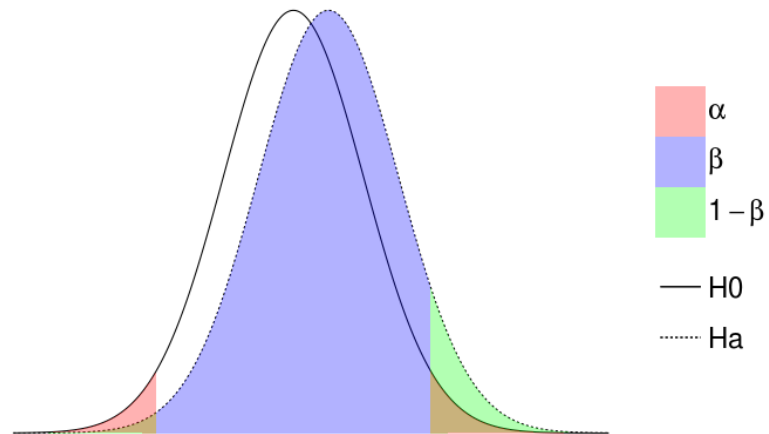
Ошибки II рода

H_0 не верна и сохранена, не найдены различия - ложно-отрицательный результат



Мощность теста

способность выявлять различия



$$Power = 1 - \beta$$

Анализ мощности

A priori

- какой нужен объем выборки, чтобы найти различия с разумной долей уверенности?
- различия какой величины мы можем найти, если известен объем выборки?

Post hoc

- смогли бы мы найти различия при помощи нашего эксперимента (α , n), если бы величина эффекта была X ?

A priori анализ мощности

Для a priori анализа нужно знать

- тест
- уровень значимости
- желаемая мощность теста—80%
- ожидаемая величина эффекта

Пример: Заповедник спасает халиотисов *

Лов халиотисов (коммерческий и любительский) запретили, организовав заповедник.

Стало ли больше моллюсков через несколько лет? (Keough, King, 1991)

* - Данные из Quinn, Keough, 2002, Box 9-5, Fig 9-7

Что мы знаем для a priori анализа?

- тест
- уровень значимости
- желаемая мощность теста
- ожидаемая величина эффекта

Что мы знаем для a priori анализа?

- тест — t -критерий
- уровень значимости — $\alpha = 0.05$
- желаемая мощность теста — 80%
- ожидаемая величина эффекта — ?

Величина эффекта

Величина эффекта

d Коэна (Cohen's d)

$$d = \frac{\bar{\mu}_1 - \bar{\mu}_2}{\sigma}$$

Как оценить стандартное отклонение для расчета величины эффекта?

$$d = \frac{\bar{\mu}_1 - \bar{\mu}_2}{\sigma}$$

- как среднеквадратичное стандартное отклонение (d Коэна)

$$d = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}}$$

- как обобщенное стандартное отклонение (g Хеджа)

$$g = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}}$$

Как оценить ожидаемую величину эффекта?

- Пилотные исследования
- Литература
- Общебиологические знания
- Технические требования

Величина эффекта из общих соображений

Яков Коэн (1982)

сильные, умеренные и слабые эффекты

```
library(pwr)  
cohen.ES(test = "t", size = "large")
```

```
##  
##      Conventional effect size from Cohen (1982)  
##  
##          test = t  
##          size = large  
##      effect.size = 0.8
```

Рассчитайте

величину умеренных и слабых эффектов для t-критерия

```
library()  
cohen.ES()
```

Подсказка: обозначения можно посмотреть в файлах справки

```
help(cohen.ES)  
?cohen.ES  
cohen.ES # курсор на слове, нажать F1
```

Величина эффекта из пилотных данных

σ - стандартное отклонение плотности халиотисов:

Плотность крупных халиотисов на 50м^2

$$\bar{x} = 47.5$$

$$SD = 27.7$$

Величина эффекта из пилотных данных

$\bar{\mu}_1 - \bar{\mu}_2$ - средний вылов халиотисов в год:

- Масса выловленных -> размер -> численность -> плотность
- Коммерческий лов ~ любительский лов

Коммерческий лов = 11.6 экз. м^{-2}

Коммерческий + любительский лов = 23.2 экз. м^{-2}

Данные для анализа мощности собраны

```
alpha <- 0.05  
power <- 0.80  
sigma <- 27.7 # варьирование плотности халиотисов  
diff <- 23.2 # ожидаемые различия плотности халиотисов  
effect <- diff/sigma # величина эффекта  
effect
```

```
## [1] 0.838
```


Считаем объем выборки

```
pwr.t.test(n = NULL, d = effect, power = power, sig.level = alpha,  
           type = "two.sample", alternative = "two.sided")
```

```
##  
##      Two-sample t test power calculation  
##  
##              n = 23.4  
##              d = 0.838  
##      sig.level = 0.05  
##              power = 0.8  
##      alternative = two.sided  
##  
## NOTE: n is number in *each* group
```

- Чтобы с вероятностью 0.8 выявить различия плотности халиотисов в местах, где лов разрешен и запрещен, нужно обследовать **по 24 места каждого типа**, если мы верно оценили величину эффекта.

Рассчитайте

сколько нужно обследовать мест, чтобы обнаружить слабый эффект с вероятностью 0.8, при уровне значимости 0.01

```
cohen.ES()  
pwr.t.test()
```

```
cohen.ES(test = "t", size = "small")
```

```
##  
##      Conventional effect size from Cohen (1982)  
##  
##          test = t  
##          size = small  
##      effect.size = 0.2
```

```
pwr.t.test(n = NULL, d = 0.2, power = 0.8, sig.level = 0.01,  
           type = "two.sample", alternative = "two.sided")
```

```
##  
##      Two-sample t test power calculation  
##  
##              n = 586  
##              d = 0.2  
##      sig.level = 0.01  
##              power = 0.8  
##      alternative = two.sided  
##  
## NOTE: n is number in *each* group
```

Пример: Улитки на устрицах в мангровых зарослях *

В каких зонах мангровых зарослей на устрицах предпочитают обитать улитки?

Minchinton, Ross, 1999

- Зона зарослей - 4 (по 5 проб - число улиток на раковинах устриц)
 - LZ - ближе к земле,
 - MZ - средняя часть, с деревьями,
 - SZ(-TR) - ближе к морю, с деревьями
 - SZ(+TR) - ближе к морю, без деревьев
- Сайт - 2
 - A
 - B

* - Данные из Quinn, Keough, 2002, Box 9-5, Fig 9-7

Читаем данные из файла

Не забудьте войти в вашу директорию для матметодов, например, так

```
# setwd("C:\\Мои\ документы\mathmethR\\") # в Windows  
# setwd(/home/yourusername/mathmethR/) # в Linux
```

```
library(XLConnect)  
wb <- loadWorkbook("./data/minch.xls")  
minch <- readWorksheet(wb, sheet = 1)
```

```
# можете попробовать, что получится  
minch  
head(minch)
```

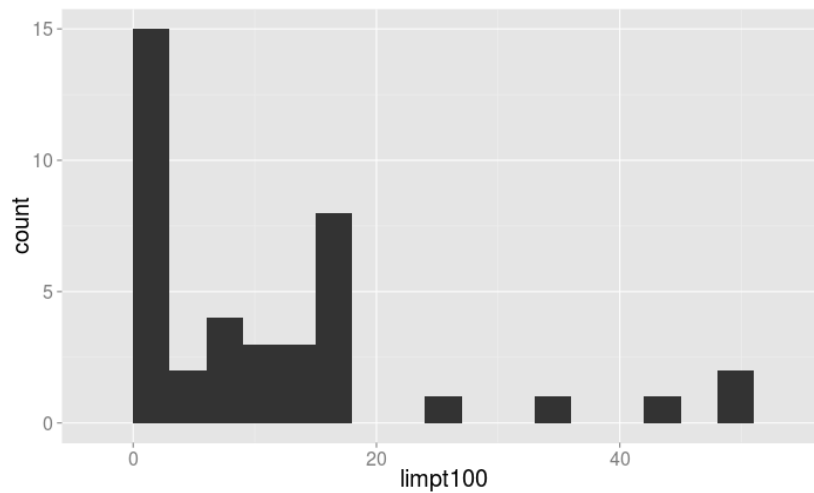
Структура данных

```
str(minch)
```

```
## 'data.frame':  40 obs. of  6 variables:
## $ Coll      : chr  "1" "2" "3" "4" ...
## $ site      : chr  "A" "A" "A" "A" ...
## $ zone      : chr  "SZ(-TR)" "SZ(-TR)" "SZ(-TR)" "SZ(-TR)" ...
## $ limpt     : num  0.16 0.11 0.1 0.16 0.15 0.12 0 0.03 0.05 0.43 ...
## $ limpt100: num  16 11 10 16 15 12 0 3 5 43 ...
## $ sqlim100: num  4 3.32 3.16 4 3.87 ...
```

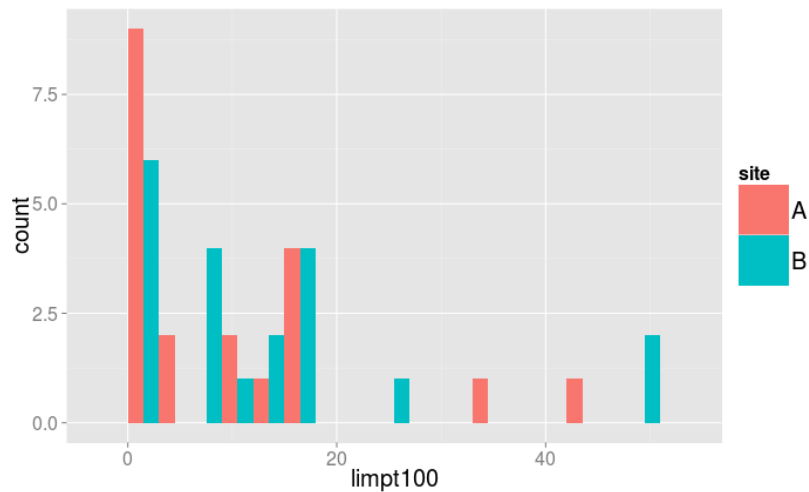
Гистограмма числа улиток

```
library(ggplot2)
ggplot(data = minch, aes(x = limpt100)) + geom_histogram(stat = "bin", binwidth = 3)
```



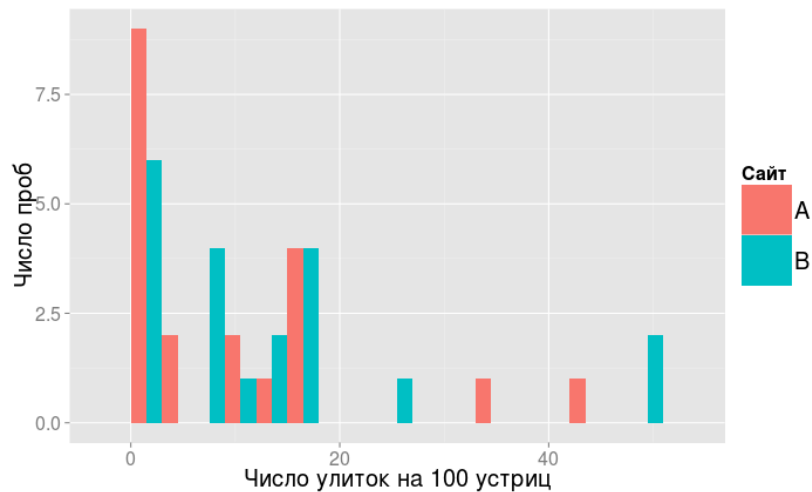
Раскрашиваем гистограмму

```
hp <- ggplot(data = minch, aes(x = limpt100, fill = site)) +  
  geom_histogram(stat = "bin", binwidth = 3, position = "dodge")  
hp
```



Называем оси, если нужно

```
hp <- hp +  
  labs(x = "Число улиток на 100 устриц", y = "Число проб", fill = "Сайт")  
hp
```



Чтобы не переписывать все

```
# меняем только эстетику  
hp + aes(fill = zone) +  
  labs(fill = "Зона литорали")
```

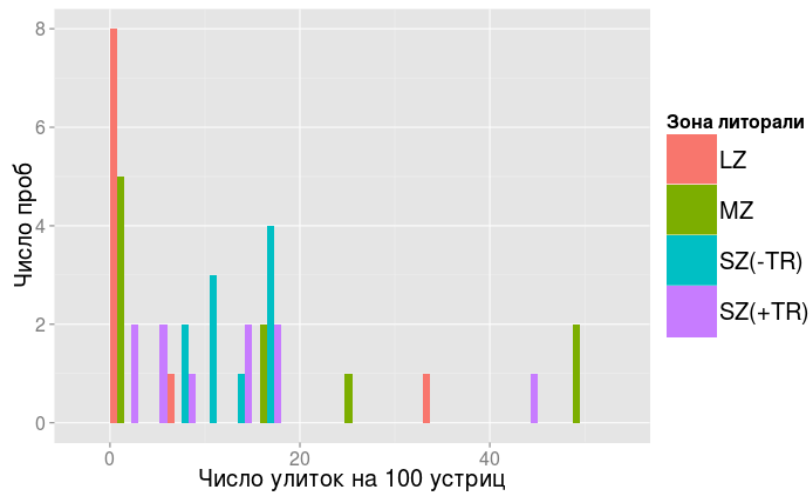
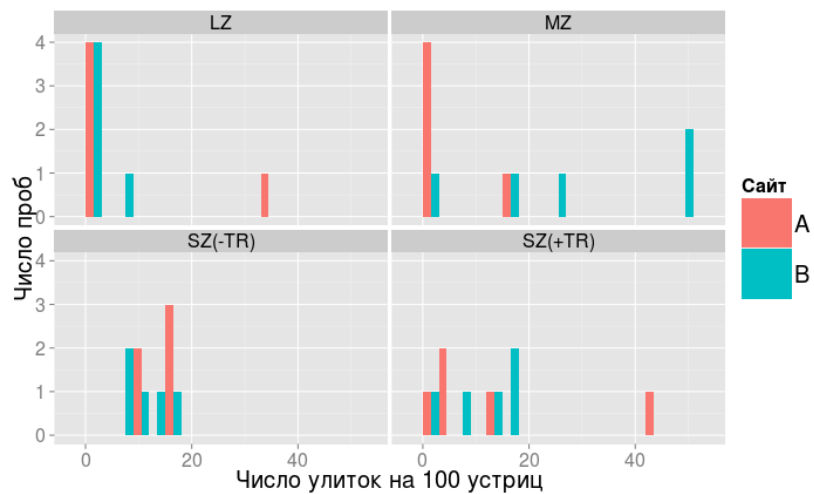


График с панелями

```
hp + facet_wrap(~ zone)
```



Поэкспериментируйте

с панелями

Что происходит, если мы выбираем другие переменные? Почему?

Какие еще бывают варианты разбивки на панели?

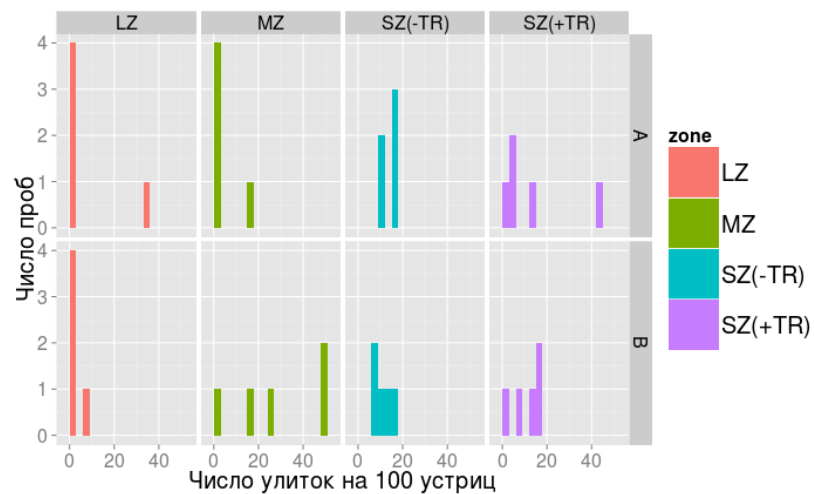
Подсказка: напишите `facet` и нажмите `Ctrl+Space`

Что будет если менять `fill` и `facet` одновременно?

```
ggplot()  
aes()  
geom_histogram()  
facet_wrap()
```

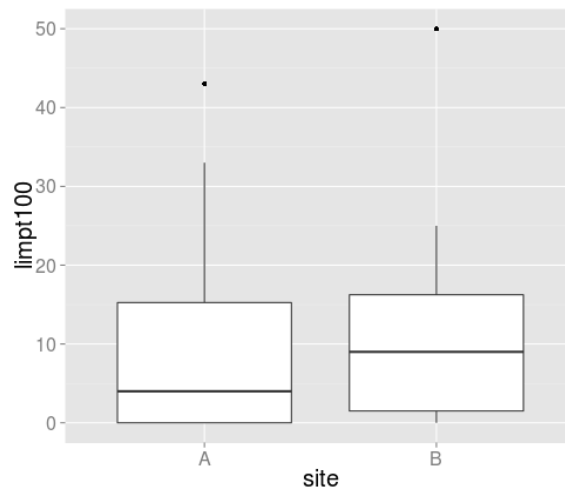
```
# hp + aes(fill = limpt100) # ошибка, т.к. непрерывная шкала, вместо дискретной
# у эстетики должна быть дискретная шкала
```

```
# одновременно панели и раскрашивание
hp + facet_grid(site~zone) + aes(fill = zone)
```



Боксплоты числа улиток

```
bp <- ggplot(data = minch, aes(x = site, y = limpt100)) +  
  geom_boxplot()  
bp
```



Дома самостоятельно поэкспериментируйте

с панелями `facet` и с эстетиками `fill` и `colour`

Что будет, если мы выберем другие переменные?

Опишите форму и разброс распределения улиток в двух сайтах
Симметрично? Похоже ли на нормальное?

```
ggplot()  
aes()  
geom_boxplot()  
facet_wrap()
```


...и постройте

боксплот и гистограмму переменной **sqlim100** (квадратный корень из численности улиток) для двух сайтов

Подсказка: x и y это тоже эстетики, поэтому можно использовать предыдущие графики

Стало ли распределение больше походить на нормальное?

```
ggplot()  
geom_histogram()  
geom_boxplot()  
aes()
```

Дополнительные ресурсы

- Quinn, Keough, 2002, pp. 164-170
- Open Intro to Statistics: [4.6 Sample Size and Power](#), pp. 193-197
- Sokal, Rohlf, 1995, pp. 167-169.
- Zar, 1999, p. 83.
- [R Data Analysis Examples - Power Analysis for Two-group Independent sample t-test. UCLA: Statistical Consulting Group.](#)
- [R Data Analysis Examples - Power Analysis for One-sample t-test. UCLA: Statistical Consulting Group.](#)
- [FAQ - How is effect size used in power analysis? UCLA: Statistical Consulting Group.](#)