

# Язык программирования



## Знакомство

*расскажет Михаил В. Шохирев*

Клуб программистов  
Шадринск  
2025-2026

# О чём поGоворим



**История:** кем, когда, где и как создавался язык.

**Цели:** зачем создавался язык. Улучшение *технологии разработки*.

**Особенности:** чем Go отличается от других языков. Корни языка.

**Компиляция** (для разных платформ) и выполнение.

**Синтаксис:** правописание и стиль. Управляющие конструкции. Данные.

**Модульность:** функции, методы. Пакеты. Объектное программирование.

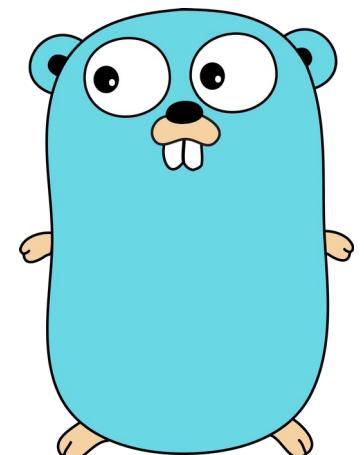
**Интерфейсы:** типы для действий (*contracts*), ограничения (*constraints*) для *generics*.

**Многозадачность:** concurrency (*goroutines*, *channels*, *select*).

**Инструменты:** *gofmt*, *go command*. *Go tools*. IDE и редакторы.

**Применение:** где, как и кто использует Go. Рейтинги.

**Выводы:** критика Go. Мои впечатления.



Шустрый суслик  
*Gopher*

(автор: Renée French)

# Go = "C for the 21st century"

**Go** — простой быстро компилируемый язык программирования со статической типизацией, ориентированный на высокопроизводительную работу в сети и эффективное выполнение (в виде “родных” исполняемых файлов), реализующий одновременное выполнение подпрограмм, с многочисленными надёжными стандартными библиотеками, легко осваиваемый, удобный для сопровождения.

## Проектировщики:

Robert Griesemer, Rob Pike, Ken Thompson (раньше работали вместе) – почти 2 года им никто не мешал спокойно проектировать язык. В язык включалось только то, что было одобрено всеми тремя создателями, каждый из которых имел ценный опыт разработки разных языков программирования.

**Разработчики:** команда в Google + Go community.

**Цель:** система программирования для разработки больших надёжных высоконагруженных быстро работающих серверных программных комплексов с распараллеливанием выполнения, которые будут развиваться в течение длительного времени большой командой разработчиков.

На проектирование Go повлияли языки C, Oberon-2, Active Oberon, Oberon, Modula-2, Modula, Pascal, Alef, Newsqueak, Squeak, CSP, Smalltalk, Limbo, APL, BCPL, occam.

Разработчиков первоначально объединило их общее недовольство языком C++: они хотели сделать язык с простым синтаксисом, но отвечающий современным требованиям к разработке программ.

# Go: создатели



**Ken Thompson,**  
**США**  
«старая  
инженерная  
школа»):  
разработчик  
языка C, ОС Unix,  
**Plan 9**, Inferno,  
утилит grep, ed,  
QED, кодировки  
UTF-8.



**Rob Pike, Канада**  
«следующее  
поколение»,  
специалист по  
concurrency):  
разработчик  
window system for  
Unix; ОС **Plan 9** и  
**Inferno**, UTF-8,  
sam, acme, языков  
Sawzall, Limbo,  
Newsqueak.



Go = C tokens +  
Oberon structure  
(& strictness)



**Robert Griesemer,**  
**Швейцария**  
«ученик Никласа  
Вирта (Pascal, Modula,  
Oberon), европейская  
школа»):  
разработчик V8 JS  
engine, Java HotSpot  
VM, языка Sawzall (a  
programming language  
for vector computers),  
системы Strongtalk.

«Our original goal was not to create  
a new programming language, it was  
to create a better way to write  
programs.»

Rob Pike

«Нашей изначальной целью было не  
разработать ещё один новый язык  
программирования, а создать  
лучший способ писать программы.»

Rob Pike

Наверное, это последний язык,  
разработанный «классиками»,  
которые создали Unix.

# ХРОНОЛОГИЯ И СОВМЕСТИМОСТЬ

**2007-09** началась **разработка** Go в компании Google; проектированием занимались: Robert Griesemer, Rob Pike и Ken Thompson (~ в течение 1 года).

**2008-03** 1-й проект (draft) спецификации языка.

**2009-11-10** был официально **представлен** язык Go.

**2011-03-16** go r56: based on release weekly.2011-03-07.1

**2012-03-28** go1.0: language & a set of core libraries.

**2013-05-13** go1.1: ~30%-40% performance improvement of compiled code.

**2015-08-19** go1.5: compiler & runtime written in Go (+ a little assembler); dynamic libraries.

**2017-08-24** go1.9: type aliases.

**2018-08-24** go1.11: modules; experimental port to WebAssembly.

**2020-02-25** go1.14: Go modules for production use; overlapping interfaces.

**2022-03-15** go1.18: generics. Built-in fuzz testing.

**2023-08-08** go1.21: min, max, clear built-in functions.

**2024-02-06** go1.22: *math/rand/v2* package; PGO (Profile-guided Optimization) in compiler.

**2024-08-13** go1.23: range over function types; *iter*, *unique*, *structs* packages.

**2025-02-11** go1.24: generic type aliases; weak pointers; post-quantum cryptography; FIPS mode.

**2025-08-12** go1.25: experimental GC (10-40% faster), many changes in the standard library.



**Спецификация языка и стандартной библиотеки обратно совместимы с версиями Go 1.x.**

Поэтому многие крупные компании, выждав время, убедились в долговременной поддержке языка и стали применять его в своих важных проектах.

# Go: как достигнуты цели создания языка

Разработчики хотели не просто создать новый язык, но разработать лучшую технологию разработки программ (большой командой разработчиков в течение длительного времени):

- стабильная спецификация языка: соблюдаемая совместимость с предыдущими и последующими версиями;
- логичный краткий синтаксис: легко освоить и однозначно понимать всеми в команде;
- строгая типизация, объявления, импорты: компилятор контролирует программистов;
- быстрый компилятор: минимизирует время сборки больших программных систем;
- лёгкая кросс - компиляция для разных ОС и архитектур одни и те же исходники;
- 
- интерфейсы с неявным соответствием: позволяют расширять готовые системы;
- композиция вместо наследования: даёт основу для независимого развития компонентов;
- статическая диспетчеризация методов: обеспечивает быстрое выполнение;
- легковесные *goroutine*-ы: структурируют программу для одновременного выполнения процессов;
- каналы обеспечивают удобную синхронизацию и обмен данными между процессами;
- тип данных *error*: предоставляет все средства языка для явной обработки ошибок;
- единый стиль оформления исходников: задаётся утилитой **go fmt**;
- 
- богатая и надёжно работающая стандартная библиотека: предоставит готовые компоненты;
- удобная распределённая система управления внешними пакетами с идентификацией по URL;
- мощный набор стандартных инструментов всегда под рукой: **go command**, **go tool command**;
- заложены широкие возможности для автоматизации за счёт расширения доступных инструментов;
- 
- открытый исходный код: привлекает сообщество для развития системы программирования.

Система разработки на Go (язык + инструменты) сделана для создания надёжно работающего большого серверного многозадачного ПО.

# Установка

## Реализации:

1. Официальный компилятор (Google) для ОС AIX, Android, \*BSD, iOS, Linux, macOS, Plan 9, Solaris, Windows (на разных аппаратных архитектурах) и для WebAssembly (WASM).
2. gofrontend + libgo для GCC и других компиляторов.
3. **TinyGo** для embedded systems (MCU) и WebAssembly.
4. **GopherJS** – кросс-компилятор из Go в JavaScript.
5. **TamaGo** — средство разработки программ, работающих на "голом железе" без ОС.

Поддерживаются практически все **архитектуры**: i386, amd64, ARM, RISC-V, MIPS, ppc64, ...

```
go tool dist list
```

Лёгкая кросс-компиляция:

```
GOOS=целевая_ОС GOARCH=целевая_архитектура go build .
```

Установка (описание <https://golang.org/doc/install>):

```
sudo apt-get install golang
```

Обновление:

```
go get go@1.25.6 # или go get go@latest
```

The Go Playground ~ интерактивное выполнение программ в браузере:

```
https://play.go.dev/
```

Проверил  
работу Go под  
GNU/Linux,  
MS Windows, на  
Raspberry Pi Pico  
(микроконтроллер).  
А также  
кросс-компиляцию:  
в ELF, EXE, APK,  
WASM.

# Пример с приветом

```
package main                                // все программы принадлежат к своему пакету
import (
    "fmt"                                     // подключить...
    "os"                                       // ... пакет форматированного вывода
)                                            // ... и взаимодействия с ОС
const world = "世界"                         // для исходного кода и литералов: только UTF-8

func main() {
    var s string = world
    if len(os.Args) > 1 {
        s = os.Args[1]
    }
    fmt.Printf("Привет, %s!\n", s) // вызов функции из импортированного пакета
}
```

```
$ go run helloworld.go
Привет, 世界!
$ go build helloworld.go
$ ./helloworld мир
Привет, мир!
$ GOOS=windows GOARCH=amd64 go build helloworld.go
$ ls helloworld*
helloworld helloworld.exe helloworld.go
```

# Каталоги и пути

```
$ echo $GOROOT
/usr/local/go
$ echo $GOPATH
~/go

$ cd $GOPATH/src

$ mkdir sample && mkdir sample/module
$ cd sample/module
```

# 1. Напишите program.go, которая будет использоваться в main.go.

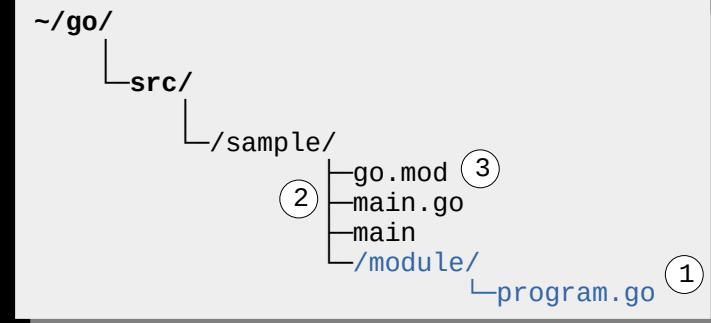
```
$ cd $GOPATH/src/sample
# 2. Напишите main.go, которая делает import "sample/module"
```

# 3. Объявите модуль sample в go.mod

```
$ go mod init sample
```

```
$ go run main.go
```

```
$ go build main.go
$ ./main
```



// go.mod

```
module sample
go 1.25.5
```

// main.go

```
package main
import "sample/module"
func main() {
    object := module.Type{}
    object.Method()
}
```

// module/program.go

```
package module
type Type struct {}
func (t Type) Method() {
    println("Method() of Type")}
```

# Синтаксис: особенности

Простой синтаксис. Минимум синтаксических конструкций. Однозначное выражение действий (без TIMTOWTDI).

Каждое утверждение (statement) начинается с ключевого слова (25 keywords). Исходники в UTF-8.

Ошибки – это тип данных `error`. Нет исключений (exceptions). Есть `panic()` и `recover()`.

Нет классов, но в `struct` описываются поля, и для всех типов данных можно определять методы: `func (o T)m()`.

`interface` описывает тип с набором методов, другие типы могут неявно соответствовать интерфейсу, реализуя этот набор.

`;` как перевод строки (line feed) — автоматически вставляется компилятором, где необходимо; нельзя переносить { на новую строку.

`,` запятая обязательна в конце строки в списке, если нет ) как завершителя списка.

`_` “пустая переменная” (blank identifier) для игнорирования значения.

`:=` простое объявление с выводом типа из значения (inferred type) и инициализация переменной в функции.

Все объявленные переменные получают начальное zero value (`0, false, "", nil` для интерфейсов и ссылочных типов).

Имена с заглавной буквы (Capitalized) экспортятся (видны вне пакета). Область видимости имён — пакет (package).

Все имена со строчной буквы видны во всех файлах внутри одного пакета. 1 пакет = 1 каталог.

Функции — полноценные типы: multiple return values, named return values, bare return, variadic functions, anonymous functions.

`func init() { }` // инициализирующие функции в файлах пакета.

`defer f()` // отложенное исполнение действий перед завершением функции: появилось в Go.

`go f()` // запустить любую функцию как goroutine для одновременного выполнения.

Обмен данными через каналы: `channel <- value; value <- channel; select / case / default`

Безтиповые константы (untyped constants) в языке со строгой типизацией!

`rune` // тип данных для “символа” (code point) в кодировке UTF-8.

`iota` для перечисления (enumerator) именованных целых значений.

`import "package"; var declared` // если не используются — программа не скомпилируется!

Как указывали сами создатели языка Go, его синтаксис основан на «C tokens» и «Oberon structure».

# Пунктуация

`()` список: импортов, констант, параметров,  
`()` список возвращаемых значений, ...

`[]` размер массива, показатель среза  
`[]` элемент массива / среза  
`[]` тип ключей / элемент словаря (map)  
`[]` тип параметра в generics

`{}` блок определения  
`{}` блок начальных значений  
`{}` блок кода

`:` отделяет индекс или  
 ключ от значения при инициализации  
`:` ограничивает выражение case  
`:` ставится после метки

`...` размер массива вычисляется по значениям  
`...` список параметров переменной длины  
`...` список аргументов переменной длины

`;` разделитель выражений в for и if  
`;` перевод строки (разделитель утверждений)

`:=` объявление и присваивание (в функции)

`,` разделитель в списке

`.` разделитель получателя и метода / поля

`<-` запись в канал и чтение из канала

```
import ( "fmt" ); const ( answer = 42 ); var ( five = 42 )
func f(x float64) float64 { return 0.0 }
```

```
array [size]int;           slice []string
array[index];
type M map[string]int;   value = M[key]
func f[T any](a []T) T { return a[0] }; e := f[int](slice))
```

```
type struct Point { x, y int32 }
ipAddress = [4]int{127, 0, 0, 1}
func answer() int { return 42 }
```

```
gender := [2]string{ 0: "Female", 1: "Male" }
language := map[string]int { "Go": 2007 }
case condition || value:
label:
```

```
shadrinsk := [...] float32 { 56.05, 63.38 }
func sum(numbers ...int) (sum int) { /* range numbers */ }
integers := []int{1,2,3,4,5}; sum(integers...)
```

```
for i := 0; i < n; i++ { if y := f(i); y > 0 { println(y) } }
version := 1.0; released := 2012; fmt.Println(version)
```

```
site := "https://go.dev/"
```

```
place = findLocation(latitude, longitude)
```

```
result = object.method(); println(structure.field)
```

```
channel <- value; value = <-channel
```

Знаков препинания  
 мало, их применение  
 логично.

# Синтаксис: что исключено из Go

Чтобы сделать синтаксис кратким и понятным, сознательно **исключены из языка**:

- Описатели видимости имён (`private`, `public`, ...) — её показывает *Capitalization*.
- Особые описатели для имён (`auto`, `static`, ...) — расположение `const` и `var` говорит об области действия.
- Обозначения типа и значности у констант (`42UL`, `7F`) — применение `untyped const` очень естественно.
- Дополнительная нотация для `<generics>` — поскольку это лишь [параметризация] и ограничения для типов.
- Ключевые слова структурного программирования (`procedure`, ...) — назначение выводится из контекста.
- Дополнительные управляющие конструкции (`elsif` / `elif`, ...) — лишь замусоривают исходники.
- Различные ключевые слова для разных типов циклов (`while`, `until`) — достаточно одного `for`.
- Ключевые слова ООП (`class`, ...) — объектный подход обходится только `type` и `func`.
- Зарезервированные слова для особых методов (`constructor`, `new`, `self`, ...) — допустимы любые имена.
- Ограничения ООП — методы можно определять для любого типа.
- Наследование (`inheritance`) делает отношения между типами жёсткими — поэтому `composition`.
- Явное указание реализации (`implements`) интерфейсов — неявное соответствие даёт больше свободы.
- Деструкторы — сборщик мусора (GC) эффективно освобождает память.
- Исключения (`exceptions`) нарушают ход выполнения — подпрограммы возвращают результаты и `error`.
- Арифметика с указателями (`pointer arithmetic`) — источник ошибок.
- «`;`» как разделитель утверждений — автоматически вставляется на месте перевода строки.
- Значения по умолчанию для аргументов — ведут к нарушению ISP (принцип разделения интерфейсов).
- Перегрузка функций (`functions overriding`) — снижает понимание программ.
- Автоматическое преобразование типов (`automatic type conversion`) — явное понимается однозначно.

# Синтаксис: keywords

**Go (48)**

**25 keywords:**

break	<b>19 data types:</b>
case	bool
chan	byte
const	complex64
continue	complex128
default	float32
defer	float64
else	int
fallthrough	int8
for	int16
func	int32
go	int64
goto	rune
if	string
import	uint
interface	uint8
map	uint16
package	uint32
range	uint64
return	uintptr
select	
struct	
switch	
type	
var	

**4 constants:**

false
iota
nil
true

**C++ (108)**

alignas
alignof
and
and_eq
asm
atomic_cancel
atomic_commit
atomic_noexcept
auto
bitand
bitor
bool
break
case
catch
char
char8_t
char16_t
char32_t
class
compl
concept
const
consteval
constexpr
constinit
const_cast
continue
contract_assert
co_await
co_return
co_yield

**decltype**

**default**

**delete**

**do**

**double**

**dynamic\_cast**

**else**

**enum**

**explicit**

**auto**

**extern**

**false**

**float**

**for**

**friend**

**goto**

**if**

**inline**

**int**

**long**

**mutable**

**namespace**

**new**

**noexcept**

**not**

**not\_eq**

**nullptr**

**operator**

**or**

**or\_eq**

**private**

**protected**

**public**

**reflexpr**

**register**

**reinterpret\_cast**

**requires**

**return**

**short**

**signed**

**sizeof**

**static**

**static\_assert**

**static\_cast**

**struct**

**switch**

**synchronized**

**template**

**this**

**thread\_local**

**throw**

**true**

**try**

**typedef**

**typeid**

**typename**

**union**

**unsigned**

**using**

**virtual**

**void**

**volatile**

**wchar\_t**

**while**

**xor**

**xor\_eq**

**В дополнение к 98**

**ключевым словам в C++23**

**есть**

**ещё**

**идентификаторов**

**специальным значением:**

**final**

**override**

**transaction\_safe**

**transaction\_safe\_dynamic**

**import**

**module**

**pre**

**post**

**trivially\_relocatable\_if\_eligible**

**replaceable\_if\_eligible**

**co**

**if**

**elif**

**else**

**endif**

**ifdef**

**ifndef**

**elifdef**

**elifndef**

**define**

**undef**

**include**

**embed**

**line**

**error**

**warning**

**pragma**

**defined**

**\_has\_include**

**\_has\_cpp\_attribute**

**\_has\_embed**

**export**

**import**

**module**

**\_Pragma**

**Ещё 24 токена**

**распознаются**

**препроцессором:**

**53 keywords + reserved words**

**78 keywords + context keywords**

**Free Pascal (106)**

**54 keywords + reserved words**

**Kotlin (95)**

**31 hard, 17 soft & 29**

**modifier keywords + 18**

**data types**

**Java (70)**

**53 keywords + reserved words**

**У языка Go**

**краткий, легко**

**запоминающийся**

**синтаксис для**

**однозначной**

**записи алгоритма.**

# Управление выполнением: ветвление

```
if условие {  
    действие1()  
} else {  
    действие2()  
}
```

```
switch выражение; условие {  
    case значение1:  
        действие1()  
    case значение2, значение3:  
        действие23()  
        fallthrough  
    case значениеN:  
        действиeN()  
        break  
default:  
    действиeПоУмолчанию()  
}
```

```
if выражение; условие { // if x:=f(); x > 0  
    действие1()  
} else {  
    действие2()  
}
```

```
switch {  
    case условие1:  
        действие1()  
    case условиеN:  
        действиеN()  
}
```



```
switch значение := интерфейс.(type) {  
    case значениеТипа1:  
        действие1()  
    case значениеТипaN:  
        действиеN()  
}
```

# Управление выполнением: циклы

```
// итерационный: (i := 0; i < n; i++)
for инициализация; условие; изменение {
    обработка(данных)
}
```

```
// == while
for условие {
    обработка(данных)
}
```

```
// бесконечный цикл
метка:
for {
    обработка(данных)
    if условие { continue }
    if условие { break метка }
}
```

```
// перебор целых чисел от 0 до < число
for значение := range число {
    обработка(данных)
}
```

```
// перебор array или slice
for индекс, элемент := range коллекция {
    обработка(данных)
}
```

```
// перебор ассоциативного массива = map
for ключ, значение := range отображение {
    обработка(данных)
}
```

```
// получение из channel
for значение := range канал {
    обработка(данных)
}
```

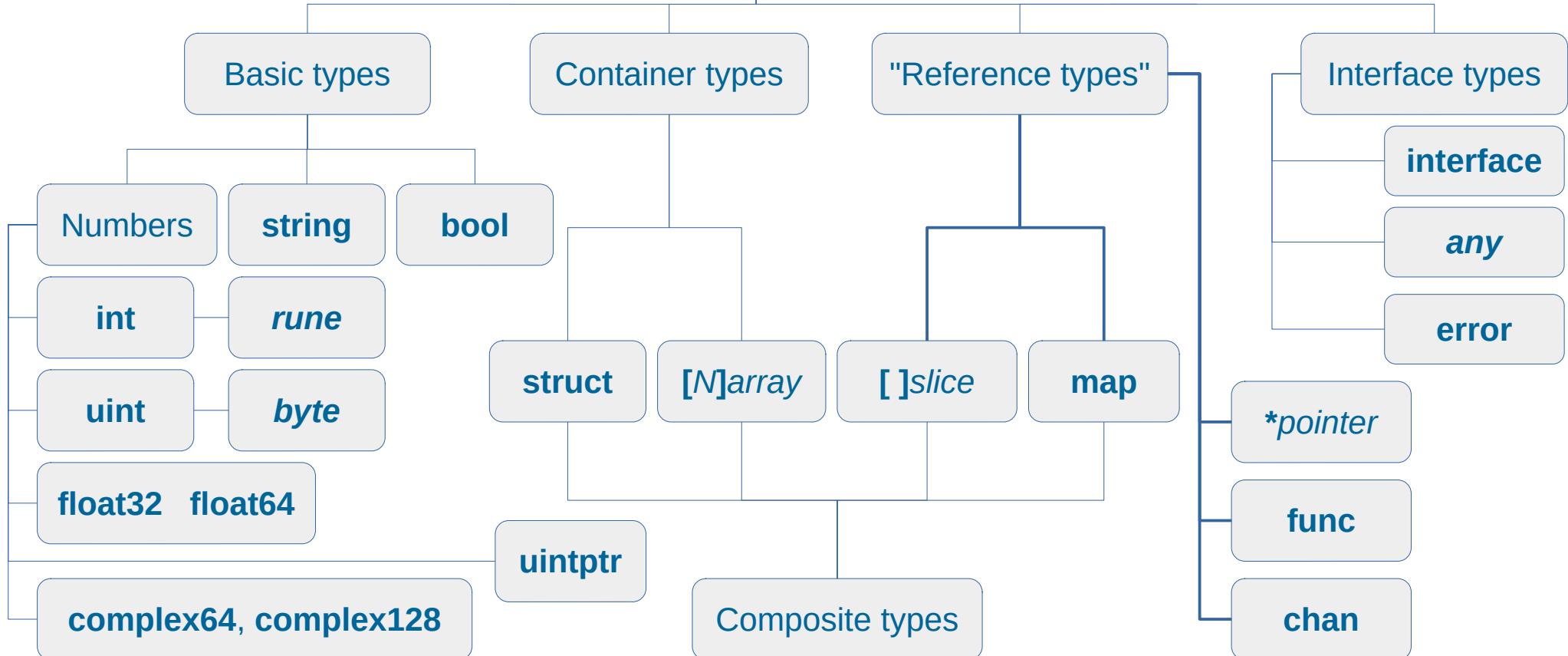
# Типы данных



int, int8, int16, int32 = rune, int64  
uint, uint8 = byte, uint16, uint32, uint64

any = interface {}

## Data types in Go



# Константы: const

Бестиповые константы (untyped constants): // математически точные, не требуются указания типа (42LL, 7UL, 3F, etc.)

```
const (
    e = 2.71828182845904523536028747135266249775724709369995957496696763
    π = 3.14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459
    π2 = π * π
)
var pi2 float32 = π2 // при использовании значение константы усекается до размера типа
```

Константы с заданным типом (typed constants):

```
const (
    b byte = 0xf          // байт
    x complex128 = 2+5i   // комплексное число
    Big float64 = 1 << 100 // с плавающей точкой: 1 со 100 нулями
    i int32 = -273        // целое
    Go rune = '碁'         // символ
    language string = "Go" // строка
)
```

Надо быть очень  
искусным  
инженером, чтобы  
реализовать  
бестиповые  
константы в  
языке со строгой  
типовизацией. ☺

Предопределённые константы (predefined constants):

```
var zeroPointer *int = nil           // nil нельзя присвоить константе
const t, f bool = true, false        // логические значения

type Weekday int                   // 0 и авто-увеличение значений
const ( Sun Weekday = iota; Mon; Tue; Wed; Thu; Fri; Sat ) // 0;1;2;3;4;5;6
```

# Объявление и присваивание: var

// При объявлении новой переменной у неё **всегда** есть начальное значение (zero value).

```
var (
    i      int          // 0
    G, o   rune         // 0, 0
    s      string        // ""
    tube   chan string  // nil
    ok     bool          // false
    x      float64      // 0.0
    answer = 42         // тип int выведен из присвоенного значения
)
```

В программах на Go нет неинициализированных переменных.

// объявление новой переменной и присваивание значения (в функции)

```
j := 25           // тип выводится из присваиваемого значения
t, f := true, false // параллельное присваивание
```

// присваивание значения уже объявленным переменным

```
s = "Go"          //
G, o = 'G', 'o'    // параллельное присваивание (tuple assignment)
i, j = j, i       // обмен значений i и j
```

# Типы данных: struct



Структура (**struct**) — набор разнотипных полей: обычно для описания типа

```
type User struct {  
    id int  
    name, password string  
}  
  
u := User {  
    name: "Ken Thompson",  
    id: 42,  
}  
  
var u2 User  
u2 = u  
u2.id += 1  
  
// объявление переменной и инициализация полями значениями по порядку  
u3 := User{u.id, u.name, u.password} // следования полей  
  
var u4 User = User{}  
// инициализация пустой структурой
```

# Указатели: pointer

**pointer** ~ указатель (на значение определённого типа):

```
type BaseType string
```

```
var v BaseType = "Значение"           // переменная типа BaseType
var p *BaseType                      // указатель на переменную типа BaseType
p = &v                                // ссылка на значение переменной типа BaseType
c := *p                                // значение переменной типа BaseType по ссылке на v
                                         // нет вычислений адресов по указателям
```

// Чтобы в функции изменить значение, нужно передать его по ссылке

```
func changeValue(p *BaseType) {
    var newValue BaseType = "Новое значение"
    *p = newValue
}
```

```
type BaseType = string
```

Сложные структуры данных (slice, map) можно передать в функцию по значению, но в нём имеется скрытый указатель на базовую структуру данных. Поэтому данные можно будет изменить в функции, что может служить источником ошибок.

# Контейнерные типы: container types

**[размер]Type** // массив (array) определённой длины:

```
var punchCard [80]rune // 80 * 0
localhost := [4]int { 127, 0, 0, 1 }
gender := [2]string { 0:"Female", 1:"Male" }
location := [...]float32 { 56.05, 63.38 } // ... = number of initial values
```

**[]Type** // срез (slice) – динамический массив («переменной» длины),  
 // (на самом деле – удобная надстройка над обычным массивом):

```
primes := []int { 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23 }
messages := make([]string, 0, 1024)
messages = append(messages, "OK")
```

**map[KeyType]ValueType** // ассоциативный массив = отображение = карта:

```
languages := map[string]int { "Go": 2007 }
languages["Kotlin"] = 2011
```

```
type Coordinates map[[2]float32]string
places := make(Coordinates)
places[location] = "Шадринск"
places[[2]float32{33.54, -118.05}] = "Norwalk"
```

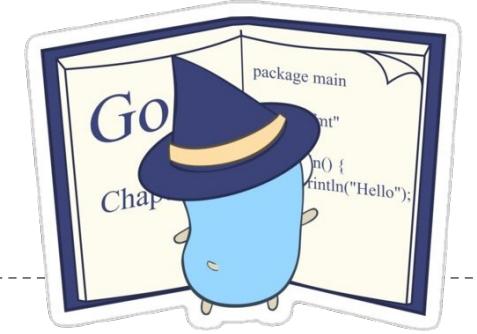
Структуры данных slice и map включают в себя из блок служебной информации, в которой содержится указатель на сами данные.

# Функции: func main(); func init()

// Главная функция в пакете main, с которой начинается выполнение программы.

```
package main
```

```
func main() {  
    обработка(&данных)  
}
```



// в каждом пакете может быть несколько «инициализирующих» функций,

```
func init() {  
    инициализация(&данных)  
}
```

// которые выполняются при загрузке пакета в порядке их описания

```
func init() {  
    инициализация(&других_данных)  
}
```

// и могут располагаться в разных файлах этого пакета

# ФУНКЦИИ: func

```
// функция без возвращаемого значения = процедура
func debug(m string) { println(m) }
debug("побочный эффект")

// функция с одним возвращаемым значением
func save(u User) (error) { e := database.update(u); return e }
err := save(newUser)

// функция с одним именованным возвращаемым значением
func save(u User) (e error) { e = database.update(u); return } 
err := save(newUser)

// функция с несколькими возвращаемыми значениями: возможно, именованными
func add(u User) (id int, e error) { id, e = database.insert(u); return id, e }
userId, err := add(newUser)

// функция с переменным списком параметров = variadic function
func saveAll(users ...User) (e []error) { e = database.updateAll(users); return s }
arguments := []User{user1, user2, user3}
possibleErrors1 := saveAll(arguments...)
possibleErrors2 := saveAll(user4, user5, user6)

// в функции передаются копии значений аргументов (но можно передавать указатели)
```

В Go подпрограммы описываются как **func**, но они могут не возвращать результата. А могут возвращать несколько любых значений.

Это часто применяется, когда нужно вернуть результат, а также сообщить, была ли ошибка при вычислении результата.

# Типы-функции: func type

**type ИмяТипа func(типы, параметров) (типы, возвращаемых, значений)**

```
type F1 func(int, int) int // тип функции = её сигнатура
```

```
// у любой функции есть тип, например: func(int, int) int
func add(x, y int) int { return x+y } // соответствует типу F1
```

// функция как значение переменной

```
var f1 F1 = add // присваивание объявленной функции
fa := func() { println("anonymous") } // анонимная функция типа func()
```

// функция как возвращаемое значение

```
func returnsFunc() F1 { return add } // возвращает функцию типа F1
f2 := returnsFunc()
y := f2(40, 2)
```

// функция как параметр (передаётся в функцию)

```
func receivesFunc(a, b int, f F1) (r int) { r = f(a, b); return r }
sum := receivesFunc(21, 21, add)
production := receivesFunc(21, 2, func(x, y int) int { return x*y } )
```

// определение и вызов анонимной функции

```
func() { println("lambda") }() // lambda типа func()
```

Функции в Go – это полноценные типы данных, с которыми можно обращаться, как с другими типами: хранить в массивах, передавать как аргументы, отправлять через каналы и т. д.

# Методы: func (t T) f()

К любому типу данных можно присоединить поведение с помощью методов.  
Метод – это функция, объявленная с объектом-получателем (receiver):

```
func (object Type) method(parameter Type) valueType { /* ... */ }
```

```
type Celsius float32
func (t Celsius) String() string { return fmt.Sprintf("%g°C", t) }
var t Celsius = 37.0
println(t.String()) // 37°C
```

Методы можно объявлять для любых типов данных, включая числа и строки.

```
type Album struct { name, artist string; year, length int; media string }
a := Album{ "Dark Side of the Moon", "Pink Floyd", 1973, 44, "катушка 18 см" }
```

```
type TapeRecorder struct {
    Model string
}
func (r TapeRecorder) play(a Album) {
    fmt.Printf("Playing album '%s' by '%s' for %d minutes...\n",
        a.name, a.artist, a.length)
}
```

```
recorder := TapeRecorder{ Model: "Нота 203-1 стерео" }
recorder.play(a) // Compile-Time Resolution
```

# Объектное программирование: type struct + func

// Нет классов, но можно описывать типы объектов на основе struct:

```
package user
type User struct { // тип описывает структуру данных
    login, email string
}
```

«Object- but not type-oriented»  
R. Griesemer

// К такому типу можно присоединить поведение с помощью методов:

```
func (u User) Login() string { return u.login }
func (u User) Email() string { return u.email }
func (u *User) SetEmail(mailbox string) { u.email = mailbox }
```

// Это не конструктор, а обычная функция, которую можно назвать New или NewUser

```
func New(l, e string) (u User) { u = User{login: l, email: e}; return u }
```

```
package main
```

```
import ( "sample/oop/user"; "fmt" )
```

```
func main() {
```

```
    mike := user.New("mshock", "mshock@caiman-club.org")
```

```
    mike.SetEmail("librarian@caiman-club.org") // static dispatch of methods
```

```
    fmt.Printf("%v %v\n", mike.Login(), mike.Email())
```

```
}
```

# Объектное программирование: composition

```

package user
type UserRole struct {
    name string
    id   int
}
func (r UserRole) Role() string { return r.name }

type User struct { // struct embedding (внедрение, включение одной структуры в другую)
    login, email string
    UserRole      // composition via struct embedding: описать anonymous field как имя типа
}
func New(l, e string) (u User) {
    u = User{login: l, email: e, UserRole: UserRole{"Гость", 9}}
    return u
}

-----
package main
func main() {
    vlad := user.New("pirogov", "chairman@caiman-club.org")
    fmt.Printf("%v %v %v\n", vlad.Login(), vlad.Email(), vlad.Role())
}
// Внедрённый тип UserRole передаёт (promote) свои поля и методы внедряющему типу User

```

Inheritance ~ «is a ...»  
vs  
Composition ~ «has a ...»

```

classDiagram
    class User
    class UserRole
    User "1" --> "1" UserRole
  
```

Составление  
вместо  
наследования.

# Интерфейсные типы: interface types

**interface** – это абстрактный тип данных для описания поведения: описывает набор сигнатур для методов (set of method signatures) без их реализации:

```
type Messenger interface { // basic interface type
    Send(user, message string) error
    Receive() string, error
}
```

Интерфейсы в Go — это способ передавать поведение в функции и возвращать его как результат.

**Любой конкретный тип будет неявно соответствовать ранее описанному интерфейсу, если реализует все методы этого интерфейса.**

```
type Telegram struct { api TelegramAPI } // этот тип соответствует типу Messenger
func (t Telegram) Send(u, m string) (e error) { e = api.send(u, m); return e }
func (t Telegram) Receive() (m string, e error) { m, e = api.receive(); return m, e }

// У переменной абстрактного типа динамически появляется конкретный тип (underlying type) и значение
var telegram Messenger = Telegram{ api: tg.NewClient(userID) }

telegram.Send("@pirogov", "Знакомство с языком Go") // вызывается реализованный метод

var icq, skype, whatsapp, viber, signal, discord Messenger
// Объявлены переменные абстрактного типа, которым можно присваивать значения типов, соответствующих
// контракту (интерфейсу); но пока у них нет конкретного типа (реализации), а значение = nil
```

# Интерфейсы: embedding

```
package io // пакет из стандартной библиотеки
type Reader interface { Read(b []byte) (int, error) }
type Writer interface { Write([]byte) (int, error) }
```

// Интерфейс может включать в себя (embed) другие интерфейсы:

```
package os
type File interface {
    io.Reader
    io.Writer
    // ...
}
```

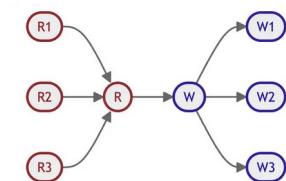
«The bigger the interface,  
the weaker the abstraction.»  
~ Go proverbs

// embedded interfaces

В описании типа interface, как и struct, можно внедрить другие типы interface. Здесь тоже работает composition.

```
package io // абстрактные действия можно легко комбинировать:
func Copy(dst Writer, src Reader) (written int64, err error)
func MultiReader(readers ...Reader) Reader
func MultiWriter(writers ...Writer) Writer
```

, err := io.Copy(io.MultiWriter(w1, w2, w3), io.MultiReader(r1, r2, r3))



# Интерфейсы: any

```
// Конкретный тип может соответствовать (satisfy) нескольким интерфейсам

type Telegram struct { /* ... */ }

// Соответствует типу Messenger, реализуя Send() и Receive()

// а также может начать соответствовать типу, если реализовать io.Reader:
func (t Telegram) Read(b []byte) (int, error) { /* ... */ }
```

```
// any == interface{}
type SatisfiedByAnyType interface{} // пустой интерфейс без методов, ему
                                    // соответствует объект любого типа

func printType(i any) {
    switch t := i.(type) {
    case int:
        fmt.Println("Integer:", t)
    case float64:
        fmt.Println("Float:", t)
    case string:
        fmt.Println("String:", t)
    default:
        fmt.Printf("Unknown type: %T\n", t)
    }
}

// определяет конкретный тип значения
// приведение типа (type assertion)

if v, ok := i.(Type); ok {
    // удалось преобразовать к типу Type
    // можно использовать v
}
```

**«interface{} says nothing.»**  
~ Go proverbs

# Интерфейсы: полиморфизм

```

type Flyer interface { fly() string }          // 1-й интерфейс с методом fly()
// все типы, которые реализуют метод fly(), будут соответствовать типу Flyer

type Bird struct { Name string }              // пользовательский тип Bird
func (b Bird)fly() string {                  // реализует метод fly() и поэтому
    return "flying..."                      // соответствует интерфейсу Flyer
}

type Swimmer interface { swim() string }       // 2-й интерфейс с методом swim()

type Penguin struct { Name string }           // пользовательский тип Penguin
func (f Penguin)swim() string { return "swimming..." } // соответствует сразу
func (b Penguin)fly() string { return "I can fly under water!" } // 2-м интерфейсам

var s = Bird{"Sparrow"}
var p = Penguin{"Gentoo"}

birds := []Flyer{s, p, Bird{"Dove"}}
for _, b := range birds {
    fmt.Println(b, b.fly())
}

```

// Flyer – «обобщённый» тип данных, которому  
// соответствуют и Bird, и Penguin, и ...  
// polymorphism

# Интерфейс: sortable — описание + соответствие

// чтобы отсортировать любой список, нужно 3 функции:

```
type sortable interface {
    LessEqual(i, j int) bool          // сравнить 2 элемента
    Len() int                         // узнать длину списка
    Swap(i, j int)                   // поменять элементы местами
}
```

Интерфейсы позволяют обходиться без generics.

type ListOfIntegers []int // реализовав 3 метода для int, можем сортировать целые числа

```
func (l ListOfIntegers) LessEqual(i, j int) bool { return l[i] <= l[j] }
```

```
func (l ListOfIntegers) Len() int { return len(l) }
```

```
func (l ListOfIntegers) Swap(i, j int) { l[i], l[j] = l[j], l[i]; return }
```

```
func sortIntegers() {
    ints := ListOfIntegers{123, 789, 234, 987, 345, 890, 567, 678, 456, 876, 765, 654, 543, 432, 321}
    QuickSort(ints, true)
}
```

type vampires []vampire

```
type vampire struct {
    name      string
    prefersWomen bool
    killCount  int
}
```

```
func (v vampires) LessEqual(i, j int) bool { return v[i].killCount <= v[j].killCount }
```

```
func (v vampires) Len() int { return len(v) }
```

```
func (v vampires) Swap(i, j int) { v[i], v[j] = v[j], v[i] }
```

```
var vampz vampires = vampires{vampire{"Dracula", true, 100001}, vampire{"Sava Savanović", false, 3}}
// QuickSort(vampz, false)
```

```
func QuickSort(s sortable, isAscending bool) {
    sort(s, 0, s.Len()-1, isAscending)
}

func sort(s sortable, start, end int, isAscending bool) { /* ... */ }

func partition(s sortable, start, end int, isAscending bool) int { /* ... */ }
```

# Интерфейсы: влияние на технологию

Интерфейсы в Go – это не просто абстрактная программная концепция, а основа разработки сопровождаемого ПО в эксплуатации (maintainable production code).

**Что проверить инженеру - разработчику при проектировании новой системы:**

- ✓ Могу я это протестировать, не обращаясь к внешним зависимостям?
- ✓ Могу я переключать реализации, не изменяя вызывающие программы?
- ✓ Будут новые участники команды понимать контракты программ?
- ✓ Можно ли в этом месте программы безболезненно справиться с изменениями требований?
- ✓ Смогу ли я без лишних трудностей подключить middleware, не затрагивая бизнес-логику?
- ✓ Этот интерфейс действительно делает что-то одно, и делает это хорошо?

**Интерфейсы — не академическая теория, а средство выживания при эксплуатации:**

- ✓ Удобно тестируемый код (применяйте интерфейсы, чтобы имитировать зависимости).
- ✓ Безболезненный рефакторинг (изменяйте реализацию без изменения интерфейсов вызывающих программ).
- ✓ Масштабирование команды (много разработчиков, ноль конфликтов).
- ✓ Архитектура, защищённая от будущих изменений (требования изменяются, интерфейсы готовы к изменениям).
- ✓ Оптимизация производительности (легко переключать медленные реализации на более быстрые).

**Советы:**

- Junior Engineers: Освойте сначала io.Reader/Writer, затем делайте свои интерфейсы к сервисам. Начните с малого, думайте о большем.
- Senior Engineers: Проведите аудит вашей базы исходников. Сосчитайте, сколько раз вы используете конкретные типы в сигнатурах функций. Каждый из них — это потенциальный кандидат на замену интерфейсом.
- Team Leads: Сделайте проектирование интерфейсов частью вашего процесса по инспекции программного кода. Такие вложения обязательно окупятся.

**Интерфейсы меняют мышление:**

- Перестаньте думать: "что делает этот код?". Начните думать: "какие возможности требуются этому коду?"  
Первый подход ведёт к жёсткой связанности. Второй — ведёт к гибким, сопровождаемым системам.

"Go Interfaces: The Production Engineer's Secret Weapon" ▲ ~

Почему каждый разработчик на Go должен освоить эти **10 образцов применения интерфейсов** (и как они помогут вам остаться в здравом уме).

~ Abhishek Kumar

Лучший код — это тот, который не нужно переписывать. Интерфейсы делают это возможным.

# Обобщённые типы: generics

// Generics описываются с помощью параметризованных типов и ограничений (constraints) на обобщённый тип для функции:

```
func First[T any](a []T) (result T, err error) {
    if len(a) == 0 {
        return result, errors.New("Slice is empty!")      // пустой результат и ошибка
    }
    return a[0], err                                         // 1-й элемент и nil (ошибки нет)
}
func Last[T any](a []T) (result T, err error) {
    if len(a) == 0 {
        return result, errors.New("Slice is empty!")      // пустой результат и ошибка
    }
    return a[len(a)-1], err                                // последний элемент и nil
}
```

```
sliceOfIntegers := []int{1, 2, 3, 4, 5}

// если тип параметра можно вывести из переменной, то его можно не указывать
first, err := First(sliceOfIntegers)
last, err := Last[int](sliceOfIntegers) // но можно и указать явно

sliceOfStrings := []string{"Вышел", "зайчик", "погулять"}

fmt.Println(First(sliceOfStrings))
fmt.Println(Last[string](sliceOfStrings))
```

**Monomorphization ~**  
 using generics, Go can generate specific versions of functions for each type, which enhances performance by avoiding the overhead associated with dynamic dispatch.

# Многозадачность: concurrency

- **concurrency** ~ одновременность = взаимодействие множества процессов, которые могут выполняться одновременно, если позволяет «железо» и ОС

**"Concurrency is the composition of independently execution things."** – Rob Pike

**Concurrency** — это способ структурировать программу, согласовывая взаимодействие процессов (возможно, возможно, одновременно).

**Concurrency** — это о том, как **организовать** одновременную обработку многих вещей (**«dealing with a lot of things at once»**).

В программе, спроектированной на основе **concurrency**, процессы не обязательно будут автоматически выполняться параллельно (например, из-за аппаратных ограничений).

- **parallelism** ~ параллелизм = физическое параллельное выполнение множества процессов (на одном или нескольких CPU / узлах)

**"Parallelism is the simultaneous execution of multiple things."** – Rob Pike

**Parallelism** — это параллельное выполнение нескольких (независимых, возможно, взаимосвязанных) процессов.

**Parallelism** — это о том, как **выполнить** обработку многих вещей параллельно (**«doing a lot of things at once»**).

Программа, спроектированная на основе **concurrency**, организует взаимодействие процессов, учитывая их возможный **параллелизм**.

*If you have only one processor, your program can still be concurrent but it cannot be parallel.*

# Многозадачность: средства

Многозадачность в Go реализована на основе CSP (communicating sequential processes: C. A. R. Hoare, 1978).

Для управления многозадачностью в язык встроено несколько механизмов:

- Go-подпрограммы (goroutines) для одновременного выполнения:

```
go f() // запустить любую функцию как подпроцесс
```

- Каналы (channel) для обмена данными и синхронизации выполнения:

```
var channel = make(chan Type)
channel <- value // отправить значение в канал и ждать
value = <-channel // ждать и получить значение из канала
```

- Выбор (select) для обработки нескольких потоков данных через каналы:

```
select {
case <-ch1: // если что-то появится в канале #1
case v2 := <-ch2: // если удалось получить значение из канала #2
case ch3 <- v3: // если удалось отправить в канал #3
default: // обработать другое событие
}
```

# Многозадачность: goroutines

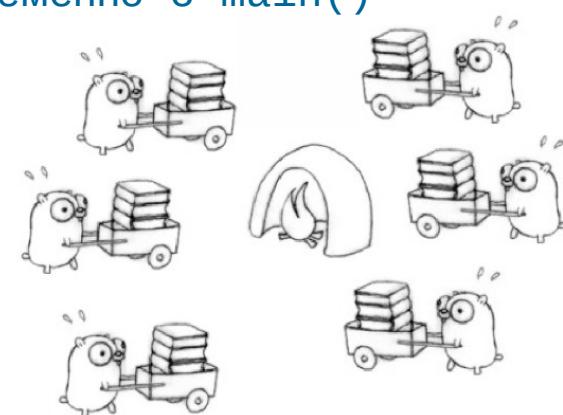


Go-подпрограммы (goroutines) — это легковесные подпроцессы, которые выполняются одновременно с потоком главной программы (*main go thread*) и управляются системой исполнения (Go runtime).

Они нетребовательны к вычислительным ресурсам, поэтому можно запускать тысячи Go-подпрограмм в одном потоке ОС. А если программе доступны несколько ядер процессора или несколько ЦП, то Go runtime эффективно загружает все, распределяя подпрограммы между ними.

```
func f(n int) { println(n) }

func main() {
    for n := range 5 { // любую функцию можно запустить через go
        go f(n+1) // запустить 5 экземпляров f() одновременно с main()
        // можно запустить анонимные функции
        go func () { println(n+1) }()
    }
    // дождаться завершения подпрограмм
    time.Sleep(5 * time.Second)
    println("Вышел зайчик погулять.")
}
```



# Многозадачность: каналы

```
// объявить переменную для канала обмена данными указанного типа
var channel chan T

// создать канал
channel = make(chan T, размерБуфера) // default size = 1

// отправить значение в канал
channel <- value

// и ждать, пока не будет прочитано значение из канала

// ждать, пока не будет записано значение в канал
// прочитать значение из канала в переменную
value := <-channel

// ждать и прочитать из канала, игнорируя значение
<-channel

close(channel) // закрыть канал
```

Каналы в Go – это встроенный в язык механизм, с помощью которого происходит не только обмен данными между подпрограммами, но и синхронизация их выполнения.

# Каналы: пример

```

var club chan string          // объявить канал для строк, значение nil
club = make(chan string)      // выделить память каналу для строк

// club <- "Разговор о Go"      // deadlock, т. к. есть отправка, нет чтения
// отправить в канал значение из одновременно выполняемой функции
go sendMessage(club, "Предложен разговор о языке Go.")
received := <-club            // получить значение из канала в переменную

go sendMessage(club, "Разговор о языке Go запланирован.")
go sendMessage(club, "Разговор о языке Go состоялся.")

m2, m1 := <-club, <-club      // получить 2 сообщения
close(club)
message, ok := <-club          // проверить доступность канала
if !ok {                        // канал закрыт
    fmt.Println("Разговор завершился.")
}
// сколько раз отправлено,
// столько раз получено

```

```

func sendMessage(ch chan<- string, s string) {
    ch <- s
}

```

«Don't communicate by sharing memory, share memory by communicating.»  
~ Go proverbs

# Пакеты: package

Пакет — это набор (логически связанных) исходных файлов, расположенных в одном каталоге (directory). В начале каждого файла должна описываться его принадлежность к пакету фразой

```
package packageName // site/path/packageName
```

Пакет — единица видимости имён (типов, констант, переменных, полей, функций):

- Все имена видны во всех файлах одного пакета.
- Имена в пакете, начинающиеся с Заглавной буквы экспортятся: они видны в программе, которая импортировала пакет фразой

```
import "packageName" // название пакета – это строка
```

```
var result packageName.Type = packageName.Func(packageName.Const, packageName.Var)
```

Пакеты (не из стандартной библиотеки) могут располагаться где угодно, их полные адреса (локальные пути или URL) должны быть перечислены в конфигурационном файле

```
go.mod
```

package **main** — это специальное имя пакета, которое означает, что этот пакет содержит код, который будет скомпилирован в двоичный исполняемый файл. В одном из файлов (обычно, в **main.go**) этого пакета должна быть функция **main()**, с которой начнётся выполнение.

# Имена: области видимости

**Именование** в языке программирования крайне важно для понимания (readability).  
**Области видимости** (scopes) определяют доступность имён.

В Go — очень простая **иерархия областей видимости имён** (name scope hierarchy):

- общая (universe): встроенные (predeclared) идентификаторы вроде `int` и `string`;
- пакет (package): все исходные файлы пакета находятся в общей области;
- файл (file): только для переименования имён пакетов в `import`;
- функция (func): тело функции;
- блок (block): тело блока (`if`, `for`, `switch`, `select`).

В языках C, C++, Java имя в исходнике может относиться к какой угодно части программы.

В Go при импорте пакета не возникает неожиданностей:

- добавление импортированного имени к текущему пакету не сломает другой пакет;
- имена не просачиваются через границы пакетов;
- любое имя всегда определено в конкретном пакете: в этом или в импортированном;
- имя `v` или `V` (без указания пакета) определено в одном из файлов текущего пакета;
- `x.V` понимается однозначно: найди пакет "x", V будет определено в нём,
- и есть только одно такое `x.V`.

Это сильно упрощает восприятие (readability), а значит понимание программы и её надёжность.

«Readable means reliable.» ~ Rob Pike



В программах на Go практически используются всего 3 области видимости имён:

- \* пакет;
- \* функция;
- \* блок.

Снаружи пакета видны только имена, записанные в пакете с заглавной буквы.

# Модули: mod

Модуль — это набор пакетов, которые распространяются (с определённым номером версии) как единое целое. Модули могут загружаться прямо из систем управления версиями исходников или с общедоступных серверов.

Модуль идентифицируется путём до модуля (*module path*), который объявляется в файле `go.mod` вместе с информацией о зависимостях модуля.

Создать файл описания модуля `go.mod` можно командой:

```
go mod init path/to/module/moduleName
```

Примеры:

```
go mod init local/module
```

```
go mod init caiman-club.org/mshock/go/presentation
```

Модули в Go – это библиотеки (стандартные, собственные или от других разработчиков), которые импортируются, чтобы использовать их функциональность.

Главный каталог модуля (*module root directory*) — это каталог, содержащий файл `go.mod`. Когда модуль состоит из нескольких пакетов, они располагаются в подкаталогах главного каталога модуля. К ним можно обращаться по относительным путям:

```
import local/module/subpackage
```

Скачать и подключить внешний модуль можно командой:

```
go get server/path/to/module/moduleName
```

# Инструменты: go tools



## Работа с модулями

```
go mod  
go get  
go install  
go list  
go doc  
go fix  
go vet
```

...

## Компиляция и сборка

```
go fmt  
go build  
go generate  
go run  
go clean  
go tool asm  
go tool compile  
go tool link
```

...

## Тестирование, измерение

```
go test  
go telemetry  
go bug  
go tool pprof  
go tool cover  
go tool covdata
```

...

В системе программирования на Go предусмотрено много стандартных инструментов, из которых можно собирать конвейеры для автоматического выполнения повторяющихся действий при разработке ПО.

# Инструменты: go command

`go command [аргументы...]` # в одну команду `go` интегрированы все команды:

<code>bug</code>	оформить отчёт об ошибке ( <code>bug report</code> )
<code>build</code>	собрать исполняемую программу со всеми зависимостями
<code>clean</code>	удалить объектные файлы и почистить файлы в кэше
<code>doc</code>	показать документацию на пакет
<code>env</code>	вывести информацию о переменных окружения для Go
<code>fix</code>	обновить пакеты с изменениями в API
<code>fmt</code>	переформатировать исходники к стандартному виду
<code>generate</code>	сгенерировать файлы Go по указаниям в исходниках
<code>get</code>	скачать и установить пакеты, импортированные в этом модуле
<code>install</code>	скомпилировать и установить пакеты и зависимости
<code>list</code>	вывести список пакетов или модулей
<code>mod</code>	подкоманды для обслуживания файла <code>go.mod</code>
<code>work</code>	подкоманды для обслуживания <code>workspace</code>
<code>run</code>	скомпилировать и сразу выполнить программу на Go
<code>telemetry</code>	управлять настройками и данными телеметрии
<code>test</code>	выполнить тесты для пакетов: <code>./... #</code> для всех
<code>tool</code>	запустить указанный инструмент
<code>version</code>	вывести версию Go
<code>vet</code>	сделать отчёт о потенциально ошибочных конструкциях в пакетах

В одной команде `go` – основные стандартные инструменты системы программирования Go.

# Инструменты: go tool command

`go tool [-n] command [arguments...]` # запускает такие инструменты:

<code>addr2line</code>	читает адреса и выводит имена функций & место в исходнике ( <code>file:line</code> )
<code>asm</code>	ассемблирует <code>x.go</code> в <code>x.o</code> , чтобы объединить с другими объектами в архив пакета
<code>buildid</code>	выводит или перезаписывает (с <code>-w</code> ) <i>build ID</i> в указанном файле
<code>cgo</code>	преобразует исходные Go файлы в несколько исходных Go и C файлов
<code>compile</code>	компилирует файлы пакета в один объектный файл
<code>covdata</code>	генерирует отчёты из выходных файлов coverage testing (2-го поколения)
<code>cover</code>	анализирует данные покрытия сгенерированные ' <code>go test -coverprofile=cover.out</code> '
<code>doc</code>	<code>== go doc</code>
<code>fix</code>	находит программы со старыми API и исправляет их для использования новых API
<code>link</code>	объединяет главный объектный файл и зависимости в исполняемый двоичный файл
<code>nm</code>	выводит список символов из объектного / исполняемого файла или архива
<code>objdump</code>	дизассемблирует исполняемые файлы
<code>pack</code>	простая версия традиционной Unix-команды <code>ar</code> с нужными для Go операциями
<code>pprof</code>	средство визуализации и анализа метрик о выполнении (performance profile)
<code>preprofile</code>	делает промежуточное представление данных <code>pprof</code> для применения в PGO
<code>test2json</code>	преобразует вывод <code>go test</code> в машинно-читаемый поток JSON
<code>trace</code>	средство просмотра файлов трассировки, сгенерированных <code>go test -trace</code>
<code>vet</code>	изучает исходники на Go и делает отчёт о подозрительных конструкциях

Дополнительные инструменты запускаются  
С помощью команды `go tool`.

# Инструменты: IDEs

## ▲ IDEs And Text Editor Plugins @ go.dev:

- **Visual Studio Code** + plug-in (Microsoft) // бесплатно
- **GoLand** (IDE by JetBrains) // можно бесплатно попробовать в течение 30 дней
- **LiteIDE** (open source and cross-platform Go IDE)
- **Komodo IDE** (open source cross-platform IDE with built-in Go support)
- **Komodo Edit** + plug-in (open source cross-platform text editor)
- **Geany** (free cross-platform programmer's text editor)
- **jEdit** (open-source, cross-platform text editor: Java)
- **Notepad++** (freeware text & source code editor: Windows)
- **Kate** (cross-platform text editor with Go support out-of-the-box: KDE)
- **Sublime Text** (commercial text editor: macOS, Windows, Linux)
- **TextMate** (commercial text editor: macOS)
- **vim & Neovim+ vim-go plugin** (open-source, cross-platform text editor)

...

... Atom, BBEdit, Chime, CodeLobster IDE, Coding Rooms, emacs, Gitpod, IDEOne, Jdoodle, OneComplier, OnlineGDB, Micro, Nova, zed, Zeus IDE, ...



# Распространение: компании

**Go применяется в (> 40% IT technology companies worldwide):**

Alibaba, Amazon, American Express, Apple, Armut (*C# → Go*), Baidu, BBC, bitly, ByteDance (TikTok/Douyin), Canonical, Capital One, CERN, Cloudflare, Cockroach Labs, Curve, DataDog, dailymotion, Docker, DropBox (*Python → Go*), GitHub, Google, gov.uk, Heroku, Huawei, IBM, InfluxDB, Intel, K8s, Kubernetes, Meta, Microsoft, Monzo Bank, Mozilla (*Rust & Go*), Netflix (*Java → Go*), New York Times, Oracle, PayPal, Pinterest, Qiniu, Reddit, RedHat, Riot Games, Salesforce (*Python, C → Go*), Samsung Electronics, SendGrid, Slack, Stream (*Python → Go*), SoundCloud, Terraform, The Economist, The New York Times, Twitch, Uber, Walmart, YouTube, X / Twitter, многих других организациях и проектах *open-source*.

**В России** (всеми крупными компаниями, и не только):

Яндекс, ЦУМ, УГМК-Телеком, Точка, Тинькофф/Т-банк, Совкомбанк Технологии, СКБ Контур, Ситимобил, СберTex, Ростелеком, Роснефть, Росатом, МТС+MWS, МойОфис, Мегафон, Магнит.Tech, Лаборатория Касперского, Купер, ИТ-Холдинг Т1, ИнГосСтрах Банк, Иви Онлайн-кинотеатр, ДомКлик, Группа Астра, ГНИВЦ, ГК Юзтех, Газпромбанк, ВТБ+Иннотех, Билайн (Beeline), Альфа-Банк (Alfa Digital), АйТИ Инновация, YADRO, X5 Digital, Wildberries, VK (*PHP → Go*), Viasat Tech, Tutu, Tele2, Selectel, S8.Capital, Ozon, Okko, Mail.ru Group, Lamoda Tech, iSpring, IBS, Delivery Club, Cloud.ru, Boxberry: IT, Beeline, Avito, 2GIS и многие другие...

# Применение: software

## Области применения ▲ Go:

- DevOps & SRE ▲ (Development Operations & Site Reliability Engineering)
- Cloud & Distributed Network Services ▲ & Databases
- Web Development ▲ (frameworks, toolkits, engines, servers)
- System Automation & CLIs ▲, Utilities & Stand-Alone Tools
- AI clients via API & AI Libraries & Tools (*GenKit, LocalAI, Ollama, ...*)
- ... IoT & embedded systems (*TinyGo*)
- ... UI: GUI (Linux, MacOS, iOS, Android, Windows), WUI (GopherJS, WASM), TUI / CLI

## Software на Go ▲ :

ADK for Go (AI) @ Google, Allegro (eCommerce), **AmneziaWG**, AKS [Azure Container Service] @ Microsoft, AresDB @ Uber, Badoo, bilibili (video sharing), Buffalo (web framework), Caddy (web server), **CockroachDB**, Digger (IaC), **Docker**, Drone (CD), **DropBox** (backend), ent @ Meta, **etcd** (key-value DB), Flamingo (web framework), Galène (videoconferencing), **GenKit** (AI) @ Google, Gin (web framework), **GitLab**, Go Ethereum, **Google Cloud**, Gorgonia (ML), Gorilla (web toolkit), **Grafana**, gravitational/teleport (access proxy), Harvester (HCI), Hugo (website engine), Hyperledger Fabric (blockchain), InfluxDB, **Istio** (service mesh), JuiceFS, **Kubernetes**, LangChainGo, **Lantern**, LocalAI, **LXD** @ Canonical, **Mattermost** (messaging platform), MinIO (object storage), Monzo (banking app), NATS (messaging), NSQ (messaging), **Ollama** (89%), OpenShift (containerization), Podman, **Prometheus** (monitoring & alerting toolkit), Rend (large scale data caching @ Netflix), **RoadRunner** (application server for PHP), SoundCloud, **SourceCraft** (software development platform) @ Yandex, Soundscape (music streaming), Tendermint Core, **Terraform** (IaC), Timesheets (project management), Traefik (reverse proxy and load balancer), **Twitch** (live-streaming), **TypeScript** @ Microsoft, V2Ray, VITESS @ YouTube, **Zabbix agent2**, ...

# Применение: GUI



**GUI:** cross-platform graphical apps (Linux, Windows, MacOS, iOS, Android)

*Fyne.io*

The Fyne.io website features a "Gallery" section displaying a variety of cross-platform GUI applications built with the Fyne framework. These include a word search game (Crossword), a note-taking app (a simple and fun notes app), a weather app (EDINBURGH), a file manager (File Manager), and a terminal window (Terminal). A central banner highlights "Building Cross-Platform GUI Applications with Fyne". Below the banner is a quote from Andrew Williams: "Create beautiful, platform-agnostic graphical applications using Fyne and the Go programming language". At the bottom, a call-to-action button says "Are you ready to build the future with us?".

*GioUI.org*

The GioUI.org website displays a grid of application cards, each showing a screenshot and a brief description of a Go-based GUI application. The applications include:

- Home: G45W (A Dero Universal Wallet with mobile UI)
- Newsletter: godcr (A wallet for the Decred cryptocurrency)
- Install: gotraceui (an efficient frontend for Go execution traces)
- Learn: Anvil, Chapar, Cryptopower, Photon, Protonet, scapmi, Sointu, Sprig, Transito, Wormhole William, Architecture, Community
- Showcase: Photon (A fast RSS reader as light as a photon.), Protonet (Peer-to-peer chat application.), scapmi (Simultaneously Copy And Paste Multiple Items), Sointu (A modular software synthesizer to produce music for 4k intros.), Sprig (A client for the Arbor chat system.), Transito (Public transit app to download GTFS data & calculate routes offline.)

# Популярность: рейтинги

## TIOBE index ▲ (since 2009):

Now: #16 (Jan 2026) ← #8 (Oct 2025) ← #13 (Nov 2023)

Highest Position (before): #7 (Apr 2024, Jul 2025)

Lowest Position: #122 (May 2015)

Language of the Year: 2009, 2016

## Cloudflare Radar ▲ API Client Language popularity: #1 (2024)

## JetBrains ▲ Top-paid employees by programming language: #2 (2024)

## GitHub Octoverse ▲ Top 10 fastest growing languages in 2024: #3

## JetBrains ▲ Language Promise Index: #4 (2024)

## IEEE Spectrum ▲ Top Programming Languages: #10 (2025)

## Crossover ▲ Top 10 In-Demand Programming Languages for 2025: #10

## ZDnet ▲ The most popular programming languages in 2025: #10

## StackOverflow ▲ #12 Most popular techs: language (professionals) (2025)

## PYPL ▲ : #14 (Oct 2025)

## RedMonk ▲ Programming Language Rankings: #12 (Jun 2024)

## Statista ▲ Most used programming languages among developers (2024): #12

## GeeksForGeeks ▲ 20 Best Programming Languages to Learn in 2025: #13

Is Golang Still Growing?  
Go Language Popularity  
Trends in 2024 ▲ @  
JetBrains

Golang in 2025: Usage,  
Trends, and Popularity

При критике языка Go упоминаются следующие недостатки:

- Синтаксис слишком простой, мало syntactic sugar.
- Нет полноценного ООП.
- Явная обработка ошибок: смущает разработчиков, кто привык к исключениям (многословность, нет прерывания потока выполнения).
- Ограниченный вывод типов (type inference): явное указание типов параметров снижает простоту и выгоды от шаблонного кода.
- Ограничения (constraints) задаются только интерфейсами и могут ограничивать гибкость generics в определённых сценариях работы.
- Синтаксис непривычный: использование [ ] в типах параметров и в описании ограничений для generics снижает читабельность.
- Нет перегрузки функций (function overloading).
- Нет перегрузки операций (operator overloading) или добавления ключевых слов (keyword extensibility).
- Нет возможности объявить неизменяемость (immutability declarations), кроме const.
- Не хватает значений по умолчанию для параметров функций (default values for arguments) — сделано намеренно.
- Использование nil и weak type safety?
- Диспетчер сопрограмм (goroutines scheduler) управляет их выполнением, что может привести к недетерминированному поведению.
- Сборщик мусора может иногда вносить недопустимые задержки при выполнении программ (not real-time).
- Странный шаблон при форматировании даты и времени: "Mon Jan 2 15:04:05 -0700 2006".
- Обескураживающий результат при проверке интерфейсов на nil (true только, если и значение, и тип == nil).
- Рассогласование ссылок при изменении среза в функции (когда меняется ссылка на данные при изменении его размера).
- Нет проверки значений на соответствие перечислению, объявленному через iota.
- В некоторых случаях требуется более низкоуровневое управление распределением памяти, как в Rust.

*По-моему, эти претензии предъявляют те, кто не понял, для чего создавался Go, и хотят сделать из него другой язык, ещё один C++ / C# / Java.*

*Во многих проектах разработчики сочетают применение Go с использованием других новых языков: «Rust vs. Go: Why They're Better Together» ▲ .*

# Go: мои впечатления



Синтаксис лаконичный и понятный, но с некоторыми непривычными конструкциями.

Логично спроектирован, предсказуем. Исходники хорошо понимаются. Можно изучить легко и быстро!  
Непривычно после динамического Ruby: все объявления и преобразования надо делать явно.

Очень строгий компилятор: переменная не используется – код компилироваться не будет!

Strong typing и другие строгости важны для надёжности больших программ.

Осознал, что явная работа с ошибками дисциплинирует программиста: о них надо думать постоянно.

Убедился в преимуществах отказа от традиционного ООП в пользу объектного подхода в Go.

Полюбил интерфейсы в Go — основу динамичности и гибкости при разработке.

Довольно низкоуровневый: напоминает Си, но современный и более надёжный, очень мощный.

Очень быстро компилируется. Удобно сразу выполнить: `go run program.go`

Легко скомпилировать исполняемую программу для другого «железа» и ОС.

Действительно очень быстро выполняется: кое-что переписал на Go с Python и Ruby, сравнил скорость.

Очень много стандартных библиотек – на все случаи жизни. И они всё время улучшаются.

Легко подключать и обновлять сторонние модули (которых неимоверно много).

Хорошая документация на библиотеки (с исполняемыми примерами).

Много сайтов с примерами – изучать легко и приятно.

Хорошие инструменты в комплекте — можно разрабатывать без IDE.

На Си писать сложно и ненадёжно. А на Go пишу с удовольствием!

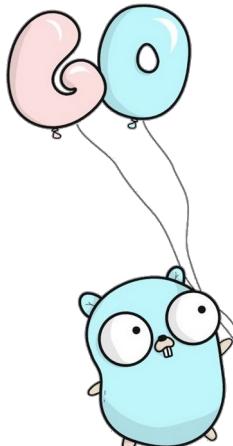
«Go isn't like C, because it is garbage-collected and has a real run-time, but it *is* like C in that **you can fit the whole language in your head.**»

Sinclair Target

# Мой опыт: советы

Чему я научился, изучая Go:

- Из функций, в которых возможна непредвиденная ситуация (а их большинство!), нужно всегда возвращать `error`, который будет о ней сообщать (можно управлять уровнем подробности).
- Надо чистить программу от неиспользуемых переменных и ненужных включений (`import`).
- Лучше разбивать исходники по пакетам в подкаталогах, которые специализируются на конкретных наборах действий (конфигурация, хранение данных, API, ...) — не классы!
- Когда пишешь пакет, лучше сначала все имена сделать неимпортируемыми (`names`), и делать их видимыми извне (`Names`) при необходимости.
- Сначала тестируешь внутреннюю логику программ пакета (как «белый ящик»), а потом его интерфейс (как «чёрный ящик»).

- 
- Если функция возвращает `error` — надо обязательно проверять, не возникла ли ошибка, не игнорировать проверку.
  - Надо не лениться и всё объявлять и преобразовывать явно.
  - Удобно сочетать типы с методами и просто функции, которые что-то обрабатывают.
  - Не сразу стал отвыкать от объектно-ориентированного мышления...
  - При обработке данных по сети concurrency может сильно ускорить выполнение.
  - Быстрые исполняемые файлы для разных ОС (из одних исходников) очень удобны: просто скопировал и запустил!

# КНИГ МНОГО (лучше читать на английском: свежие версии и без ошибок перевода)



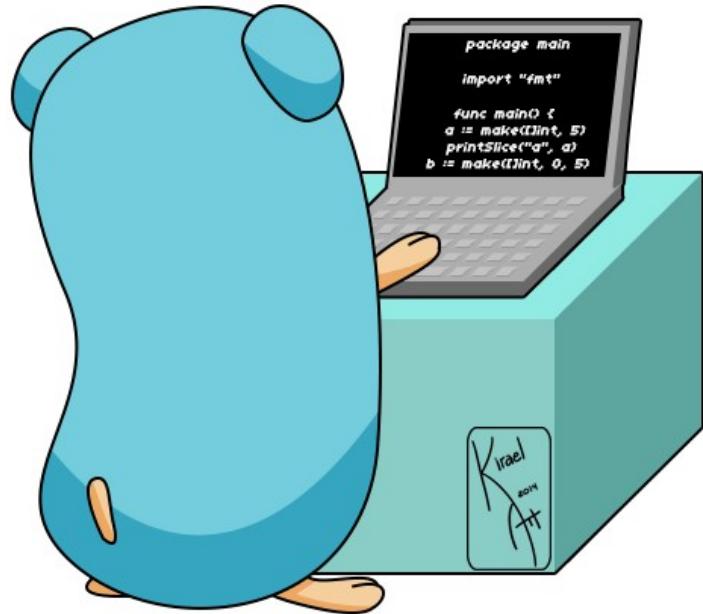
# ССЫЛКИ ▲

- [go.dev/](https://go.dev/) // Официальный сайт языка
- [go.dev/play/](https://go.dev/play/) // Go Playground ~ выполнение в браузере
- [go.dev/ref/spec](https://go.dev/ref/spec) // Спецификация языка (!!!)
- [github.com/golang/go](https://github.com/golang/go) // Исходники
- [go.dev/doc/](https://go.dev/doc/) // Документация
- [go.dev/doc/code](https://go.dev/doc/code) // How to Write Go Code
- [pkg.go.dev/std](https://pkg.go.dev/std) // стандартная библиотека
- [gobyexample.com](https://gobyexample.com) // Go в примерах
- [go.dev/doc/modules/layout](https://go.dev/doc/modules/layout) // Структура каталогов
- [github.com/golang-standards/project-layout](https://github.com/golang-standards/project-layout) // Стандартный макет [большого] Go проекта
- [tour.golang.org](https://tour.golang.org) // Экскурсия по возможностям Go
- [golangdocs.com](https://golangdocs.com) // Примеры конструкций
- [appliedgo.net/why-go/](https://appliedgo.net/why-go/) // 15 Reasons I Love Go
- [awesome-go](https://awesome-go.com) // Подборка библиотек и инструментов: для «всего на свете»
  
- [go.dev/doc/effective\\_go](https://go.dev/doc/effective_go) // "Effective Go" бесплатная web-книга
- [gopl.io](https://gopl.io) // "The Go Programming Language" by A.A.A.Donovan & B.W.Kernighan
  
- [w3schools.com/go/](https://w3schools.com/go/) @ w3schools // Справочник
- **Самоучитель по Go для начинающих** @ proglib.io // Самоучитель
- Учебник для начинающих @ uproger // Учебник
- Дорожная карта Go-разработчика @ proglib.io // План изучения
- [lyceum.yandex.ru/go](https://lyceum.yandex.ru/go) // Яндекс-лицей: Программирование на Go
- [start.practicum.yandex/go-basics/](https://start.practicum.yandex/go-basics/) // Яндекс-практикум: Основы Go
- Книги по Go @codelibs.ru // Учебники по Go
- Статья по интерфейсам в Go @linkedin.com // Go Interfaces: The Production Engineer's Secret Weapon
  
- [tinygo.org](https://tinygo.org) // TinyGo: Go on embedded systems & WebAssembly
- [scriggo.com](https://scriggo.com) // Go embeddable interpreter

# Готов ответить на вопросы



Ссылка на презентацию



# Словарик

blank identifier ~ пустой идентификатор (\_) для игнорирования значения

built-in constants ~ `false`, `true`, `iota`, `nil`

communicating sequential processes ~ взаимодействие последовательных процессов

concurrency ~ свойство программы, допускающее одновременное выполнение нескольких вычислительных процессов

CSP = communicating sequential processes ~ взаимодействие последовательных процессов

deferred function ~ функция с отложенным выполнением через применение `defer`

GC = garbage collector ~ сборщик мусора

GopherJS ~ кросс-компилятор с Go на JavaScript

gopher ~ программист на Go

gopl ~ книга "The Go Programming Language", авторы: A. A. A. Donovan & B. W. Kernighan ([gopl.io](http://gopl.io))

gopls ~ официальный языковой сервер (LSP) для Go

goroutine ~ подпрограмма, запущенная для одновременного выполнения, возможно, выполняемая параллельно

multitasking ~ многозадачность

naked return ~ return without an expression: named return value is returned

parallelism ~ параллелизм = параллельное выполнение вычислений

predeclared names ~ like `int` and `true` for built-in constants, types and functions

process ~ процесс

subprocess ~ подпроцесс

subtask ~ подзадача

task ~ задача

type assertion ~ выведение типа переменной из её значения

untyped constants ~ безтиповые константы

zero value ~ нулевое начальное значение