

Язык программирования



Знакомство

расскажет Михаил В. Шохирев

Клуб программистов
Шадринск
2025

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.

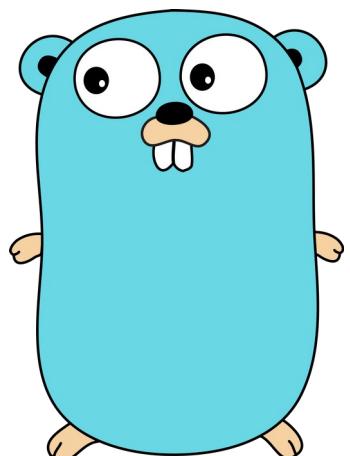
Интерфейсы: типы для действий (*contracts*), ограничения (*constraints*) для *generics*.

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

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 одновременное 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



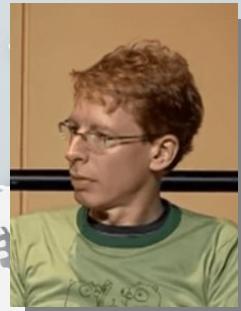
Ken Thompson,
США
«старая
инженерная
школа»):
разработчик
языка C, ОС Unix,
Plan 9, Inferno,
grep, ed, QED,
UTF-8.



Rob Pike, Канада
«следующее
поколение»,
специалист по
concurrency):
разработчик
window system for
Unix; OC Plan 9,
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 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 технологию 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 кросс-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 одновременного выполнения процессов;
- *каналы* обеспечат удобную синхронизацию и обмен данными между процессами;
- *тип данных error*: даёт все средства языка для явной обработки ошибок;
- *единий 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.

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: <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.

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 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!

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

`sudo apt-get install golang`

Обновление:

`go get go@1.25.3 # или go get go@latest`

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

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

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.

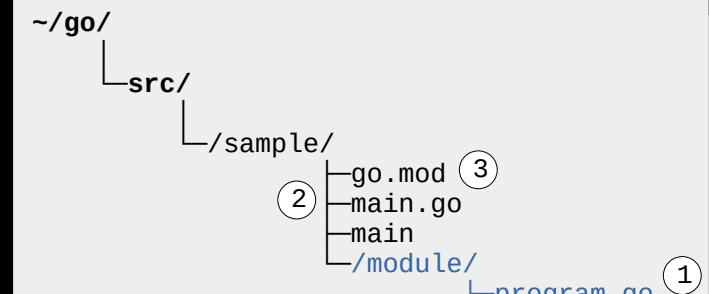
```
$ cd $GOPATH/src/sample
# 2. Напишите main.go, которая делает import "sample/module"
```

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 1.25.1
```

// 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")}
```

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.

`;` 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) 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.

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` для перечисления (enumerator) именованных целых значений.

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

Пунктуация

() 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
```

Синтаксис: что было исключено из языка

Чтобы сделать синтаксис кратким и понятным:

- Описатели видимости имён (private, public, ...) — это показывает Capitalization.
- Особые описатели для имён (static, ...) — расположение const и var говорит о видимости.
- Обозначения значности у констант — 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 type и func.
- Зарезервированные слова для особых методов (constructor, ИмяКласса, ...) — допустимы любые имена.
- Ограничения ООП — методы можно определять для любого типа.
- Наследование (inheritance) делает отношения между типами жёсткими — поэтому composition.
- Явное указание реализации (implement) интерфейсов — неявное соответствие даёт больше свободы.
- Деструкторы — сборщик мусора (GC) эффективно чистит память.
- Арифметика с указателями — источник ошибок.

Управление выполнением: ветвление

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

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

```
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 }
}
```

«One **for** to rule them all.»

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

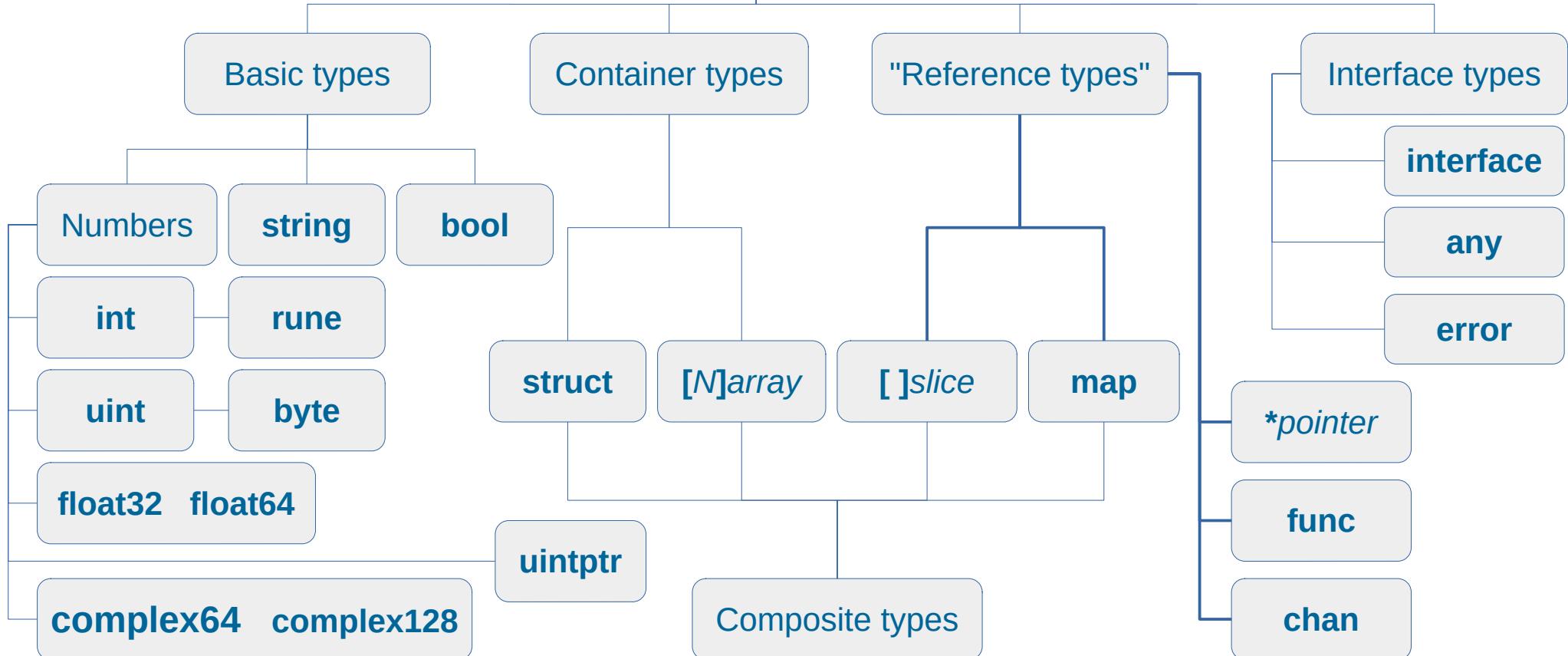
```
// получение из channel
for значение := range канал {
    обработка(данных)
}
```

Типы данных



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

Data types in Go



Константы: const

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 = '暮'                    // 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                   // 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 **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
```

Типы данных: struct



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

```
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 полей значениями  
// по именам (не всех) полей  
  
// объявление переменной  
// присваивание значения структуре  
// присваивание значения полю  
  
// 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
```

Указатели: pointer

pointer ~ указатель (на значение определённого типа):

```
var v BaseType = "C++" // 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
```

// Если в функцию передать значение по ссылке, его можно изменить

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

```
type BaseType = string
```

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 }
```

[]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
```

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 могут передаваться указатели)
```

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 } //
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, 2, 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(parameter Type) 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»
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
    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
```

Интерфейсные типы: interface types

`interface` – это абстрактный тип данных для описания поведения: описывает набор сигнатур для методов (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

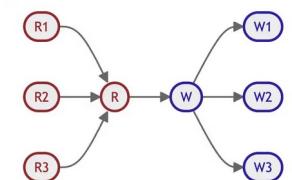
```
package io
    type Reader interface { Read(b []byte) (int, error) }
    type Writer interface { Write([]byte) (int, error) }
```

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

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

```
package io
    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 io.Reader:
func (t Telegram) Read(b []byte) (int, error) { /* ... */ }

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

func printType(v any) {
    switch t := v.(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)
    }
}
```

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 }
func (b Bird)fly() string {
    return "flying..."
}

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

type Penguin struct { Name string }
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"}}
for _, b := range birds {
    fmt.Println(b, b.fly())
}
```

Интерфейс: sortable — описание + соответствие

```
// чтобы отсортировать список, нужно 3 функции
type sortable interface {
    LessEqual(i, j int) bool          // сравнить элементы
    Len() int                         // узнать длину списка
    Swap(i, j int)                   // поменять элементы местами
}

type ListOfIntegers []int
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 { /* ... */ }
```

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)
```

Пакеты: package

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 экспортятся: 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()`, с которой начнётся выполнение.

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

```
go.mod
```

Имена: области видимости

Именование в языке программирования крайне важно для понимания (readability).

Области видимости (scopes) управляют поведением имён.

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

- пакет (package);
- функция (function);
- блок (block).

При импорте применяются имена:

- глобальные (universe): для загрузки из сети (URL);
- локальные (file): для импорта (`import`) из файловой системы;

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 этому 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` определено в одном из файлов текущего пакета;
- `x.V` понимается однозначно: найди `x` в этом пакете, `V` будет определено в нём,
- и есть только одно такое `V`.

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

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

Например:

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

```
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. К ним можно обращаться по относительным путям:

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

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, 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 (на одном или нескольких 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**.

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:

- Подпрограммы (goroutines) для одновременного 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

Подпрограммы goroutines — это легковесные потоки, которые выполняются одновременно и управляются потоком главной программы (*main go thread*).

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

func main() {
    for n := range 5 {
        go f(n+1) // запустить 5 экземпляров f() одновременно с main()

        // можно запустить анонимные функции
        go func () { println(n+1) }()
    }

    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

// 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 из одновременно выполняемой функции
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:

<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

Стандартные инструменты системы программирования Go.

Инструменты: go tool

`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

Инструменты: IDEs

▲ 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, ...

Распространение

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 (*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...

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, Flamingo (web framework), **GenKit** (AI) @ Google, Gin (web framework), Gitlab Runner, Go Ethereum, **Google Cloud**, Gorgonia (ML), Gorilla (web toolkit), **Grafana**, Hugo (website engine), Hyperledger Fabric (blockchain), 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, **SourceCraft** (software development platform) @ Yandex, 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 (Oct 2025) ← #13 (Nov 2023)

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

Lowest Position: #122 (May 2015)

Language of the Year: 2009, 2016

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

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

* я не учитывал в индексах позицию HTML/CSS

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 (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 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» ▲ .

Мои впечатления от Go



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 динаминости 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)



ССЫЛКИ ▲

- go.dev/ // Официальный сайт языка
- go.dev/play/ // Go Playground ~ выполнение в браузере
- go.dev/ref/spec // Спецификация языка (!!!)
- github.com/golang/go // Исходники
- go.dev/doc/ // Документация
- go.dev/doc/code // How to Write Go Code
- pkg.go.dev/std // стандартная библиотека
- gobyexample.com // Go в примерах
- go.dev/doc/modules/layout // Структура каталогов
- github.com/golang-standards/project-layout // Стандартный макет [большого] Go проекта
- tour.golang.org // Экскурсия по возможностям Go
- golangdocs.com // Примеры конструкций
- 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 // "Effective Go" бесплатная web-книга
- gopl.io // "The Go Programming Language" by A.A.A.Donovan & B.W.Kernighan

- w3schools.com/go/ @ w3schools // Справочник
- [Самоучитель по Go для начинающих](#) @ proglib.io // Самоучитель
- [Дорожная карта Go-разработчика](#) @ proglib.io // План изучения
- lyceum.yandex.ru/go // Яндекс-лицей: Программирование на Go
- start.practicum.yandex/go-basics/ // Яндекс-практикум: Основы Go
- [Книги по Go](#) @codelibs.ru // Учебники по Go

- 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, запущенная для одновременного выполнения, возможно, выполняемая параллельно

multitasking ~ многозадачность

parallelism ~ параллелизм = параллельное выполнение вычислений

process ~ процесс

subprocess ~ подпроцесс

subtask ~ подзадача

task ~ задача