

# *Язык программирования*



## *Знакомство*

*расскажет Михаил В. Шохирев*

Клуб программистов  
Шадринск  
2024-2025

**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.

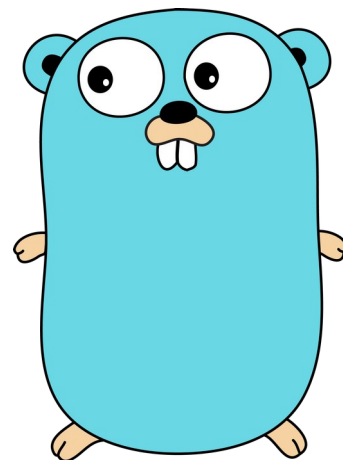
**Интерфейсы:** типы для действий (contracts), ограничения (constraints) для generics.

**МноGозадачность:** concurrency (goroutines, channels).

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

**Применение:** где, как и почему лучше использовать Go. Рейтинги.

**Критика:** недостатки Go и альтернативы ему.



Шустрый суслик  
**Gopher**

(автор: Renée French)

# Go = "C for the 21st century"



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

## Проектировщики:

Robert Griesemer, Rob Pike, Ken Thompson – *в течение 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++. Кроме того, 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, grep, ed, QED, UTF-8.



**Rob Pike,** **Канада**  
(«следующее поколение», специалист по concurrency): разработчик window system for Unix; ОС Plan 9, Inferno, UTF-8, sam, асте, 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, а 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 новый язык программирования, а создать лучший способ писать программы.»

Rob Pike

# Go: как достигнуты цели создания языка



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

- язык спроектирован для надёжного программирования больших программных комплексов;
- *стабильная спецификация языка*: совместимость с предыдущими и последующими версиями;
- краткий и логичный *синтаксис*: легко освоить и однозначно понимать в команде;
- *строгая типизация, объявления, импорты*: компилятор контролирует программистов;
- *быстрый компилятор*: минимизирует время сборки больших программных систем;
- *легко компилировать для разных ОС и архитектур* одни и те же исходники;
- 
- *интерфейсы* с неявным соответствием: позволяют расширять готовые системы;
- *композиция* вместо наследования: обеспечит независимое развитие компонентов;
- *легковесные goroutine-ы*: структурируют программу для параллельного выполнения;
- *каналы* обеспечат удобную синхронизацию и обмен данными между процессами;
- тип данных *error*: даёт 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 набора инструментов;
- 
- *открытый исходный код*: привлекает сообщество для развития системы программирования.

2007-09	началась <b>разработка</b> 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 <b>представлен</b> язык Go.
2011-03-16	go r56: based on release weekly.2011-03-07.1
2012-03-28	<b>go1.0</b> : 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.
2020-02-25	go1.14: Go modules.
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: <i>math/rand/v2</i> package; PGO (Profile-guided Optimization) in compiler.
2024-08-13	go1.23: range over function types; <i>iter</i> , <i>unique</i> , <i>structs</i> 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.

## 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 и WebAssembly.
4. **GopherJS** – кросс-компилятор из Go в JavaScript.

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

```
go tool dist list
```

*Лёгкая кросс-компиляция!*

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

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

**Обновление:**

```
go get go@1.24.3 # или go get go@latest
```

The Go **Playground** ~ интерактивное выполнение программ в браузере:

<https://go.dev/play/>

# Пример с приветом



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

func main() {                               // с main() начинается выполнение программы
    var s string = world                    // var переменная тип = значение
                                           // len() – встроенная функция определения размера
    if len(os.Args) > 1 {                  // в os.Args[0] – имя программы
        s = os.Args[1]                    // имена с заглавной буквы доступны вне пакета
    }
    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.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
```

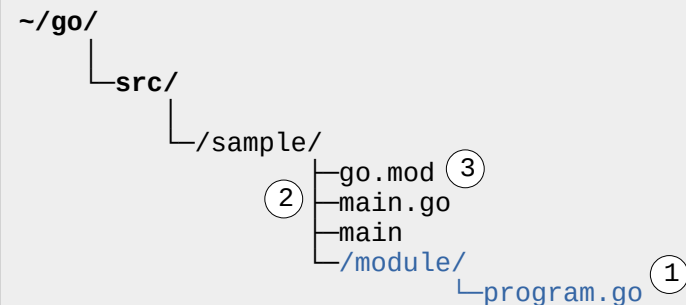
# 2. Напишите `main.go`, которая делает `import "sample/module"`

# 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 1.25.1
```

```
// 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")  
}
```

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.

`;` служит переводом строки (line feed) — автоматически вставляется компилятором, где необходимо.  
`,` 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) экспортируются (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.

Каналы: `channel <- value`; `value <- channel`; `select / case / default` // переключение каналов

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

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

**iota** // перечисление (enumerator) именованных целых значений.

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

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

`[]` размер массива, показатель среза  
элемент массива, среза, словаря

`[]` тип параметра в generics

`{}` блок определения

`{}` блок начальных значений

`{}` блок кода

`:` отделяет индекс или ключ от значения

`:` 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 объекта и метода

`<-` 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];        slice[index];      value = map[key]
func f[T any](a []T) T { return a[0] }; f[int](someSlice))
```

```
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 }
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()
```

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

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

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

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

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

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

# Управление выполнением: циклы



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

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

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

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

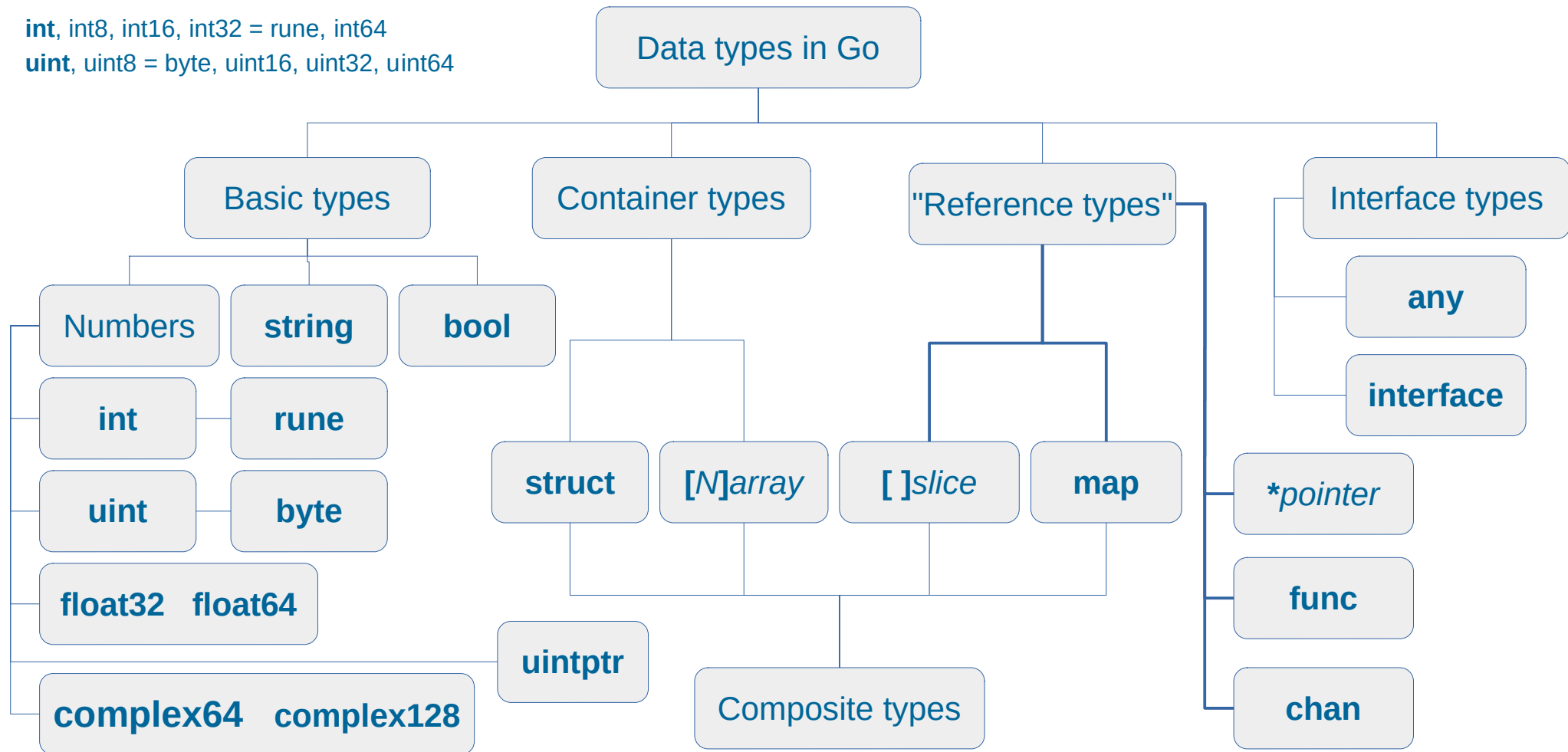
```
// бесконечный цикл  
метка:  
for {  
    обработка(данных)  
    if условие { continue }  
    if условие { break метка }  
}
```

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

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

«One **for** to rule them all.»

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



Безтиповые константы (untyped constants): // математически точные, не требуются указания типа (-42LL, 7UL, 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  
)
```

Предопределённые константы (predefined constants):

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

```
// 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
```



## Структура (**struct**) — набор разнотипных полей

```
type User struct {           // объявление типа Structure1
    id int                   // с полями
    name, password string   // разных типов
}

u := User {                  // объявление переменной и
    name: "Ken Thompson",   // инициализация полей значениями
    id: 42,                 // по именам (не всех) полей
}

var u2 User                  // объявление переменной
u2 = u                      // присваивание значения

// объявление переменной и инициализация полей значениями по порядку
u3 := User{u.id, u.name, u.password} // следования полей

var u4 User = User{}        // инициализация пустой структурой
```

# "Ссылочные типы": ~reference types



**pointer** ~ указатель:

```
var v BaseType      // 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
```

Эти типы ведут себя как ссылочные:

**slice** ~ срез = динамический массив (переменной длины):

```
s1 := []string{"Ken", "R.Pike", "R.Griesemer"}
s2 := s1
s2[0] = "K.Thompson"           // s1 и s2 ссылаются на ["K.Thompson", "R.Pike", "R.Griesemer"]
```

**map** ~ хэш = ассоциативный массив = словарь = отображение = «карта»:

```
h1 := map[string]float64{"latest": 1.24}
h2 := h1
h2["latest"] = 1.25            // h1 и h2 ссылаются на {"latest": 1.25}.
```

**channel** ~ канал для синхронизации и обмена данными

```
ch1 := make(chan int)
ch2 := ch1                    // ch1 и ch2 ссылаются на один и тот же канал
```

**function** ~ тип функция как значение переменной

```
f1 := func() { println("Go") }
f2 := f1                      // f1 и f2 ссылаются на одну и ту же функцию
```

**[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 }
```

**[]Type** // срез (**slice**) – динамический массив (переменной длины):

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

**map[KeyType]ValueType** // хэш = ассоциативный массив = словарь:

```
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"
```

# 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
```

```
// 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}
result1 = saveAll(arguments...)
result2 = saveAll(user4, user5, user6)

// в функции передаются копии значений аргументов
```

**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 } //
f2 := returnsFunc()
y := f2(40, 2)

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

// определение и вызов анонимной функции
func() { println("lambda") }() // lambda типа func()
```

# Методы: func (t T) f()



К любому типу данных можно присоединить поведение с помощью методов:

```
func (object Type) method(parameters) valueType { /* body */ }
```

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

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

# Объектное программирование: type struct + func



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

```
package user
type User struct {
    login, email string
}
```

«Object- but not type-oriented»  
D.Griesmer

// 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"
```

```
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())
}
```



# Интерфейсные типы: interface types



**interface** – это абстрактный тип данных для описания поведения: описывает набор функций (set of method signatures):

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

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

// Конкретный тип будет неявно соответствовать ранее описанному интерфейсу,
// если реализует все методы этого интерфейса
type Telegram struct { api TelegramAPI }
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 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
```

# Интерфейсы: embedding



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

```
type Reader interface { Read(b []byte) (int, error) }
type Writer interface { Write([]byte) (int, error) }
```

```
type File interface{
    Reader           // embedded interfaces
    Writer
    Seeker
    ReaderAt
    WriterAt
    Closer
}
```

// Конкретный тип может соответствовать (satisfy) нескольким интерфейсам

```
type Telegram struct { /* ... */ }
func (t Telegram) Read(b []byte) (int, error) { /* ... */ }
```

```
// any == interface{}           // пустой интерфейс
type AnyTypeSatisfyMe interface{} // ему соответствует объект любого типа
```

# Интерфейсы: пример



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

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

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

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!" } // двум интерфейсам

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

birds := []Flyer{s, p, Bird{"Dove"}}          // Flyer – это тип данных
for _, b := range birds {                       // polymorphism
    fmt.Println(b, b.fly())
}
```

# Обобщённые типы: generics



// Generics описываются с помощью ограничений (constraints) на обобщённый тип в 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!")
    }
    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[int](sliceOfIntegers)
last, err := Last(sliceOfIntegers)

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

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

Пакет — это набор (логически связанных) исходных файлов, расположенных в одном каталоге. В начале каждого файла должно 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* экспортируются: они видны в программе, которая импортировала пакет фразой

```
import "packageName" // это строка
```

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

Пакет **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()**.

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

```
go.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 go.mod с именем модуля  
go mod init path/to/module/moduleName
```

Например:

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

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.

- **concurrency** ~ одновременность = взаимодействие множества процессов, которые могут выполняются 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, выполняющихся 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).

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

- **parallelism** ~ параллелизм = параллельное выполнение множества процессов

"**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**.

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

Для управления многозадачностью в язык встроено несколько механизмов:

- Сопрограммы (goroutines) для распаралелливания выполнения:  
`go f()` // запустить любую функцию как процесс
- Каналы (channel) для обмена данными и синхронизации выполнения:  
`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 <-ch2: // ожидать, когда что-то появится в канале #1`  
`case v2 := <-ch2: // ждать и получить значение из канала #2`  
`case ch3 <- v3: // отправить в канал #3`  
`default: // обработать другое событие`  
`}`



# МноГозадачность: goroutines



Сопрограммы (goroutines) — это легковесные потоки, которые выполняются одновременно и управляются главным потоком (main go thread).

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

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

# МноГозадачность: каналы



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

```
// создать канал  
channel = make(chan T, размерБуфера)
```

```
// 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
```

```
// прочитать из канала, игнорируя значение  
<-channel
```

```
close(channel) // закрыть канал
```

# 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" // будет deadlock !!!
// отправить в канал значение параллельно
go func() { 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.")
}

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

# Инструменты: go command



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

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

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

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

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

- **Visual Studio Code** + plug-in (Microsoft)
- **GoLand** (IDE by JetBrains)
- **LiteIDE** (open source and cross-platform Go IDE)
- **Komodo IDE** (cross-platform IDE with built-in Go support)
  
- **Komodo Edit** + plug-in (cross-platform text editor)
- **jEdit** (open-source, cross-platform text editor: Java)
- **Geany** (free cross-platform programmer's text editor)
- **Notepad++** (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, ...

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, Slack, Salesforce (Python, C → Go), SendGrid, 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):

**Яндекс**, ЦУМ, УГМК-Телеком, Точка, Т-Банк, Совкомбанк Технологии, Ситимобил, **СберТех**, Ростелеком, Онлайн-кинотеатр Иви, **МТС**+MWS, МойОфис, Магнит.Tech, **Лаборатория Касперского**, Купер, ИТ-Холдинг Т1, ИнГосСтрах Банк, Домклик, Группа Астра, ГНИВЦ, АйТи Инновация, YADRO, X5 Digital, Wildberries, **VK**, 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...

## Области применения ▲ Go:

- DevOps & SRE ▲ (Development Operations & Site Reliability Engineering)
- Cloud & Distributed Network Services ▲
- Web Development ▲ (frameworks, toolkits, engines, servers)
- System Automation & CLIs ▲, Utilities & Stand-Alone Tools
- ... multi-platform GUI apps (fyne.io)
- ... AI clients via API & libraries (TensorFlow in Go, etc.)
- ... IoT & embedded systems (TinyGo)

## Software на Go:

Allegro (eCommerce), **AmneziaWG**, **AKS** [Azure Container Service] @ Microsoft, AresDB @ Uber, bilibili (video sharing), Buffalo (web framework), Caddy (web server), CockroachDB, Digger (IaC), **Docker**, Drone (CD), **DropBox** (backend), ent @ Meta, **GenKit** (AI) @ Google, Go Ethereum, Flamingo (web framework), Gin (web framework), Gitlab Runner, **Google Cloud**, Gorgonia (ML), Gorilla (web toolkit), **Grafana**, Hugo (website engine), InfluxDB, JuiceFS, **Kubernetes**, LangChainGo, **LocalAI**, LXD @ Canonical, **Mattermost** (messaging platform), MinIO (object storage), Monzo (banking app), NATS (messaging), NSQ (messaging), **Ollama** (89%), OpenShift (containerization), **PayPal**, Podman, **Prometheus** (monitoring & alerting toolkit), Rend (large scale data caching @ Netflix), **SoundCloud**, Soundscape (music streaming), **Terraform** (IaC), Timesheets (project management), **Twitch** (live-streaming), VITESS @ YouTube, **Zabbix** agent2, ...

Top 60+ Open-source Apps Written with Golang in 2024 ▲



# Популярность: рейтинги



**TIOBE index ▲** (since 2009):

Now: **#8** (Aug 2025) ← **#13** (Nov 2023)

Highest Position (before): **#7** (Apr 2024)

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: **#8** (2024)

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

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

**StackOverflow ▲** **#11** Most popular techs: language (professionals) (2024)

**PYPL ▲**: **#12** (May 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

*\* я не учитывал в индексах позицию HTML/CSS*

При критике языка Go упоминаются следующие недостатки:

- Синтаксис слишком простой, мало syntactic sugar.
- Синтаксис непривычный: использование [ ] в типах параметров и в описании ограничений для generics снижает читабельность.
- Нет полноценного ООП.
- Ограниченный вывод типов (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.
- Явная обработка ошибок: смущает разработчиков, кто привык к исключениям (многословность, нет прерывания потока выполнения).
- 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).
- Использование nil и weak type safety?
- Диспетчер сопрограмм (goroutines scheduler) управляет их выполнением, что может привести к недетерминированному поведению.
- Сборщик мусора иногда вносит недопустимые задержки при выполнении программ.
- Странный шаблон при форматировании даты и времени: "Mon Jan 2 15:04:05 -0700 2006".
- 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.*

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

Синтаксис лаконичный, но с некоторыми непривычными конструкциями.  
Логично спроектирован, предсказуем. Исходники хорошо понимаются.  
Непривычно после динамического Ruby: все объявления и преобразования надо делать явно.

Очень строгий: переменная не используется – код компилироваться не будет!  
Strong typing и другие строгости важны для надёжности больших программ.  
Явная работа с ошибками дисциплинирует программиста: о них надо думать постоянно.  
Убедился в преимуществах отказа от традиционного ООП в пользу объектного подхода в Go.  
Интерфейсы в Go — основа динамичности и гибкости при разработке.

Довольно низкоуровневый: напоминает Си, но современный и более надёжный.  
Очень быстро компилируется. Удобно сразу выполнить: `go run program.go`  
Легко скомпилировать исполняемую программу для другого «железа» и ОС.  
Действительно очень быстро выполняется: переписал на Go с Python и Ruby, сравнил скорость.

Очень много *стандартных* библиотек – на все случаи жизни.  
Легко подключать и обновлять сторонние модули.  
Хорошая документация на библиотеки (с исполняемыми примерами).  
Много сайтов с примерами – изучать легко.  
Хорошие инструменты в комплекте — можно писать без IDE.

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

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



- [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
  
- [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](https://proglib.io) // Самоучитель
- Дорожная карта Go-разработчика @ [proglib.io](https://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](https://codelibs.ru) // Учебники по Go
  
- [tinygo.org](https://tinygo.org) // TinyGo: Go on embedded systems & WebAssembly



# Готов ответить на вопросы



Ссылка на презентацию

# ???



communicating sequential processes ~ взаимодействие последовательных процессов

concurrency ~ свойство программы, допускающее одновременное выполнение нескольких вычислительных процессов

CSP = communicating sequential processes

gopher ~ программист на Go

goroutine ~ подпрограмма, возможно, выполняемая параллельно

multitasking ~ многозадачность

parallelism ~ параллелизм = параллельное выполнение вычислений

process ~ процесс

subprocess ~ подпроцесс

subtask ~ подзадача

task ~ задача