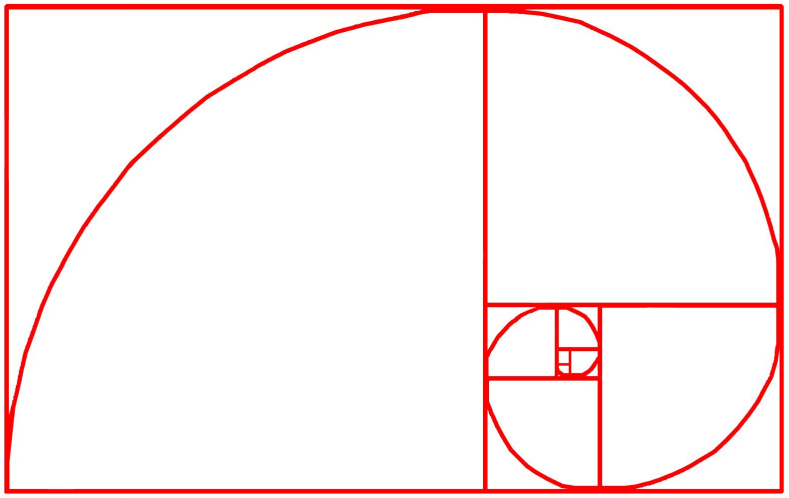
Д.з.

1+1/(1+1/(1+…))

φ = 1.618…



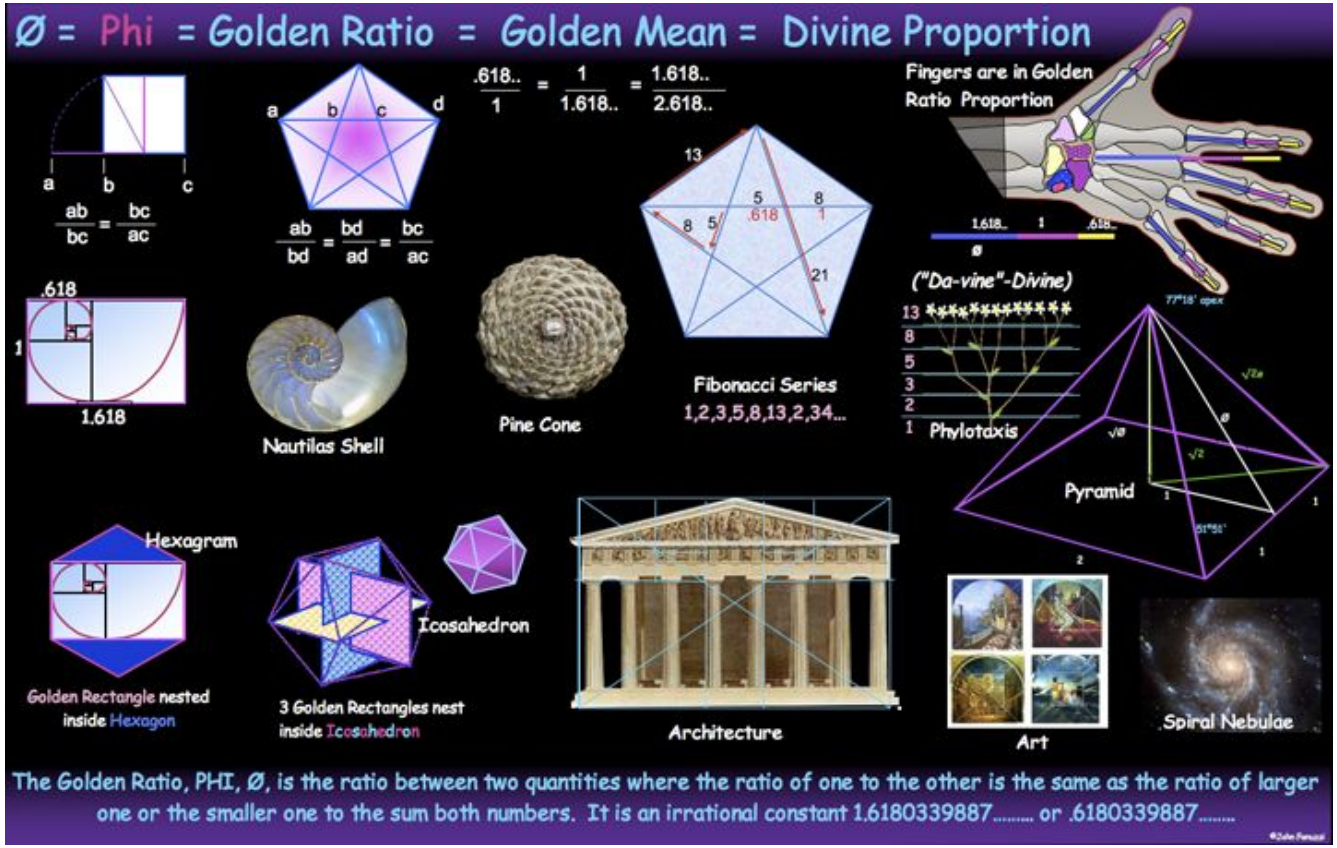
f n = 1+1/(1+1/(1+…))

f (n-1)

f 0 = 1
f n = 1 + 1/f (n-1)

- Сколько получится?

Золотое сечение



- Такой предмет у вас в сумке?

0+1/(1+1/(2+1/3+…))

b n = 0+1/(1+1/(2+1/3+…))

- При трудностях помогает доп.параметр
  - b’ k n = k+1/(k+1+1/(…+1/n)))

```
b n = b' 0 n

b' k n = if (k == n)
      then n
      else k + 1 / b' (k+1) n
```

sumsin

sin(1+2+...+n)/(sin 1+sin 2+...+sin n)

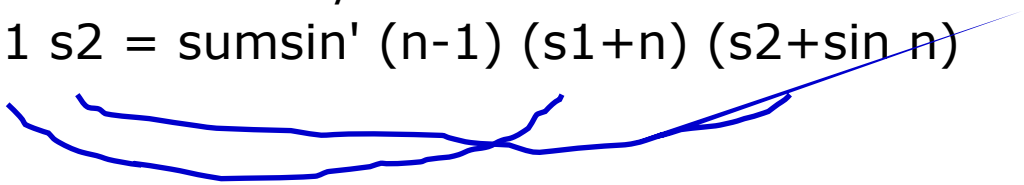
- Накапливающие параметры

s1	s2
0	0
1	sin 1
1+2	sin 1 + sin 2
1+2+3	sin 1 + sin 2 + sin 3
…	

s1 ☐ s1+n
s2 ☐ s2+sin n

```
sumsin n = sumsin' n 0 0

sumsin' 0 s1 s2 = sin s1 / s2
sumsin' n s1 s2 = sumsin' (n-1) (s1+n) (s2+sin n)
```



sumfact

1!+2!+3!+…+n!

- Желательно O(n)

i	p	s
1	1	0
2	1	1
3	1*2	1+1*2
4	1*2*3	1+1*2+1*2*3
5	1*2*3*4	1+1*2+1*2*3+1*2*3*4

```
sumfact n = sumfact' n 1 1 0

sumfact' 0 i p s = s
sumfact' n i p s = sumfact' (n-1) (i+1) (p*i) (s+p*i)
```

i ☐ i+1
p ☐ p*i
s ☐ s+p*i

Еще синтаксис

Безымянная переменная (wildcard)

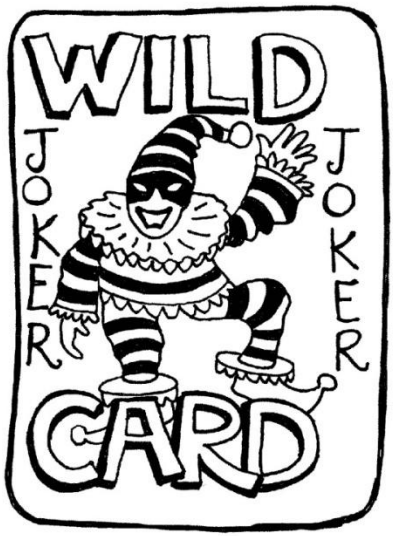
```
sumfact' 0 i p s = s
```

- Лучше так:

```
sumfact' 0 _ _ s = s
```

_ - безымянная переменная (wildcard)

- Только слева от =



let

```
sumfact' n i p s = sumfact' (n-1) (i+1) (p*i) (s+p*i)
```

- Еще одна проблема (небольшая в данном случае)
  - p*i – два раза
    - DRY (Don’t Repeat Yourself)

```
sumfact' n i p s = let
                p’ = p*i
                     in sumfact' (n-1) (i+1) p’ (s+p’)
```

let в общем случае
Двумерный синтаксис

```
let
   правило1
   правило2
   …
 in выражение
```

- Могут быть и правила с параметрами
- М.б. частью выражения

```
f n = 1 + let
            i = 55
            j = n*n +
               5* n + 8
            g k = k * j
          in g n * 2
```

Где кончается правило и начинается следующее?

- Двумерный синтаксис (off-side rule)
  - Запоминаем позицию первой лексемы после let (i в примере)
  - Правее ☐ продолжение правила
  - На том же уровне ☐ новое правило
  - Левее ☐ конец конструкции

Явное задание синтаксиса

```
let
   правило1
   правило2
   …
 in выражение
```

- Можно использовать { ; }, тогда отступы не имеют значение

```
let {правило1;  правило2; правило3} in выражение
```

where

```
sumfact' n i p s = sumfact' (n-1) (i+1) p’ (s+p’)
          where p’ = p*i
```

левая часть = правая часть
where вспомогательные определения

- Разница:
- let можно писать где угодно
- where – часть правила
- Тоже двумерный синтаксис

Еще д.з.

minlist

- Не совсем правильное решение

```
minlist [x] = x
minlist (x:xs) =  if x < minlist xs
        then x
        else minlist xs
```

- minlist [1..100] – *очень* долго

- Правильное решение 2

```
minlist [x] = x
minlist (x:xs) =
    let m = minlist xs
    in if x < m then x else m
```

- Правильное решение 3

  Используем min

```
    minlist [x] = x
minlist (x:xs) =
    min x (minlist xs)
```

minlist – с чего начать?

- С чего начать?

minlist [x] = x

или

minlist [] = *очень большое число*

minlist [] = 1/0

Вам что больше нравится?

- За minlist [] = 1/0
  - В более сложных случаях (минимум четных чисел)
- За minlist [x] = x
  - Работает не только для чисел
    - minlist [“klm”, “abc”, “pqr”]
      - "abc"

minsum

```
minsum [_] = 1/0
minsum (x:y:xs) = min (x+y) (minsum (y:xs))
```

rev

- Вариант 1, используя ++ [x]

```
rev [] = []
rev  (x:xs) = rev xs ++ [x]
```

  - Медленно…

- Вариант 3, быстрый (O(n))

```
rev xs = rev' xs []

rev' [] ys = ys
rev` (x:xs) ys = rev' xs (x:ys)
```

- Прием:
  Накапливающий параметр

Забыл сказать

- length – длина списка

length [] = 0
length (_:xs) = 1 + length xs

- Строки – списки символов

- "abc" – сокращенная запись для [‘a’, ‘b’, ‘c’]
- "abc" ++ "klm" ☐ "abcklm"
- head "abc" ☐ 'a'
- length "abc" ☐ 3

Кортежи

Кортежи (tuples)

- (1,2) - пары
- (3,7,11) – тройки
- (3, 4, 88, 9) и т.д.

- Для пар есть встроенные функции fst и snd

```
fst (x, _) = x
sdn (_, y) = y
```

- Обычно обрабатываем с помощью сопоставления с образцом

```
abs (x, y) = sqrt (x*x+y*y)
```

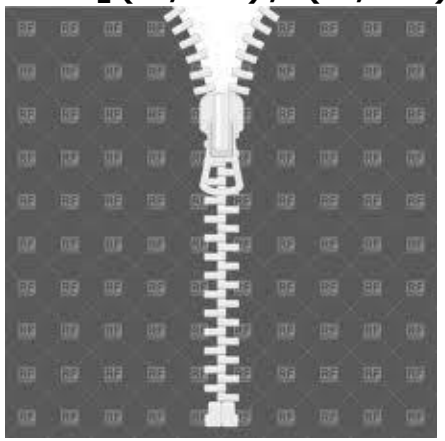
- В чем разница со списками?
  - Значения могут быть разных типов
    - ("Сидоров“, 1990, 178, 4.7, True)
  - Нельзя организовать цикл по всем элементам набора

zip

- zip – соединить два списка в список пар

  zip [1,2,3] [33,55,22]

  □ [(1,33), (2,55), (3,22)]



```
zip (x:xs) (y:ys) =
      (x,y) : zip xs ys

zip [] _ = []
zip _ [] = []
```

- Или

```
zip _ _ = []
```

- Разной длины □ укорачиваем

Pattern binding

- Пусть функция возвращает пару:

```
areaPerim r =
        (3.14*r^2, 2*3.14*r)
areaPerim 10 ☐ (314, 62.8)
```

- Как получить результат?
  - fst и snd:

```
let res = areaPerim 10
      in fst res / snd res
```

  - Слева от = м.б. шаблон:

```
let (s, p) = areaPerim 10
   in s / p
```

- И в лямбда-выражениях: слева от -> могут быть шаблоны

```
map (\(x, y) -> x+y)) xs

[(1,2), (3,4)]
    ☐ [3, 7]
```

- Похожая вещь в C++:

```
tie
tie(s, p) = areaPerim(10);
```

Алгебраические типы данных

Как называются стандартные типы?

- Integer, Char, Bool, Double

- Списки
  [Integer]

- Строка
  String – сокращение для [Char]

- Кортежи
  (Integer, String)

data – простой случай. Конструкторы

```
data Point = Pt Integer Integer

Pt 33 50
```

- Похоже на структуры в обычных языках
- Для доступа к полям – pattern matching

```
abs (Pt x y) = sqrt (x^2+y^2)
```

- Можно определить и именованные поля

- Pt – *конструктор*
  - Совсем не то, что конструктор в обычных языках ☹
  - Задается в data
  - Может использоваться в pattern matching
  - Начинается с заглавной буквы
  - Имя может совпадать с именем data:

```
data Point = Point Integer Integer
```

data с вариантами

```
data Person =
  Student String Integer Integer |
  Professor String String
```

```
Student "Сидоров" 5 541
Professor "Чижиков" "алгебра"
```

```
[Student "Сидоров" 5 541,
 Professor "Чижиков" "алгебра“,
 Student “Орлова" 5 545]
```

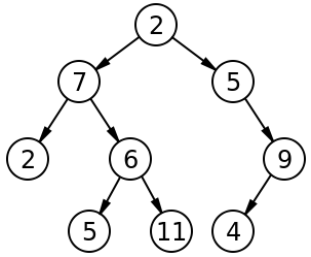
- Пример функции: hello
  Person -> строка-привествие

```
hello (Student name _ _) =
  "Привет, " ++ name
hello (Professor name _ ) =
  "Здравстуйте, профессор "
          ++ name
```

- Еще пример: вместо enum:

```
data Suit =
   Spade | Heart | Club | Diamond
```

data с рекурсивным определением




```
data Tree = Empty |
          Node Integer Tree Tree

Node  1 (Node 2 Empty Empty)
          (Node 3 Empty Empty)
```

```
    1
   /  \
  2    3
```

- Пример: сумма

```
sumTree Empty = 0
sumTree (Node val l r) =
    val + sumTree l + sumTree r
```

- Кстати: deriving Show

```
data Tree = Empty |
          Node Integer Tree Tree
            deriving Show

data Point = Pt Integer Integer
     deriving Show
```

  - чтобы можно было печатать

Снова про функции высшего порядка

check

```
check cond [] = False
check cond (x:xs) =
    if cond x
    then True
    else check cond xs
```

- Примеры вызова:

```
check (\x -> x * x <= 100)  xs

mycond x = x*x < 100
check mycond xs

check mycond xs where
    mycond x = x*x < 100
```

- Еще вариант

```
check cond [] = False
check cond (x:xs) = cond x ||
    check cond xs
```

Стандартные функции all и any

`any` - проверить, что хотя бы один элемент удовлетворяет условию

```
any (\x->x>0) [5,-1,8]   □   True
```

`all` – проверить, что все элементы удовлетворяют условию

```
all (\x->x>0) [5,-1,8]   □   False
```

checkDifferent

```
checkDifferent [] = True
checkDifferent (x:xs) =
    if x содержится в xs
    then False
    else checkDifferent xs
```

- x содержится в xs:
  check (\t -> t == x) xs
  - Или any(\t->t==x)

```
checkDifferent (x:xs) =
    if any(\t -> t == x) xs
    then False
    else checkDifferent xs
```

- Стиль Haskell!!
  (использовать функции высшего порядка)

- Еще вариант, без if

```
checkDifferent (x:xs) =
    not any (\t -> t == x) xs &&
    checkDifferent xs
```

- Более эффективное рещение?
  - N Log N
    - Например, сначала отсортировать

Частичная параметризация

- Задача 1: Написать функцию для вычисления квадратного трехчлена

```
f a b c x = a*x^2 + b*x + c
```

- Задача 2: Ко всем элементам списка применить функцию x^2+2*x+4
  - Простой способ:

```
map (\x -> f 1 2 4 x) xs
```

  - Частичная параметрзация

```
map (f 1 2 4) xs
```

- Можно задавать часть параметров (только несколько первых)
  - Получается функция от оставшихся параметров

f 1 2 4 – функция от x

f 1 2 – функция от c и x

f 1 – функция от b, c и x

  - Можно использовать при определении функции

```
f1 = f 1 2 4
```

section

- Частичная параметризация для бинарных операторов

(+2) – сокращение для \x -> x+2
(>0) - сокращение для \x -> x>0

- Можно задавать любой параметр
  (2^) - сокращение для \x -> 2^x

- Можно использовать переменные и выражения:
  (+a)
  (+sin y)

- Может быть `` `имя_функции` ``
  (`mod`10)

- Еще вариант checkDifferent

```
checkDifferent (x:xs) =
    not any(== x) xs &&
    checkDifferent xs
```