

Язык программирования



Знакомство

расскажет Михаил В. Шохирев

Клуб программистов
Шадринск
2025-2026

О чём поGOворим



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.

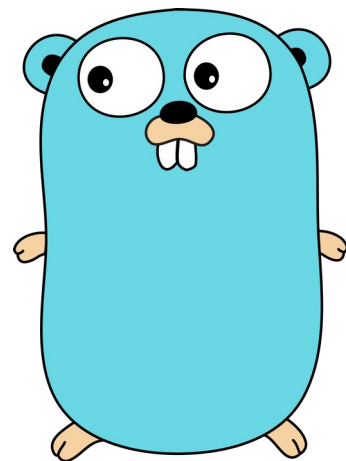
Интерфейсы: типы для действий (contracts), ограничения (constraints) для generics.

МноGозадачность: concurrency (goroutines, channels, select).

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

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

Выводы: критика Go. Мои впечатления.



Шустрый суслик
Gopher

(автор: Renée French)

Go = "C for the 21st century"



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

Проектировщики:

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

Разработчики: команда в Google + Go community.

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

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

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

Go: создатели



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



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



Go = C tokens +
Oberon structure
(& strictness)



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

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

Rob Pike

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

Rob Pike

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

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.

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):

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

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

Реализации:

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

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

```
go tool dist list
```

Лёгкая кросс-компиляция:

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

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

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

Обновление:

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

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

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

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

Пример с приветом



```
package main                                // все программы принадлежат к своему пакету
import (                                     // 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
```

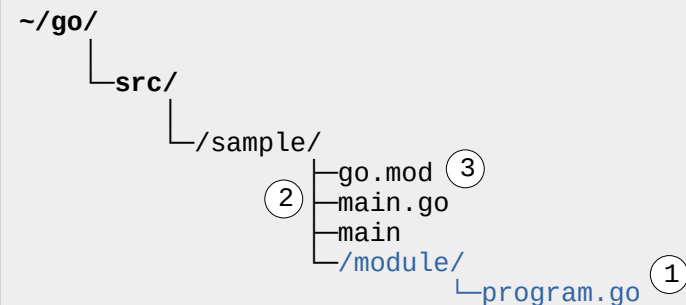
2. Напишите `main.go`, которая делает `import "sample/module"`

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 1.25.5
```

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

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


Синтаксис: особенности



Простой синтаксис. Минимум синтаксических конструкций. Однозначное выражение действий (без TIMTOWTDI). Каждое утверждение (statement) начинается с ключевого слова (25 keywords). Исходники в UTF-8.

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

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

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

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

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

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

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

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

Имена с заглавной буквы (Capitalized) 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 для одновременного выполнения.

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

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

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

iota для перечисления (enumerator) именованных целых значений.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Знаков препинания
мало, их применение
логично.

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

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

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

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

:= объявление и присваивание (в функции)

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

, разделитель в списке

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

. разделитель получателя и метода / поля

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

<- запись в канал и чтение из канала

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


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

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

Синтаксис: keywords



Go (48)

25 keywords:

break case chan const continue default defer else fallthrough for func go goto if import interface map package range return select struct switch type var

19 data types:

bool byte complex64 complex128 float32 float64 int int8 int16 int32 int64 rune string uint uint8 uint16 uint32 uint64 uintptr

4 constants:

false iota nil true

C++ (108)

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

decltype default delete do double dynamic_cast else enum explicit export extern false float for friend goto if inline int long mutable namespace new noexcept not not_eq nullptr operator or or_eq private protected public

constexpr register reinterpret_cast requires return short signed sizeof static static_assert static_cast struct switch synchronized template this thread_local throw true try typedef typeid typename union unsigned using virtual void volatile wchar_t while xor xor_eq

В дополнение к 98 ключевым словам в C++23 есть ещё 10 идентификаторов со специальным значением:

final override transaction_safe transaction_safe_dynamic import module pre post trivially_relocatable_if_eligible replaceable_if_eligible

Ещё 24 токена распознаются препроцессором:

if elif else endif ifdef ifndef elifdef elifndef define undef include embed line error warning pragma defined __has_include __has_cpp_attribute __has_embed export import module _Pragma

C# (127)

78 keywords + context keywords

Free Pascal (106)

54 keywords + reserved words

Kotlin (95)

31 hard, 17 soft & 29 modifier keywords + 18 data types

Java (70)

53 keywords + reserved words

У языка Go краткий, легко запоминающийся синтаксис для однозначной записи алгоритма.

Управление выполнением: ветвление

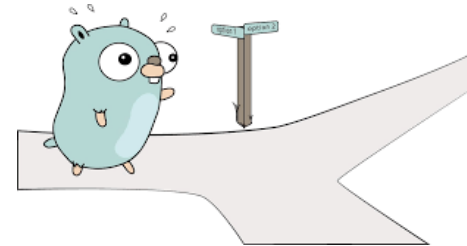


```
if условие {  
    действие1()  
} else {  
    действие2()  
}
```

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

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

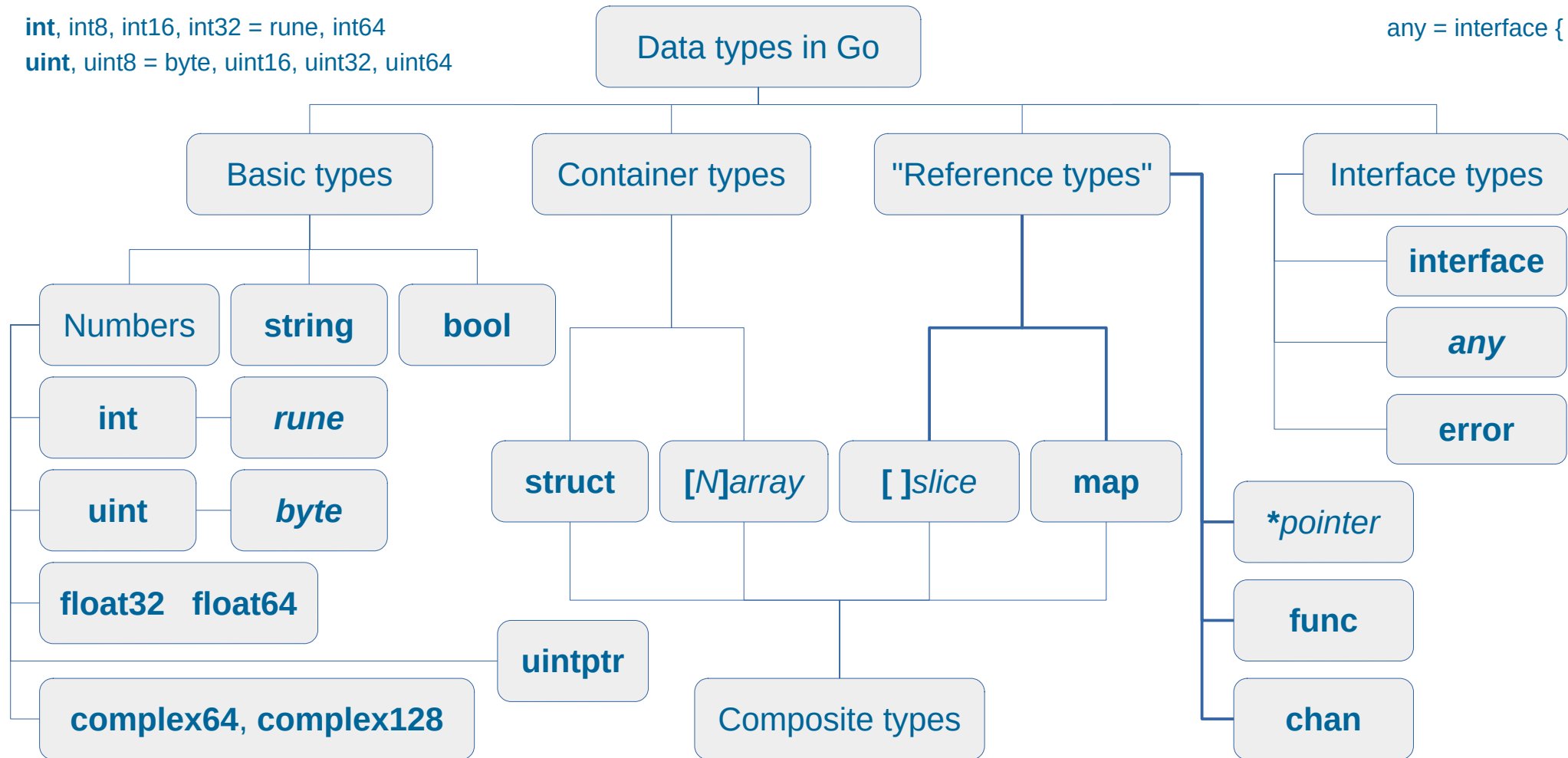
«One **for** to rule them all.» 8-)

Типы данных



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

any = interface { }



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

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

Константы с заданным типом (typed constants):

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

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

Предопределённые константы (predefined constants):

```
var zeroPointer *int = nil // nil нельзя присвоить константе  
const t, f bool = true, false // логические значения  
  
type Weekday int // 0 и авто-увеличение значений  
const ( Sun Weekday = iota; Mon; Tue; Wed; Thu; Fri; Sat ) // 0;1;2;3;4;5;6
```


Объявление и присваивание: var



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

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

В программах на Go нет
неинициализированных
переменных.

```
// объявление новой переменной и присваивание значения (в функции)  
j := 25 // тип выводится из присваиваемого значения  
t, f := true, false // параллельное присваивание
```

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


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

```
type User struct {           // user-defined type: "named struct"  
    id int                   // объявление структуры типа User  
    name, password string  // с полями  
}                             // 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 структуре  
u2.id += 1                   // 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
```


pointer ~ указатель (на значение определённого типа):

```
type BaseType string
```

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

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

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

```
type BaseType = string
```

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

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

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

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

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

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

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

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

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

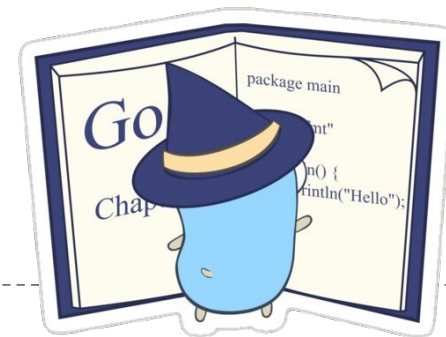
Функции: func main(); func init()



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

```
package main
```

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



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

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

// которые выполняются при загрузке пакета в порядке их описания

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

// и могут располагаться в разных файлах этого пакета

Функции: func



// функция без возвращаемого значения = процедура

```
func debug(m string) { println(m) }  
debug("побочный эффект")
```

// функция с одним возвращаемым значением

```
func save(u User) (error) { e := database.update(u); return e }  
err := save(newUser)
```

// функция с одним именованным возвращаемым значением

```
func save(u User) (e error) { e = database.update(u); return }  
err := save(newUser)
```

// функция с несколькими возвращаемыми значениями: возможно, именованными

```
func add(u User) (id int, e error) { id, e = database.insert(u); return id, e }  
userId, err := add(newUser)
```

// функция с переменным списком параметров = variadic function

```
func saveAll(users ...User) (e []error) { e = database.updateAll(users); return e }  
arguments := []User{user1, user2, user3}  
possibleErrors1 := saveAll(arguments...)  
possibleErrors2 := saveAll(user4, user5, user6)
```

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

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

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

Типы-функции: func type



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

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

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

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

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

// функция как параметр (передается в функцию)
func receivesFunc(a, b int, f F1) (r int) { r = f(a, b); return r }
sum := receivesFunc(21, 21, add)
production := receivesFunc(21, 2, func(x, y int) int { return x*y } )

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

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


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

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

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


Объектное программирование: type struct + func



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

```
package user
```

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

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

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

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

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

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

```
package main
```

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

```
func main() {
```

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

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

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

```
}
```


Объектное программирование: composition



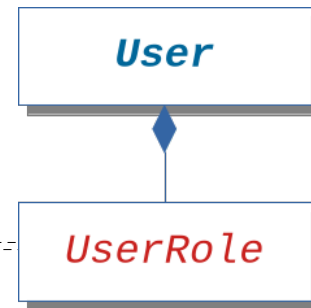
```
package user
type UserRole struct {
    name string
    id    int
}
func (r UserRole) Role() string { return r.name }
```

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

```
package main
func main() {
    vlad := user.New("pirogov", "chairman@caiman-club.org")

    fmt.Printf("%v %v %v\n", vlad.Login(), vlad.Email(), vlad.Role())
}
// Внедрённый тип UserRole передаёт (promote) свои поля и методы внедряющему типу User
```

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



Составление
ВМЕСТО
наследования.

Интерфейсные типы: interface types



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

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

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

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

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

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

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

```
var icq, skype, whatsapp, viber, signal, discord Messenger
```

```
// Объявлены переменные абстрактного типа, которым можно присваивать значения типов, соответствующих
// контракту (интерфейсу); но пока у них нет конкретного типа (реализации), а значение = nil
```


Интерфейсы: embedding



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

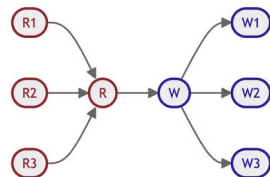
// Интерфейс может включать в себя (embed) другие интерфейсы:

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

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

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

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



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



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

```
    type Telegram struct { /* ... */ }  
// Соответствует типу Messenger, реализуя Send() и Receive()
```

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

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

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

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

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

«interface{} says nothing.»
~ Go proverbs

Интерфейсы: полиморфизм



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

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

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

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

```
var s = Bird{"Sparrow"}  
var p = Penguin{"Gentoo"}  
  
birds := []Flyer{s, p, Bird{"Dove"}}           // Flyer – «обобщённый» тип данных, которому  
for _, b := range birds {                       // соответствуют и Bird, и Penguin, и ...  
    fmt.Println(b, b.fly())                     // polymorphism  
}
```


Интерфейс: sortable — описание + соответствие



// чтобы отсортировать любой список, нужно 3 функции:

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

Интерфейсы позволяют обходиться без generics.

```
type ListOfIntegers []int // реализовав 3 метода для int, можем сортировать целые числа  
func (l ListOfIntegers) LessEqual(i, j int) bool { return l[i] <= l[j] }  
func (l ListOfIntegers) Len() int { return len(l) }  
func (l ListOfIntegers) Swap(i, j int) { l[i], l[j] = l[j], l[i]; return }
```

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

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

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

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

```
func QuickSort(s sortable, isAscending bool) {  
    sort(s, 0, s.Len()-1, isAscending)  
}  
  
func sort(s sortable, start, end int, isAscending bool) { /* ... */ }  
  
func partition(s sortable, start, end int, isAscending bool) int { /* ... */ }
```


Интерфейсы: влияние на технологию



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

Что проверить инженеру - разработчику при проектировании новой системы:

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

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

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

Советы:

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

Интерфейсы меняют мышление:

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

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

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

~ Abhishek Kumar

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

Обобщённые типы: generics



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

```
func First[T any](a []T) (result T, err error) {  
    if len(a) == 0 {  
        return result, errors.New("Slice is empty!")  
    }  
    return a[0], err  
}  
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  
}
```

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

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

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

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

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

- **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, 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).

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

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

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

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

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

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

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

Для управления многозадачностью в язык встроено несколько механизмов:

- Go-подпрограммы (goroutines) для одновременного выполнения:

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

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

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

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

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


МноГозадачность: goroutines

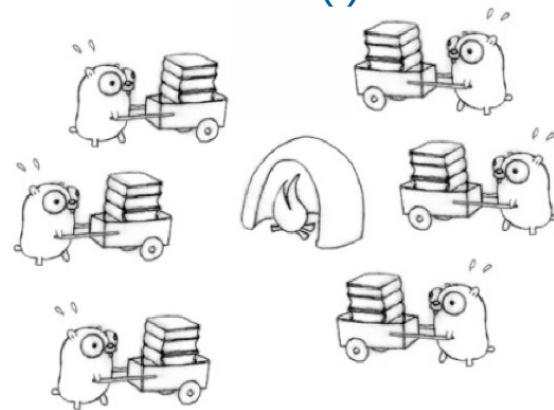


Go-подпрограммы (goroutines) — это легковесные подпроцессы, которые выполняются одновременно с потоком главной программы (*main go thread*) и управляются системой исполнения (Go runtime).

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

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

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



МноГозадачность: каналы



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

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

// отправить значение в канал
channel <- value

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

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

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

close(channel) // закрыть канал
```

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

Каналы: пример



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

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

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

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

// сколько раз отправлено,
// столько раз получено
```

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

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


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

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

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

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

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

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

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

```
go.mod
```

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

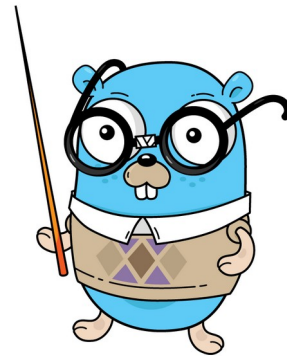
Имена: области видимости



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

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

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



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

В Go при импорте пакета не возникает неожиданностей:

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

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

«Readable means reliable.» ~ Rob Pike

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

- * пакет;
- * функция;
- * блок.

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

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

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

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

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

Примеры:

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

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

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

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

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

Скачать и подключить внешний модуль можно командой:

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


Работа с модулями

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

...

Компиляция и сборка

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

...

Тестирование, измерение

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

...

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

Инструменты: *go command*



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

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

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

Инструменты: *go tool command*



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

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

Дополнительные инструменты запускаются
С помощью команды *go tool*.

▲ IDEs And Text Editor Plugins @ go.dev:

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

...

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



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

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

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

Яндекс, ЦУМ, УГМК-Телеком, **Точка**, Тинькофф/Т-банк, Совкомбанк Технологии, СКБ Контур, Ситимобил, **СберТех**, Ростелеком, Роснефть, Росатом, **МТС+MWS**, МойОфис, МегаФон, Магнит.Tech, **Лаборатория Касперского**, Купер, ИТ-Холдинг **T1**, ИнГосСтрах Банк, Иви Онлайн-кинотеатр, Домклик, Группа Астра, ГНИВЦ, ГК Юзтех, Газпромбанк, **ВТБ+Иннотех**, Билайн (Beeline), Альфа-Банк (Alfa Digital), АйТи Инновация, YADRO, X5 Digital, Wildberries, **VK** (PHP → Go), Viasat Tech, Tutu, **Tele2**, Selectel, S8.Capital, **Ozon**, Okko, **Mail.ru** Group, Lamoda Tech, iSpring, IBS, Delivery Club, Cloud.ru, Boxberry: IT, **Beeline**, **Avito**, 2GIS и многие другие...

Области применения ▲ Go:

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

Software на Go ▲:

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

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

Применение: GUI



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

Fyne.io

The screenshot shows the Fyne.io website. At the top, there's a navigation bar with links: Fyne.io, Docs, Apps, Add-ons, Conference, Blog, Events, Support. Below this is a 'Gallery' section displaying various applications. On the left, there's a sidebar with 'Widgets' and a list of UI elements like Accordion, Button, Card, Entry, Form, Radio, etc. The main gallery area shows several app previews, including a calendar, a shopping list, a slide with text, and a book cover titled 'Building Cross-Platform GUI Applications with Fyne' by Andrew Williams. At the bottom, there's a button labeled 'Our Vision' and a text prompt: 'Are you ready to build the future with us?'.

GioUI.org

The screenshot shows the GioUI.org website. At the top, there's a navigation bar with links: Home, Newsletter, Install, Learn, Showcase. Below this is a list of applications, each with a preview image and a brief description. The applications listed are: Anvil, Chapar, Cryptopower, G45W, godcr, gotraceui, Photon, Protonet, scapmi, Sointu, Sprig, Transito, and Wormhole William. Each application preview shows a different type of GUI, from a wallet app to a chat client, a music synthesizer, and a transit app. At the bottom, there's a 'Community' link.

Популярность: рейтинги



TIOBE index ▲ *(since 2009):*

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

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

Lowest Position: **#122** (May 2015)

Language of the Year: 2009, 2016

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

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

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

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

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

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

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

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

PYPL ▲: **#14** (Oct 2025)

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

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

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

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

Golang in 2025: Usage,
Trends, and Popularity

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

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

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

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

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

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

Очень много *стандартных* библиотек – на все случаи жизни. И они всё время улучшаются. Легко подключать и обновлять сторонние модули (которых невероятно много). Хорошая документация на библиотеки (с исполняемыми примерами). Много сайтов с примерами – изучать легко и приятно. Хорошие инструменты в комплекте — можно разрабатывать без IDE.

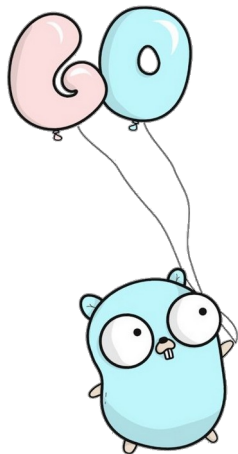
На Си писать сложно и ненадёжно. А на Go пишу с удовольствием!

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

Sinclair Target

Чему я научился, изучая Go:

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



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

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



- 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](#) // Подборка библиотек и инструментов: для «всего на свете»

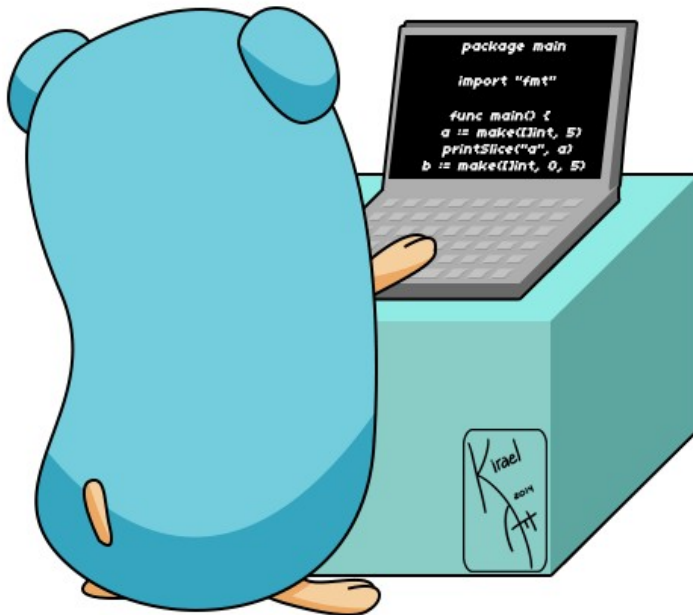
- go.dev/doc/effective_go // "Effective Go" бесплатная web-книга
- gopl.io // "The Go Programming Language" by A.A.A.Donovan & B.W.Kernighan

- w3schools.com/go/ @ w3schools // Справочник
- [Самоучитель по Go для начинающих](#) @ proglib.io // Самоучитель
- [Учебник для начинающих](#) @ uproger // Учебник
- [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
- [Статья по интерфейсам в Go](#) @linkedin.com // Go Interfaces: The Production Engineer's Secret Weapon

- tinygo.org // TinyGo: Go on embedded systems & WebAssembly
- scriggo.com // Go embeddable interpreter



Ссылка на презентацию



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

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

communicating sequential processes ~ взаимодействие последовательных процессов

concurrency ~ свойство программы, допускающее одновременное выполнение нескольких вычислительных процессов

CSP = communicating sequential processes ~ взаимодействие последовательных процессов

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

GC = garbage collector ~ сборщик мусора

GopherJS ~ кросс-компилятор с Go на JavaScript

gopher ~ программист на Go

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

gopls ~ официальный языковой сервер (LSP) для Go

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

multitasking ~ многозадачность

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

parallelism ~ параллелизм = параллельное выполнение вычислений

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

process ~ процесс

subprocess ~ подпроцесс

subtask ~ подзадача

task ~ задача

type assertion ~ выводение типа переменной из её значения

untyped constants ~ безтиповые константы

zero value ~ нулевое начальное значение