# Тема 1: Основы R

# Содержание

- Преимущества R
- Список литературы
- Обзор возможностей R
- Интерфейс R
- Рабочая среда R
- Помощь R
- Пакеты R
- Сохранение результатов
- Использование результатов

# Преимущества R

- Бесплатное программное обеспечение
- Доступно на Windows, Unix, Mac OS
- Широкие возможности проведения статистического анализа (в т.ч. методы, недоступные в других пакетах)
- Интуитивно понятный объектно-ориентированный язык высокого уровня
- Широкие возможности графической визуализации результатов анализа

# Список литературы

Each of the following tutorials are in PDF format.

- P. Kuhnert & B. Venables, An Introduction to R: Software for Statistical Modeling & Computing
- J.H. Maindonald, Using R for Data Analysis and Graphics
- B. Muenchen, R for SAS and SPSS Users
- W.J. Owen, The R Guide
- D. Rossiter, Introduction to the R Project for Statistical Computing for Use at the ITC
- W.N. Venebles & D. M. Smith, An Introduction to R

# Список литературы

- Paul Geissler's excellent R tutorial
- Excellent Tutorials by David Rossitier
- Excellent tutorial an nearly every aspect of R (c/o Rob Kabacoff)
- Introduction to R by Vincent Zoonekynd
- R Cookbook
- The Art of R

# Список литературы

- R Concepts and Data Types presentation by Deepayan Sarkar
- The R Wiki
- An Introduction to R
- A Handbook of Statistical Analyses Using R(Brian S. Everitt and Torsten Hothorn)

# Обзор возможностей R

Можно вводить команды одну за другой в командной строке (>) или запустить последовательность команд из файла-источника

Язык R содержит огромное количество различных типов данных, включая векторы (числовые, строковые, логические), матрицы, блоки данных и списки (vector, matrix, data.frame, list)

Для выхода из R достаточно ввести команду

>q()

# Обзор возможностей R

Гибкость языка R обеспечивается посредством встроенных и пользовательских функций. Во время работы с R все пользовательские данные хранятся в памяти программы

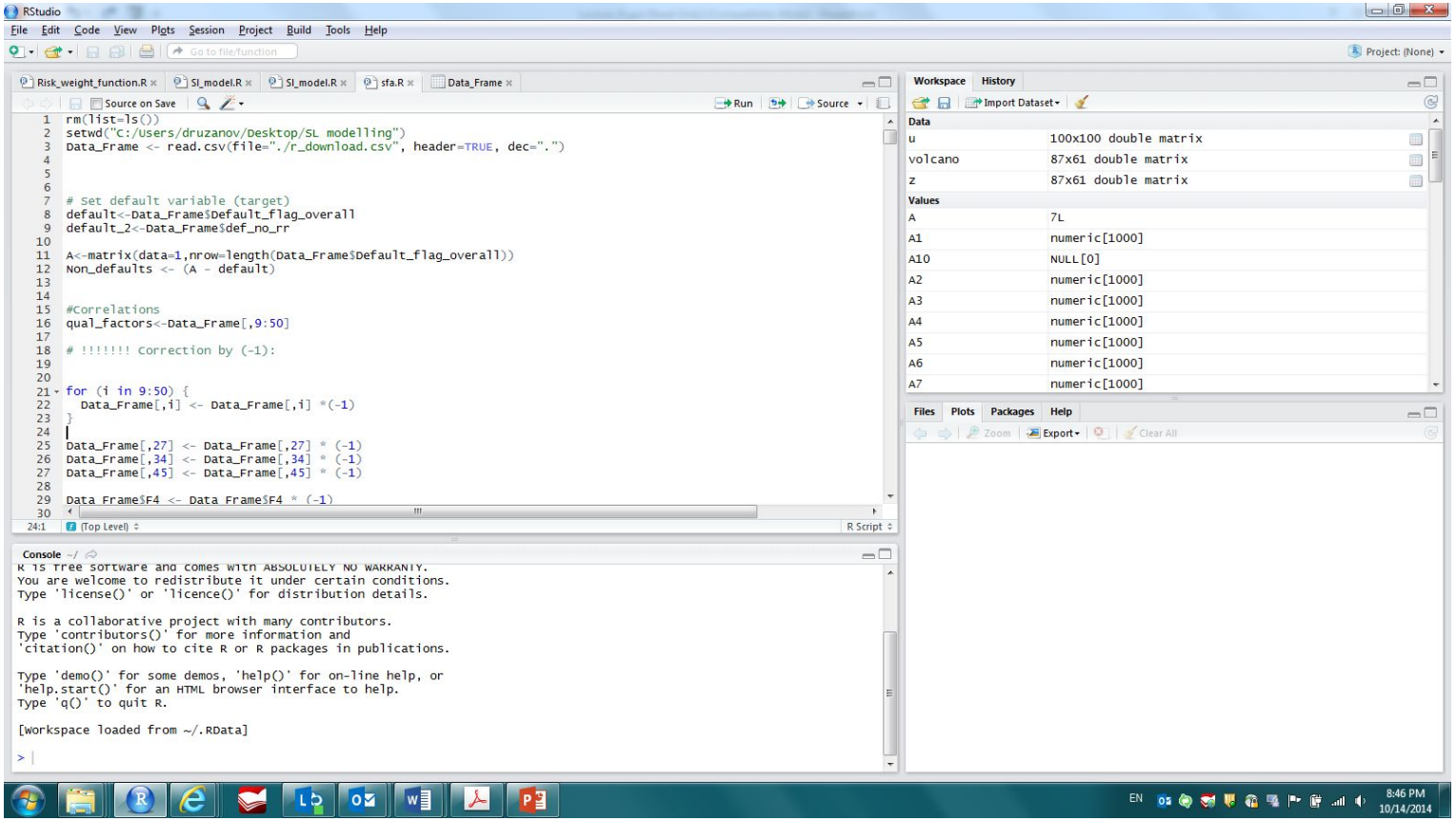
Базовые функции доступны по умолчанию. Другие функции содержатся в особых статистических пакетах и могут быть загружены во время работы

# Обзор возможностей R

Основным навыком программирования в R является умение использовать встроенную справочную систему.

Фундаментальным свойством языка R является тот факт, что выходные данные одного объекта могут использоваться в качестве входных данных для другого.

# Интерфейс R


RStudio
File Edit Code View Plots Session Project Build Tools Help
Risk_weight_function.R
SI_model.R
SI_model.R
sfa.R
Data_Frame
Source on Save
Run
Source
rm(list=ls())
setwd("C:/Users/druzanov/Desktop/SL modelling")
Data_Frame <- read.csv(file="./r_download.csv", header=TRUE, dec=".")
# Set default variable (target)
default<-Data_Frame$Default_flag_overall
default_2<-Data_Frame$def_no_rr
A<-matrix(data=1,nrow=length(Data_Frame$Default_flag_overall))
Non_defaults <- (A - default)
#Correlations
qual_factors<-Data_Frame[,9:50]
# !!!!!!! Correction by (-1):
for (i in 9:50) {
Data_Frame[,i] <- Data_Frame[,i] *(-1)
}
Data_Frame[,27] <- Data_Frame[,27] * (-1)
Data_Frame[,34] <- Data_Frame[,34] * (-1)
Data_Frame[,45] <- Data_Frame[,45] * (-1)
Data_Frame$F4 <- Data_Frame$F4 * (-1)
(Top Level)
R Script
Console
R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.
R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.
Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.
[Workspace loaded from ~/.RData]
Workspace History
Import Dataset
Data
u 100x100 double matrix
volcano 87x61 double matrix
z 87x61 double matrix
Values
A 7L
A1 numeric[1000]
A10 NULL[0]
A2 numeric[1000]
A3 numeric[1000]
A4 numeric[1000]
A5 numeric[1000]
A6 numeric[1000]
A7 numeric[1000]
Files Plots Packages Help
Zoom
Export
Clear All
Project: (None)
8:46 PM
10/14/2014

# Введение в R

- Результаты вычислений могут храниться в различных объектах с использованием операторов присвоения:
  - Стрелка (<-)
  - Знак равенства (=).

# Введение в R

- Объекты R могут использоваться в последовательных расчетах. Для того, чтобы обратиться к объекту, необходимо напечатать в рабочей области имя объекта
- Требования к имени объекта
  - Имя объекта не может содержать символы !, +, -, #
  - Точка (.) и подстрочное подчеркивание (_) разрешены
  - Имя объекта может содержать число, но не может начинаться с числа
  - Язык R чувствителен к регистру

# Пример

```
> # An example
> x <- c(1:10)
> x[(x>8) | (x<5)]
> # yields 1 2 3 4 9 10
> # How it works
> x <- c(1:10)
> X
>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
> x > 8
> F F F F F F F F T T
> x < 5
> T T T T F F F F F F
> x > 8 | x < 5
> T T T T F F F F T T
> x[c(T,T,T,T,F,F,F,F,T,T)]
> 1 2 3 4 9 10
```

# Введение в R

- Для выведения списка всех объектов, доступных в текущей сессии R, используется функция lsT

```
> ls()
[1] "x" "y"
```

- Для того, чтобы обратиться к коду функции, достаточно ввести ее имя в командной строке
- Каждая из функций имеет аргументы, которые могут быть просмотрены при помощи клавиши tab

```
> ls(pattern="x")
[1] "x" "x2"
```

# Введение в R

- Если переменной присвоить некоторое значение, то ее предыдущее значение (в случае наличия такового) будет стерто без каких-либо уведомлений
- Для удаления объектов из рабочей среды используется функция rm
  - rm(x, x2)
- Удалить все объекты можно при помощи команды
  - rm(list=ls())
- Основная функция, отвечающая за построение графиков – plot

```
z2 <- c(1,2,3,4,5,6)
z3 <- c(6,8,3,5,7,1)
plot(z2,z3)
title("My first scatterplot")
```

# Введение в R

R чувствителен к регистру

MODEL, Model, model – различные объекты

# Введение в R

```
> x = sin(9)/75
> y = log(x) + x^2
> x
[1] 0.005494913
> y
[1] -5.203902
> m <- matrix(c(1,2,4,1), ncol=2)
> m
> [,1] [,2]
[1,] 1 4
[2,] 2 1
> solve(m)
[,1] [,2]
[1,] -0.1428571 0.5714286
[2,] 0.2857143 -0.1428571
```

# Рабочая среда R

Объекты, создаваемые в R, содержатся в памяти программы (рабочая среда). Объекты рабочей среды НЕ сохраняются после закрытия программы автоматически!

Требуется ручное сохранение

# Рабочая среда R

- При работе в R можно изменить имя рабочей папки.

```
## just checking what the current working directory is
getwd()
##
setwd("C:/Users/Desktop/VaR/Gmail")
```

# Рабочая среда R

Команды можно ввозить в интерактивном режиме в командной строке. Стрелки вверх и вниз позволяют перемещаться по истории команд

Различные проекты R необходимо хранить в различных физических папках

# Рабочая среда R

#Просмотр и установка параметров рабочей сессии

help(options) #

options() # просмотреть текущие параметры
options(digits=3) # количество знаков после запятой

# Работа с предыдущими командами
history() # вывести последние 25 команд
history(max.show=Inf) #вывести все команды

# Рабочая среда R

```
# Сохранить историю команд
savehistory(file="myfile") # default is ".Rhistory"
# Загрузить историю команд
loadhistory(file="myfile") # default is ".Rhistory"
```

# Помощь R

В языке программирования R имеется встроенная система справки **R**

```
help.start()   # Общая справка
help(F) # Справка по функции F
?F             # То же
example(F)   # Пример использования функции F
```

# Встроенные базы R

**R** содержит встроенные базы данных, которые можно использовать для обучения

**> data( ) # Загрузка всех доступных пакетова**

**> help(***datasetname***)**

# Пакеты R

- Одним из преимуществ R является легкость расширения дистрибутива. Система позволяет создавать новые процедуры и функции, а также подгружать новые пакеты (‘R Package’ или ‘R library’)
- Примеры доступных пакетов:
  - Оптимизация портфеля ценных бумаг
  - Анализ временных рядов
  - Нейронные сети
  - GARCH-модели

# Сохранение изображений

Для сохранения изображений R имеет особые функции. Для сохранения графика в терминале используется **dev.off( )**

| Function | Output to |
|---|---|
| **pdf("mygraph.pdf")** | pdf file |
| **win.metafile("mygraph.wmf")** | windows metafile |
| **png("mygraph.png")** | png file |
| **jpeg("mygraph.jpg")** | jpeg file |
| **bmp("mygraph.bmp")** | bmp file |
| **postscript("mygraph.ps")** | postscript file |

# Сохранение изображений

```
# example - output graph to jpeg file
jpeg("c:/mygraphs/myplot.jpg")
plot(x)
dev.off()
```

# Использование результатов модели

Язык программирования R позволяет сохранять результаты анализа и использовать их как входной параметр для дальнейшего исследования

```
# Пример
lm(mpg~wt, data=mtcars)
```

Пример рассчитывает параметры линейной регрессии для переменных mpg и wt. Результаты отображены на экране

# Использование результатов модели

```
# Пример
  fit <- lm(mpg~wt, data=mtcars)
```

Создается объект fit, содержащий результаты построения линейной регрессии

```
str(fit) # просмотр свойств объекта (его структуры)
```

При помощи формулы `fit <- lm(mpg~wt, data=mtcars)`

Был создан список (объект класса list), содержащий информацию о результатах моделирования (предсказанные значения, остатки, коэффициенты модели)

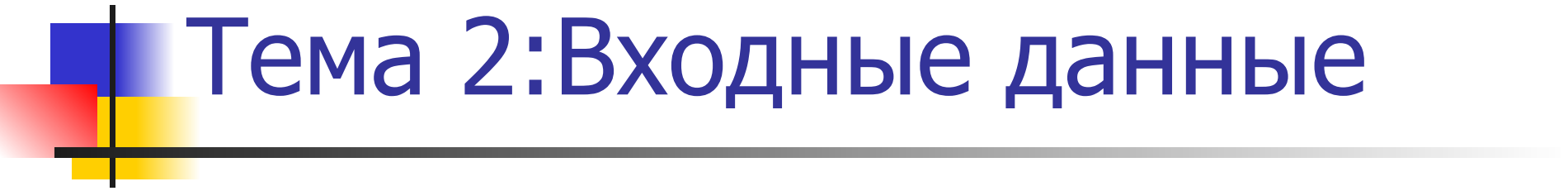
# Использование результатов модели

```
# график остатков и прогнозных значений)
  plot(fit$residuals, fit$fitted.values)
```

Для просмотра выходных данных достаточно открыть по ней справку: **help(lm)**.

Многие функции допускают применение функции plot ко всему объекту:

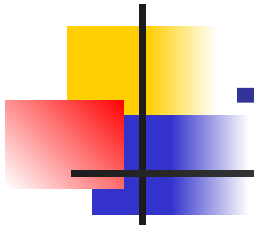
```
# produce diagnostic plots
  plot(fit)
```



# Тема 2:Входные данные

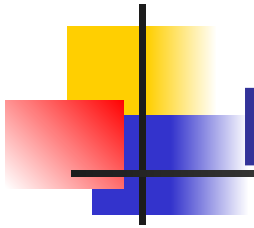
# Содержание

- Типы данных
- Импорт данных
- Ввод с клавиатуры
- Ввод баз данных в программную среду
- Просмотр данных
- Пропущенные значения
- Дата и время



# Типы данных

Данные в **R** могут быть представлены в виде большого числа типов данных (скаляры, векторы, матрицы, базы данных, списки).

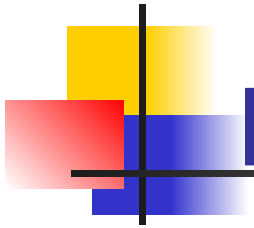


# Векторы

```
a <- c(1,2,5.3,6,-2,4) # числовой вектор
b <- c("one","two","three") # строковый вектор
c <- c(TRUE,TRUE,TRUE,FALSE,TRUE,FALSE)
#логический вектор
```

Выбор отдельных элементов вектора

```
a[c(2,4)] # 2-ой и 4-ый элементы вектора a
```



# Матрицы

Все колонки матрицы должны быть одного типа и одной и той же длины

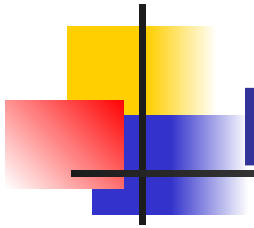
Общая форма:

mymatrix <- **matrix(***vector*, **nrow=***r*, **ncol=***c*, **byrow=***FALSE*,**dimnames=list(***char_vector_rownames*, *char_vector_colnames***))**

**byrow=TRUE** означает, что матрица заполняется по строкам

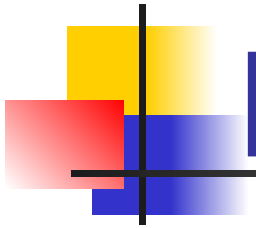
**byrow=FALSE** означает, что матрица заполняется по столбцам

**dimnames –** опционально: имена строк и столбцов



# Матрицы

```
# создание числовой матрицы 5 x 4
   y<-matrix(1:20, nrow=5,ncol=4)
# другой пример
   cells <- c(1,26,24,68)
   rnames <- c("R1", "R2")
   cnames <- c("C1", "C2")
   mymatrix <- matrix(cells, nrow=2, ncol=2,
   byrow=TRUE, dimnames=list(rnames, cnames))
#Определение отдельных элементов матрицы
x[,4] # 4-ая колонка матрицы
   x[3,] # 3-ая колонка матрицы
   x[2:4,1:3] # строки 2,3,4, столбцы 1,2,3
```



# Массивы

Массивы имеют структуру, схожую с матрицами, но могут иметь более 2 измерений

**help(array)**

# Таблицы данных

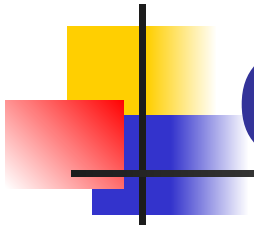
Таблица данных по структуре напоминает расширенную матрицу, однако данные в разных колонках могут быть различного типа.

```
d <- c(1,2,3,4)
e <- c("red", "white", "red", NA)
f <- c(TRUE,TRUE,TRUE,FALSE)
mydata <- data.frame(d,e,f)
names(mydata) <- c("ID","Color","Passed")
   #имена переменных
```

# Таблицы данных

Существует множество способов идентификации элементов таблицы данных

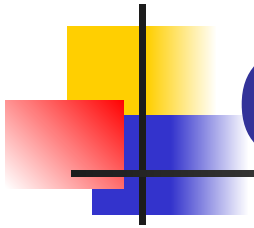
```
myframe[3:5] # колонки 3,4,5
myframe[c("ID","Age")] # колонки ID и Age
myframe$X1 # переменная x1
```



# Списки

Список – нумерованная последовательность объектов (компонентов списка). Список позволяет собрать множество различных объектов (не обязательно одного и того же класса)

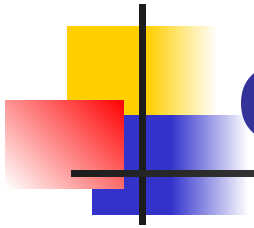
```
# Пример списка из 4 компонентов
w <- list(name="Fred", mynumbers=a,
mymatrix=y, age=5.3)

# Пример списка из двух списков
v <- c(list1,list2)
```



# Списки

Компоненты списка определяются с использованием следующих знаков: [[]]

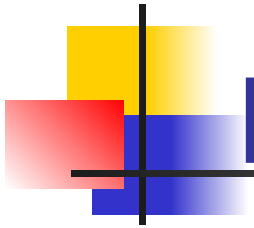
mylist[[2]] # 2-ой элемент списка



# Факторы

Переменную, принимающую конечное число значений, можно преобразовать в фактор. Объект типа «Фактор» хранит возможные значения переменной в виде вектора.

```
# variable gender with 20 "male" entries and
# 30 "female" entries
gender <- c(rep("male",20), rep("female", 30))
gender <- factor(gender)
summary(gender)
```



# Полезные функции

```
length(object) # Число элементов в объекте
str(object)    # Структура объекта
class(object)  # Класс объекта
names(object)  # Имена элементов объекта
c(object,object,...)  # соединить объекты в вектор
cbind(object, object, ...) # объединить объекты как столбцы
rbind(object, object, ...) # объединить объекты как строки
ls()       # Показать список текущих объектов
rm(object) # Удалить объект
```

# Импорт данных (.csv)

```
# Первая строка должна содержать имена переменных
mydata <- read.table("c:/mydata.csv", header=TRUE, sep=",", row.names="id")
```

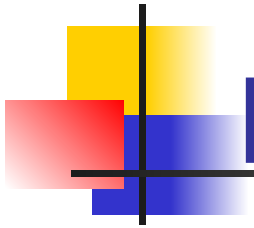
# Ввод данных с клавиатуры

Для создания данных в интерактивном режиме используются следующие функции

```
age <- c(25, 30, 56)
gender <- c("male", "female", "male")
weight <- c(160, 110, 220)
mydata <- data.frame(age,gender,weight)
```

# Ввод данных с клавиатуры

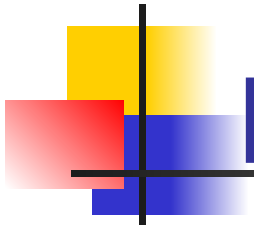
```
# Ввод данных в режиме редактора
  mydata <- data.frame(age=numeric(0),
  gender=character(0), weight=numeric(0))
  mydata <- edit(mydata)
```



# Просмотр данных

**Существуют различные способы просмотра имеющихся данных**

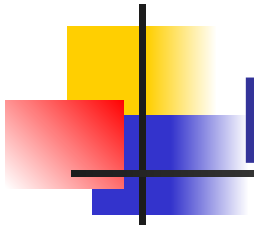
```
# Просмотр объектов в рабочей среде
  ls()
# Просмотр переменных объекта
  names(mydata)
# Просмотр структуры объекта
  str(mydata)
# Размерность объекта
  dim(object)
```



# Просмотр данных

**Существуют различные способы просмотра имеющихся данных**

```
# Просмотр класса объекта
class(object)
# Вывод на экран объекта
mydata
# Вывод первые 10 строк объекта
head(mydata, n=10)
# Вывод первых 10 строк объекта
tail(mydata, n=5)
```



# Пропущенные значения

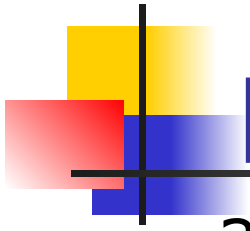
В **R** пропущенные значения обозначаются символом NA. Невозможные значения переменных (например, в результате деления на ноль) обозначаются символом **NaN** (not a number).

**Тестирование переменной на пропущенные значения**

is.na(x) # Возвращает TRUE, если x – пропущенное значение

y <- c(1,2,3,NA)

is.na(y) # возвращает вектор (F F F T)



# Пропущенные значения

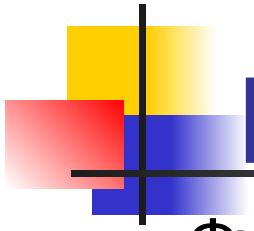
Замена значений переменной на пропущенные

```
# замена числа 99 на пропущенные значения в строке
    v1
mydata[mydata$v1==99,"v1"] <- NA
```

**Исключение пропущенных значений из анализа**

Arithmetic functions on missing values yield missing values.

```
x <- c(1,2,NA,3)
mean(x)          # Результат: NA
mean(x, na.rm=TRUE) # Результат: 2
```



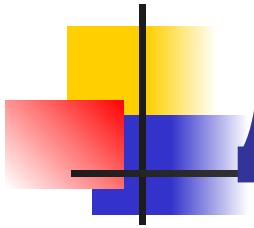
# Пропущенные значения

Функция **complete.cases** возвращает логический вектор, характеризующий заполненные наблюдения

```
# список строк, которые содержат пропущенные значения
mydata[!complete.cases(mydata),]
```

Функция **na.omit()** возвращает объект с поэлементным удалением пропущенных значений

```
# Создание таблицы данных без пропущенных значений
newdata <- na.omit(mydata)
```



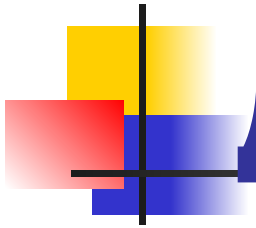
# Дата и время

**Даты представлены в R как число дней, прошедших с 1970-01-01 (в случае обратного отсчета используются отрицательные значения)**

```
# функция as.Date( ) для преобразования формата к дате
mydates <- as.Date(c("2007-06-22", "2004-02-13"))
# число дней между 6/22/07 and 2/13/04
    days <- mydates[1] - mydates[2]
```

**Sys.Date( ) –** системное время

**Date() –** системная дата и время



# Дата и время

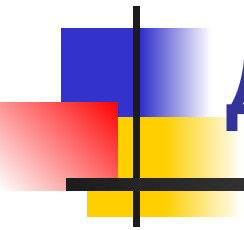
## Следующие символы могут использоваться для форматирования даты:

| Symbol | Meaning | Example |
|---|---|---|
| **%d** | day as a number (0-31) | 01-31 |
| **%a** | abbreviated weekday | Mon |
| **%A** | unabbreviated weekday | Monday |
| **%m** | month (00-12) | 00-12 |
| **%b** | abbreviated month | Jan |
| **%B** | unabbreviated month | January |
| **%y** | 2-digit year | 07 |
| **%Y** | 4-digit year | 2007 |

# Дата и время

```
# print today's date
today <- Sys.Date()
format(today, format="%B %d %Y")
     "June 20 2007"
```

# Тема 3: Манипулирование данными



# Содержание

- Создание новой переменной
- Операторы
- Встроенные функции
- Функции контроля / циклы
- Пользовательские функции
- Сортировка
- Объединение
- Преобразования типов

# Создание переменных

- Для создания новых переменных используется оператор **<-.**

```
#Три примера эквивалентных расчетов

mydata$sum <- mydata$x1 + mydata$x2
mydata$mean <- (mydata$x1 + mydata$x2)/2

attach(mydata)
mydata$sum <- x1 + x2
mydata$mean <- (x1 + x2)/2
detach(mydata)
```

- 
```
mydata <- transform( mydata,
sum = x1 + x2,
mean = (x1 + x2)/2
)
```

# Создание переменных

**Создание категорий**

```
# Создание новых категорий
  mydata$agecat <- ifelse(mydata$age > 70,
  c("older"), c("younger"))
  # Создание трех возрастных категорий
  attach(mydata)
  mydata$agecat[age > 75] <- "Elder"
  mydata$agecat[age > 45 & age <= 75] <-
  "Middle Aged"
  mydata$agecat[age <= 45] <- "Young"
  detach(mydata)
```

# Арифметические операции

| Оператор | Описание |
|---|---|
| + | суммирование |
| - | разность |
| * | умножение |
| / | деление |
| ^ or ** | возведение в степень |
| x %% y | остаток от деления (5%%2 =1) |
| x %/% y | целочисленное деление (5%/%2=2) |

# Логические операторы

| Оператор | Описание |
|---|---|
| < | меньше |
| <= | меньше или равно |
| > | больше |
| >= | больше или равно |
| == | в точности равно |
| != | не равно |
| !x | не x |
| x \| y | x OR y |
| x & y | x AND y |
| isTRUE(x) | тестирование x (ИСТИНА/ЛОЖЬ) |

# Структуры контроля/циклы

- В **R** реализованы стандартные циклы, которые должны быть заключены в скобки {}
- С точки зрения производительности лучше использовать встроенные функции, нежели циклы, когда это возможно

# Контрольные структуры

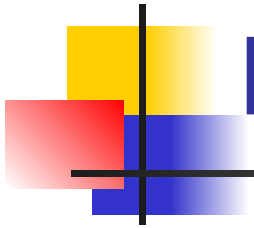
- **if-else**
- if (*cond*) *expr*
  if (*cond*) *expr1* else *expr2*
- **for**
- for (*var* in *seq*) *expr*
- **while**
- while (*cond*) *expr*
- **switch**
- switch(*expr*, ...)
- **ifelse**
- ifelse(*test*,*yes*,*no*)

# Контрольные структуры

```
# Транспонирование матрицы
# Альтернативы встроенной функции t()
mytrans <- function(x) {
  if (!is.matrix(x)) {
    warning("argument is not a matrix: returning NA")
    return(NA_real_)
  }
  y <- matrix(1, nrow=ncol(x), ncol=nrow(x))
  for (i in 1:nrow(x)) {
    for (j in 1:ncol(x)) {
      y[j,i] <- x[i,j]
    }
  }
return(y)
}
```

# Контрольные структуры

```
# Пример
z <- matrix(1:10, nrow=5, ncol=2)
tz <- mytrans(z)
```



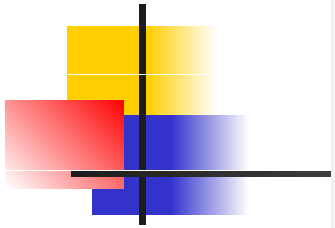
# Встроенные функции R

Практически любая операция в R связана с применением функций.

Функции могут быть применены к ЛЮБЫМ объектам (в т. ч. список определенного типа, вектор, матрица, пр.)

# Числовые функции

| Функция | Описание |
|---|---|
| **abs(*x*)** | модуль числа |
| **sqrt(*x*)** | квадратный корень |
| **ceiling(*x*)** | округление вверх ceiling(3.475)=4 |
| **floor(*x*)** | округление вниз floor(3.475)=3 |
| **trunc(*x*)** | целая часть числа trunc(5.99)=5 |
| **round(*x*, digits=*n*)** | округление round(3.475, digits=2)=3.48 |
| **cos(*x*), sin(*x*), tan(*x*)** | также acos(*x*), cosh(*x*), acosh(*x*), |
| **log(*x*)** | натуральный логарифм |
| **log10(*x*)** | десятичный логарифм |
| **exp(*x*)** | e^*x* |



| Функция | Описание |
|---|---|
| **dnorm(*x*)** | Normal distribution density (by default m=0 sd=1)<br># plot standard normal curve<br>x <- pretty(c(-3,3), 30)<br>y <- dnorm(x)<br>plot(x, y, type='l', xlab="Normal Deviate", ylab="Density", yaxs="i") |
| **pnorm(*q*)** | cumulative normal probability for q<br>(area under the normal curve to the right of q)<br>pnorm(1.96) is 0.975 |
| **qnorm(*p*)** | normal quantile.<br>value at the p percentile of normal distribution<br>qnorm(.9) is 1.28 # 90th percentile |
| **rnorm(*n*, m=0,sd=1)** | n random normal deviates with mean m<br>and standard deviation sd.<br>#50 random normal variates with mean=50, sd=10<br>x <- rnorm(50, m=50, sd=10) |
| **dbinom(*x*, *size*, *prob*)**<br>**pbinom(*q*, *size*, *prob*)**<br>**qbinom(*p*, *size*, *prob*)**<br>**rbinom(*n*, *size*, *prob*)** | binomial distribution where size is the sample size<br>and prob is the probability of a heads (pi)<br># prob of 0 to 5 heads of fair coin out of 10 flips<br>dbinom(0:5, 10, .5)<br># prob of 5 or less heads of fair coin out of 10 flips<br>pbinom(5, 10, .5) |
| **dpois(*x*, *lamda*)**<br>**ppois(*q*, *lamda*)**<br>**qpois(*p*, *lamda*)**<br>**rpois(*n*, *lamda*)** | poisson distribution with m=std=lamda<br>#probability of 0,1, or 2 events with lamda=4<br>dpois(0:2, 4)<br># probability of at least 3 events with lamda=4<br>1- ppois(2,4) |
| **dunif(*x*, min=0, max=1)**<br>**punif(*q*, min=0, max=1)**<br>**qunif(*p*, min=0, max=1)**<br>**runif(*n*, min=0, max=1)** | uniform distribution, follows the same pattern<br>as the normal distribution above.<br>#10 uniform random variates<br>x <- runif(10) |

| Function | Description |
|---|---|
| **mean(***x***, trim**=0, **na.rm**=FALSE**)** | mean of object x<br># trimmed mean, removing any missing values and<br># 5 percent of highest and lowest scores<br>mx <- mean(x,trim=.05,na.rm=TRUE) |
| **sd(***x***)** | standard deviation of object(x). also look at var(x) for variance and mad(x) for median absolute deviation. |
| **median(***x***)** | median |
| **quantile(***x***,** *probs***)** | quantiles where x is the numeric vector whose quantiles are desired and probs is a numeric vector with probabilities in [0,1].<br># 30th and 84th percentiles of x<br>y <- quantile(x, c(.3,.84)) |
| **range(***x***)** | range |
| **sum(***x***)** | sum |
| **diff(***x***, lag=***1***)** | lagged differences, with lag indicating which lag to use |
| **min(***x***)** | minimum |
| **max(***x***)** | maximum |
| **scale(***x***, center**=TRUE**,** **scale**=TRUE**)** | column center or standardize a matrix. |

# Другие полезные функции

| Функция | Описание |
|---|---|
| **seq(***from* **,** *to***,** *by***)** | Создание последовательности чисел<br>indices <- seq(1,10,2)<br>#indices is c(1, 3, 5, 7, 9) |
| **rep(***x***,** *ntimes***)** | Копирование объекта *x n* раз<br>y <- rep(1:3, 2)<br># y is c(1, 2, 3, 1, 2, 3) |
| **cut(***x***,** *n***)** | Трансформация непрерывной переменной на фактор с n уровнями<br>y <- cut(x, 5) |

# Сортировка

- Сортировка данных производится при помощи функции **order( )** function. По умолчанию сортировка проводится по возрастанию (ASCENDING).
- # Пример сортировки

```
data(mtcars)
# sort by mpg
newdata = mtcars[order(mtcars$mpg),]
# sort by mpg and cyl
newdata <- mtcars[order(mtcars$mpg, mtcars$cyl),]
#sort by mpg (ascending) and cyl (descending)
newdata <- mtcars[order(mtcars$mpg, -mtcars$cyl),]
```

# Объединение

Для объединения двух таблиц данных используется функция **merge**. В большинстве случае можно объединить две таблицы данных по одному или нескольким ключам (inner join).

```
# Объединение таблиц данных по ID
total <- merge(dataframeA,dataframeB,by="ID")
# Объединение таблиц данных по ID и стране
total <-
merge(dataframeA,dataframeB,by=c("ID","Country"))
```

# Объединение

**Добавление строк**

Для добавление строк к таблице данных используется функция **rbind**. Таблицы данных должны иметь одинаковые переменные, но не обязательно одинаковую размерность

total <- rbind(dataframeA, dataframeB)

# Преобразования данных

- **Полезные функции:**

**is.numeric(), is.character(), is.vector(), is.matrix(), is.data.frame() as.numeric(), as.character(), as.vector(), as.matrix(), as.data.frame)**