# Тема 1

## Основни принципи на функционалното програмиране. Начални сведения за Haskell и Haskell Platform

# Езици за програмиране

Формални изкуствени езици, предназначени за записване на програми.

Съществуват стотици езици за програмиране, всеки от които има своите силни и слаби страни.

Класификация: в съответствие с различни ***класификационни признаци*** (машинно-ориентирани езици и езици от високо ниво)

# Типове езици за програмиране от високо ниво

- Процедурни (императивни)
  ***как?***

  програма = алгоритъм + структури от данни

# Типове езици за програмиране от високо ниво

- Декларативни (дескриптивни)
  ***какво?***

  програма = списък от дефиниции на функции

  или

  списък от равенства

  или

  списък от факти и правила

# Основни характеристики на функционалния стил на програмиране

Програмирането във функционален стил се състои от:

- дефиниране на функции, които пресмятат и връщат стойности. При това тези стойности се определят еднозначно от стойностите на съответните аргументи (фактически параметри)

- прилагане (апликация) на тези функции върху подходящи аргументи, които също могат да бъдат обръщения към функции

# Пример 1: програма за намиране на сумата на естествените числа от 1 до n

- В процедурен (императивен) стил

```
count := 0
total := 0
repeat
   count := count + 1
   total := total + count
until
   count = n
```

- Във функционален стил (на езика Haskell)

```
sum [ ] = 0
sum (x : xs) = x + sum xs

sum [1..n]
```

# Пример 2: “бързо” сортиране

```
qsort [ ] = [ ]
qsort (x:xs) = qsort smaller ++ [x] ++ qsort larger
   where
        smaller = [a | a <- xs, a <= x ]
        larger    = [b | b <- xs, b > x ]
```

# Основни предимства на функционалния стил на програмиране

- програмира се на високо ниво на абстракция, което намалява опасността от допускане на технически грешки
- може да се извършва лесна проверка и поправка на съответните програми поради липсата на странични ефекти
- могат да бъдат доказвани строго (с математически средства) свойства на функционалните програми

# Основни недостатъци на функционалния стил на програмиране

- строгата функционалност понякога изисква многократно пресмятане на едни и същи изрази (в Haskell и други модерни езици за функционално програмиране този проблем по принцип е преодолян)
- донякъде е неестествено използването му при решаване на задачи от процедурен (алгоритмичен) характер

# Още за функционалния стил на програмиране

Функционалният стил на програмиране е съществено различен от този, поддържан от популярните езици за програмиране като C, C++, Java и др. – идеологията на тези езици е тясно свързана с *архитектурата* на съответната хардуерна платформа и програмирането с тяхна помощ се основава на идеята за *променяне на съхранени стойности*.

Обратно, Haskell поддържа *по-абстрактен стил на програмиране,* основан на идеята за *прилагане на функции към аргументи*.

Преминаването към това по-високо ниво на абстракция води до възможност за съставяне на значително по-прости програми и поддържа множество от мощни подходи за конструиране на програми и изследване на техните свойства.

# Факти от историята на функционалното програмиране

- 30-те години на 20-ти век: *Alonzo Church, ламбда смятане* - математическа теория на функциите, дала тласък в развитието на множество езици за функционално програмиране.

- 50-те години на 20-ти век: *John McCarthy, език за програмиране LISP* (“LISt Processor”) – първият език за функционално програмиране, влияние върху който оказва ламбда смятането. Допуска се присвояване на стойности и промяна на стойността на променлива.

- 60-те години на 20-ти век: *Peter Landin, език за програмиране ISWIM* (“If you See What I Mean”) – първият език за строго функционално програмиране, основан на ламбда смятането и изключващ присвояването на променливи.

- 70-те години на 20-ти век: *John Backus, FP* (“Functional Programming”) – език за функционално програмиране, който набляга на дефинирането и използването на функции от по-висок ред и изследването на свойствата на програмите.

- 70-те години на 20-ти век: *Robin Milner и др., ML* (“Meta-Language”) – първият модерен език за функционално програмиране, в който се въвежда идеята за полиморфни типове и  извод на типове.
- 70-те и 80-те години на 20-ти век: *David Turner, Miranda* (“admirable”) и множество от езици за “мързеливо” (lazy) функционално програмиране.

- 1987 г.: *международен комитет, Haskell* (на името на Haskell B. Curry, един от пионерите на ламбда смятането) – модерен език за “мързеливо” строго функционално програмиране.
- 1999 г.: *международен комитет, The Haskell 98 Report* – дефиниция на стабилна версия на езика Haskell, която започва да играе ролята на негов стандарт.

- 2003 г.: *международен комитет, Haskell Revised Report* – обобщава резултатите от развитието на езика и състоянието на библиотеките на Haskell към момента.
- 2010 г.: *международен комитет, Haskell 2010 Language Report* – дефиниция на текущата стандартна версия на езика Haskell.

# Нашият подход

Haskell – език за строго функционално програмиране:

- език от много високо ниво (грижата за много детайли се поема автоматично)
- с голяма изразителна сила, позволява писане на много кратък и компактен код
- подходящ за работа със сложни данни и за комбиниране на готови компоненти
- дава приоритет на времето и усилията на програмиста

В близкото минало най-популярната среда за програмиране на Haskell беше **Hugs 98** (https://www.haskell.org/hugs/, последна версия – от 2006 г.). Тя предоставя много добри средства за обучение и се разпространява безплатно за множество платформи.

От 2009 г. се предлага безплатно нова среда за програмиране и разработка на софтуерни приложения на Haskell, която постепенно придобива статута на стандарт – **Haskell Platform** (https://www.haskell.org/platform/, последна версия – от 2019 г.).

Haskell home page:

https://www.haskell.org/

Downloads, Community, Documentation

# Функции

Функцията е **програмна част, която връща стойност** (резултат).

Процесът на задаване на конкретни стойности на аргументите на функцията и пресмятане на съответната ѝ стойност се нарича **прилагане на функцията** (**апликация**).

Може да се създават (дефинират) функции с различен брой аргументи (0, 1, 2 или повече).

Аргументите на функцията, както и върнатата от нея стойност, могат да бъдат от различни **типове** (не е задължително да бъдат числа).

# Величини. Типове

**Величините** са основно средство за изразяване на стойностите, с които се работи в една програма.

Всяка величина се характеризира с име, тип и (текуща) стойност.

**Типът** представлява множество от допустими стойности заедно с определена съвкупност от операции, приложими върху тези стойности.

# Дефиниции

Всяка функционална програма представлява поредица от дефиниции на функции и други величини.

Всяка дефиниция на Haskell свързва (асоциира) дадено **име** (идентификатор) със **стойност** от определен **тип**.

В най-простия случай дефинициите имат вида

```
name :: type
name = expression
```

По този начин в Haskell се дефинират т. нар. **променливи** (всъщност те са нелитерални константи).

Една дефиниция от посочения вид свързва името на променливата от лявата страна на равенството със стойността на **израза** от дясната страна.

Символът “**::**” би трябвало да се чете “е от тип”.

Имената на променливите и функциите започват с малки букви, докато имената на типовете започват с главни букви.

Пример

```
size :: Int
size = 12+13
```

# Изрази

Всеки израз представлява *правило за пресмятане* (*намиране*) *на стойност*.

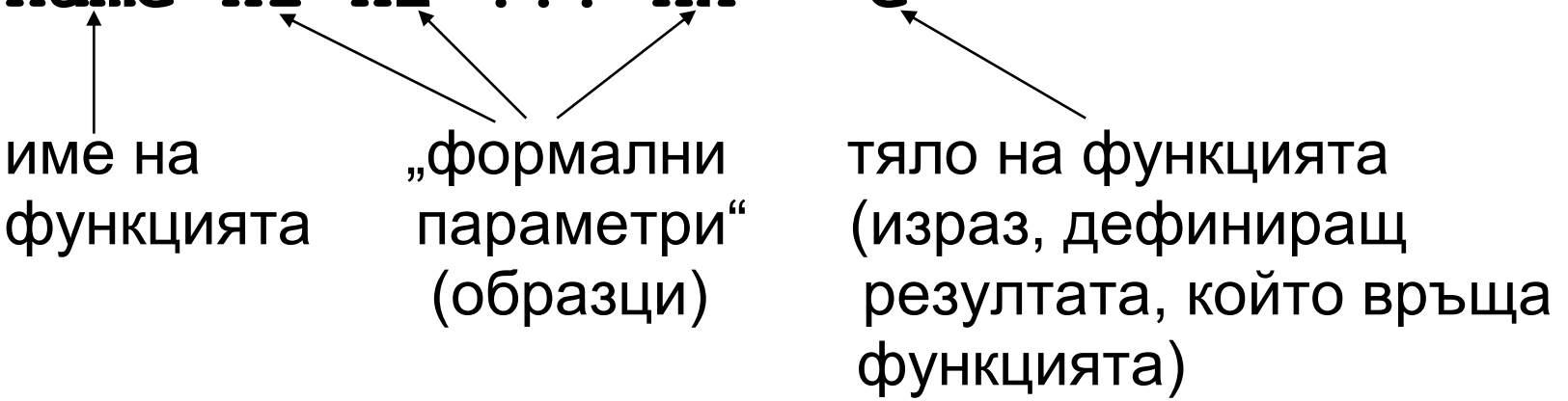
Изразите се образуват чрез композиция на операции над определени величини.

Операциите се означават с определени знакове или с идентификатори (поредици от букви и цифри, които започват с буква). Всяка операция се прилага към стойности от определен(и) тип(ове) и формира стойност от определен тип.

# Дефиниции на функции

Дефинициите на функции представляват поредици от равенства от следния вид:

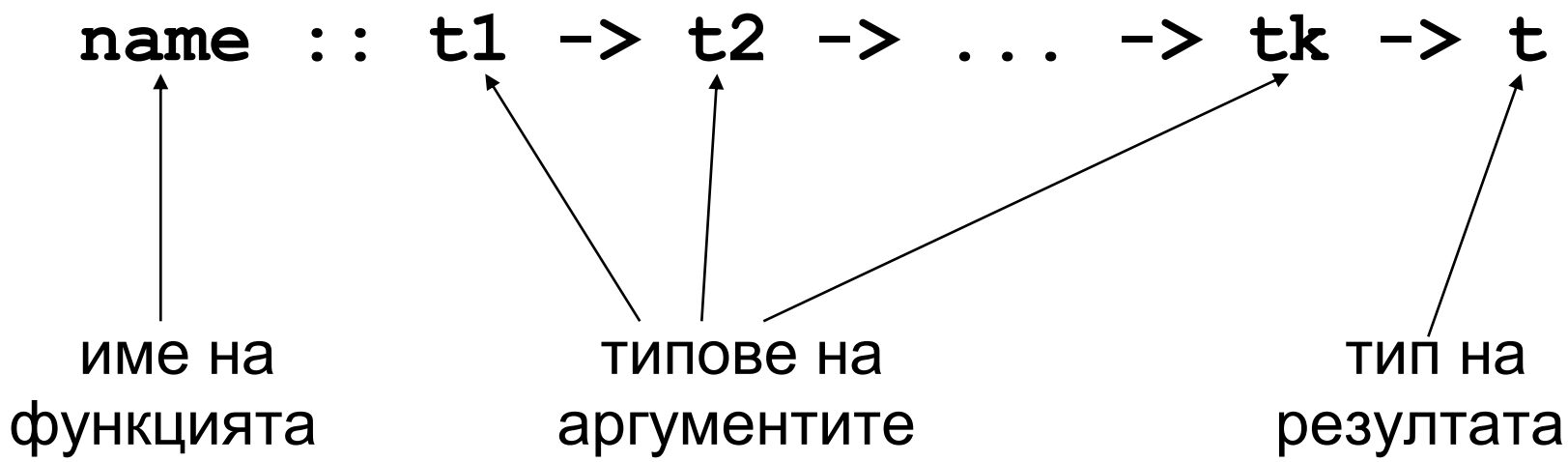
```
name x1 x2 ... xk = e
```



Формални параметри (аргументи): независимите променливи на функцията (в математическия смисъл на това понятие). В дефинициите на функции на Haskell те се означават с различни по сложност **образци**.

Дефиницията на функция трябва да бъде предшествана от декларация на нейния тип (на типовете на аргументите и типа на резултата, който връща функцията).

Общ вид на декларация на типа на функция:



Примери

```
square :: Int -> Int
square n = n*n

> square 3
9
> square 5
25
```

```
average :: Float -> Float -> Float
average x y = (x+y)/2

> average 3.4 5.6
4.5
> average 3 4
3.5
```

# Общ вид на програмата на Haskell

Програмите на Haskell обикновено се наричат **скриптове** (**script**s). Освен програмния код (поредица от дефиниции на функции) един скрипт може да съдържа и коментари.

Има два различни стила на писане на скриптове, които съответстват на две различни философии на програмиране.

Традиционно всичко в един програмен файл (файл с изходния код на програма на Haskell) се интерпретира като програмен текст (код), освен ако за нещо е отбелязано специално, че представлява коментар. Скриптовете, написани в такъв (traditional) стил, се съхраняват във файлове с разширение “.hs”.

Традиционно коментари се означават по два начина. Символът “--“ означава начало на коментар, който продължава от съответната позиция до края на текущия ред. Коментари, които съдържат произволен брой знакове и евентуално заемат повече от един ред, могат да бъдат заключени между символите “{-“ и “-}”.

Алтернативният (literate) подход предполага, че всичко във файла е коментар освен частите от текста, специално означени като програмен код.

В Пример 2 програмният текст е само в редовете, започващи с “>” и отделени от останалия текст с празни редове.

Този вид скриптове се съхраняват във файлове с разширение “.lhs”.

# Пример 1. A traditional script

```
{- ##########################################################
     MyFirstScript.hs
########################################################## -}

-- The value size is an integer (Int), defined to be
-- the sum of 12 and 13.

size :: Int
size = 12+13

-- The function to square an integer.

square :: Int -> Int
square n = n*n
```

```
-- The function to double an integer.

double :: Int -> Int
double n = 2*n

-- An example using double, square and size.

example :: Int
example = double (size - square (2+2))
```

# Пример 2. A literate script

```
{- ##########################################################
     MyFirstLiterate.lhs
########################################################## -}

The value size is an integer (Int), defined to be
the sum of 12 and 13.

>   size :: Int
>   size = 12+13

The function to square an integer.

>   square :: Int -> Int
>   square n = n*n
```

The function to double an integer.

```
>   double :: Int -> Int
>   double n = 2*n
```

An example using double, square and size.

```
>   example :: Int
>   example = double (size - square (2+2))
```

# Библиотеки на Haskell

Haskell поддържа множество вградени типове данни: цели и реални числа, булеви стойности, символни низове, вектори, списъци и др., както и предлага вградени функции за работа с данни от тези типове.

Дефинициите на основните вградени функции в езика се съдържат във файл („стандартна прелюдия“, **the standard prelude**) с името Prelude.hs. По подразбиране при стартиране на Haskell Platform (или друга среда за програмиране на Haskell) най-напред се зарежда съдържанието на Prelude.hs, след което потребителят може да започне своята работа.

Напоследък, с цел намаляване на обема на Prelude.hs, дефинициите на част от вградените функции се преместват от стандартната прелюдия в множество **стандартни библиотеки**, които могат да бъдат включени от потребителя в средата на Haskell при необходимост.

# Модули

Възможно е текстът на една програма на Haskell да бъде разделен на множество компоненти, наречени **модули**.

Всеки модул има свое **име** и може да съдържа множество от **дефиниции** на Haskell. За да се дефинира даден модул, например Aut, е необходимо в началото на програмния текст в съответния файл да се включи ред от типа на

```
module Aut where .....
```

Един модул може да **импортира** дефиниции от други модули. Например модулът Bee ще може да импортира дефиниции от модула Aut чрез включване на конструкция import както следва:

```
module Bee where
import Aut
    .....
```

В случая конструкцията import означава, че при дефинирането на функции в Bee могат да се използват всички (**видими**) дефиниции от Aut.

Механизмът на модулите позволява да се определи кои дефиниции да бъдат достъпни чрез **експортиране** от даден модул за употреба от други модули.

Механизмът на модулите поддържа споменатите по-горе библиотеки.