



<http://0861.ru>

**Парадигмы программирования**

# **Лекция 5**

## **Векторное программирование**

ст. препод. каф. ПОВТиАС  
Голубничий Артем Александрович  
[artem@golubnichij.ru](mailto:artem@golubnichij.ru)

Абакан, 2019

# Структура занятия

- векторные вычисления;
- цели векторизации;
- проблемы векторизации;
- векторное программирование;
- языки векторного программирования.

# Векторные вычисления

**Векторные вычисления** – это вид параллельных вычислений с параллелизмом на уровне данных (SIMD – Single Instruction Multiple Data)

<b>x1</b>	<b>x2</b>	<b>x3</b>	<b>x4</b>	<b>x5</b>	<b>x6</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x9</b>	<b>x10</b>
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10
=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10

# Цели векторизации

- **Ускорить работу программы**
  - одна векторная команда распознаётся, декодируется и выполняется быстрее нескольких скалярных, выполняющих то же действие
- **Уменьшить объем кода**
  - одна векторная команда занимает меньше места в программе и в различных очередях/таблицах/буферах в процессоре

# Задача сложения векторных объектов

```
a = [5, 6, 9, 8, 5, 1, 0]
b = [9, 2, 1, 7, 2, 9, 7]
sum = []
for i in range(len(a)):
    sum.append(a[i]+b[i])
print(sum)
```

Рисунок 1 – Реализация в Python 3

```
a <- c(5, 6, 9, 8, 5, 1, 0)
b <- c(9, 2, 1, 7, 2, 9, 7)
sum <- a + b
sum
```

Рисунок 2 – Реализация в R

# Некоторые понятия

**Скалярная программа** – программа, оперирующая отдельными числами;

**Векторная программа** – программа, оперирующая векторами;

**Векторизация** (вид распараллеливания) – преобразование скалярной программы в векторную

# Проблемы векторизации

- Поиск в программе однотипных операций над различными данными (приведение к однотипным операциям);
- Доказательство независимости операций;
- Выровненный доступ к данным;
- Оценка затрат на сборку-разборку векторов;
- Переносимость.

# Векторное программирования

**Векторное программирование** – парадигма программирования основанная на работе с объектами, как со структурами отличающимися по размерности от скаляра в большую сторону.

## **Основные виды объектов:**

- векторы; (R)
- матрицы; (Matlab)
- многомерные структуры.



# Язык R

**R** – язык программирования для научных вычислений и анализа данных с упором на визуализацию и воспроизводимость;

**R** – свободное кросс-платформенное программное обеспечение с открытым исходным кодом;

**R** – интерпретируемый язык с интерфейсом командной строки;

**R** – мультипарадигмальный язык, сочетающий в себе:  
функциональное программирование;  
процедурное программирование;  
объектно-ориентированное программирование;  
рефлексивное программирование.



# Преимущества языка R

- R бесплатен, его код открыт;
- огромное количество встроенных статистических тестов, математических алгоритмов, функций анализа данных в исследованиях;
- расширяемость: модульная система пакетов (packages);
- обширное сообщество разработчиков;
- полностью программируемая высокоуровневая графика;
- кросс-платформенность, воспроизводимость результатов;
- R становится популярным: статьи, книги, конференции, юзер группы.

# Работа в R

- собственно язык R <https://www.r-project.org;>
- RStudio (IDE) <https://www.rstudio.com;>
- репозиторий CRAN <https://cran.r-project.org/>