



Сошников Дмитрий Валерьевич

к.ф.-м.н., доцент

dmitryso@microsoft.com

Функциональное программирование



Факультет инноваций и высоких технологий
Московский физико-технический институт

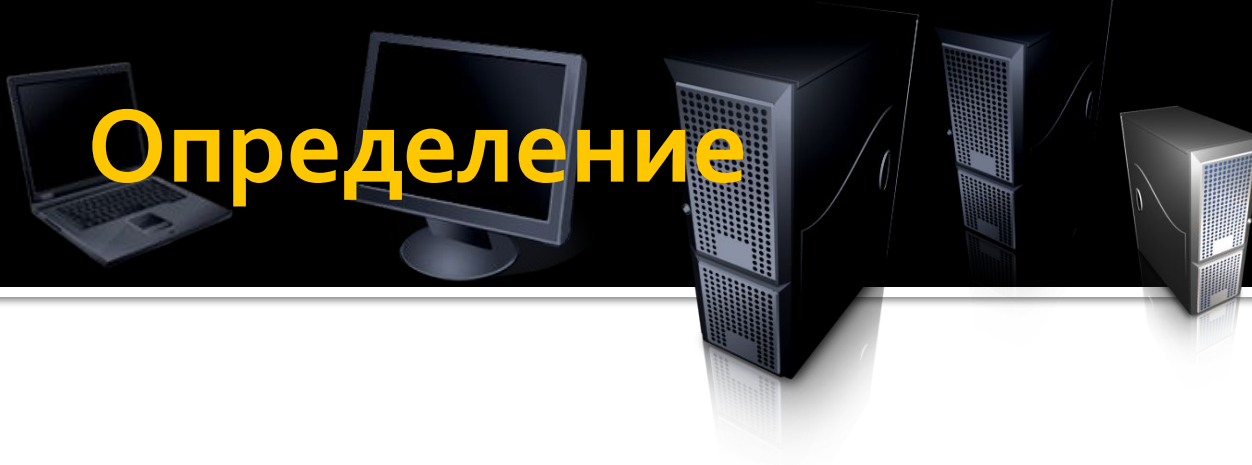
Лекция 4

Функциональное
программирование в
реальной жизни

Множество Мандельброта



Определение



- $z_{n+1}(c) = z_n^2(c) + c, z_0(c) = 0; z \in \mathbb{C}$
- $M = \{ c \in \mathbb{C} \mid \lim z_n(c) < \infty \}$
- $M' = \{ c \in \mathbb{C} \mid |z_{20}(0)| < 1 \}$

Реализация F#



```
let mandelf (c:Complex) (z:Complex) = z*z+c;;  
  
let ismandel c = Complex.Abs(repeatN 20 (mandelf c) (Complex.zero))<1.0;;
```

```
let rec forl a b f =  
    if a>=b then f(b)  
    else  
        begin f(a); forl (a+1) b f end ;;  
  
let scale (x:float,y:float) (u,v) n = float(n-u)/float(v-u)*(y-x)+x;;  
  
forl 1 60 (fun i ->  
    forl 1 60 (fun j ->  
        let lscale = scale (-1.2,1.2) (1,60) in  
        let t = complex (lscale j) (lscale i) in  
        Console.Write(if ismandel t then "*" else " ")  
    );  
    Console.WriteLine("")  
);;
```

WinForms

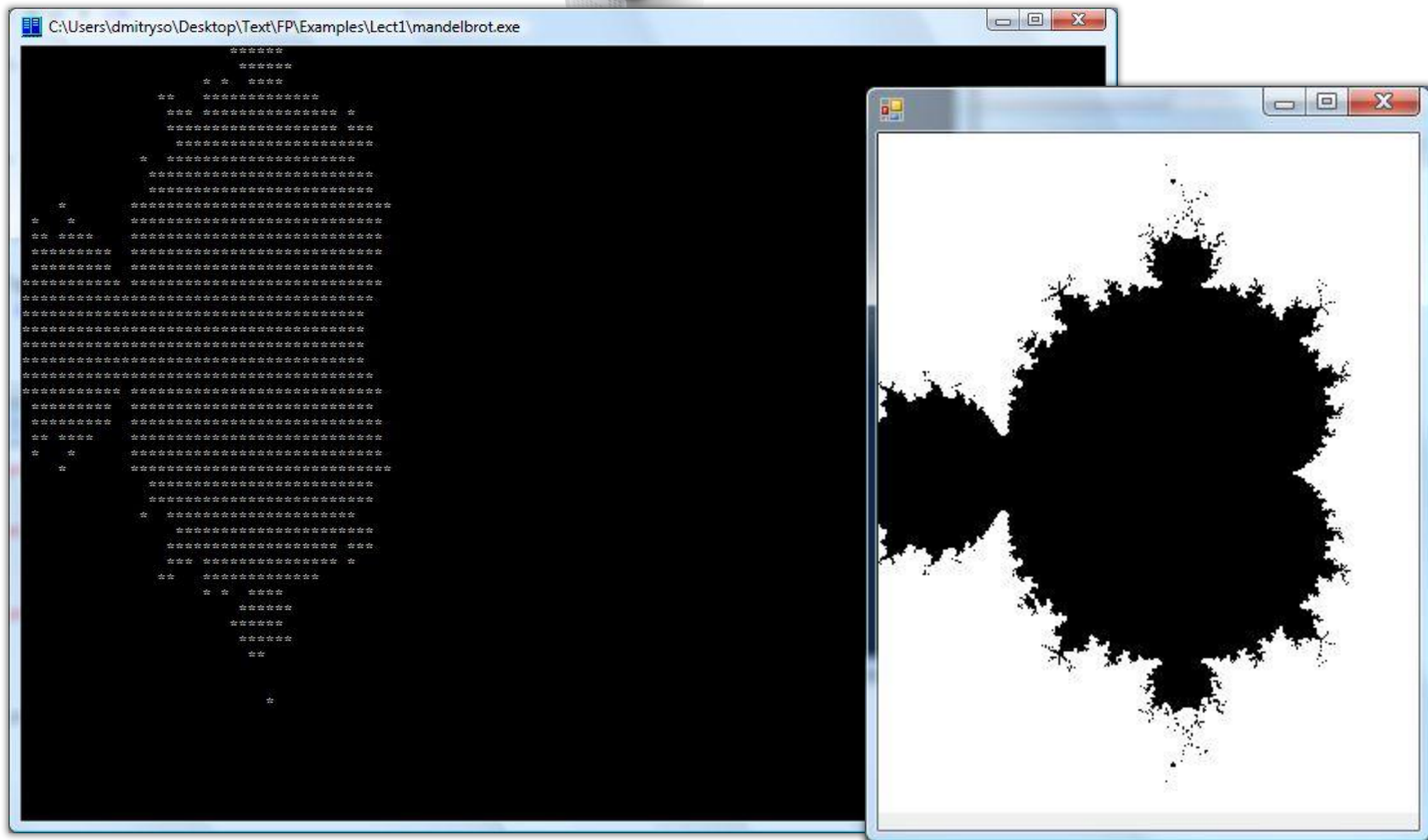


```
#light
open System.Drawing
open System.Windows.Forms

let form =
    let image = new Bitmap(400, 400)
    let lscale = scale (-1.0,1.0) (0,400)
    forl 0 (image.Height-1) (fun i ->
        forl 0 (image.Width-1) (fun j ->
            let t = complex (lscale i) (lscale j) in
            image.SetPixel(i,j,if ismandel t then Color.Black else Color.White)
        ))
    let temp = new Form()
    temp.Paint.Add(fun e -> e.Graphics.DrawImage(image, 0, 0))
    temp

[<SThread>]
do Application.Run(form) ; ;
```

Результат



Где сейчас используется ФП?



- Mainstream языки программирования:
 - C# 3.0, следующий стандарт C++
 - Java.next (Clojure, Groovy, JRuby, Scala)
 - LINQ
 - XSLT
- Excel Spreadsheets

Функциональный язык F# входит как один из трех языков в поставку Visual Studio 10

ФП в реальных проектах



- Autocad
- emacs (LISP)
- HeVeA
- Проекты в рамках Microsoft и MSR
 - F# Compiler
 - Driver code verification
 - AdCenter Challenge

Live Search: red shoes - Windows Internet Explorer

http://search.live.com/results.aspx?q=red+shoes&umkt=en-gb&FORM=LVCP

File Edit View Favorites Tools Help

Live Search: red shoes

The adCenter Challenge

Only from United Kingdom

Web Images News Maps Classifieds More Academic Beta

red shoes Page 1 of 13,272,452 results • Options • Advanced

Red Shoes on eBay - www.ebay.co.uk
Fantastic prices on women's shoes. Feed your passion on eBay.co.uk

Buy Red Shoes - www.freemans.com
Buy from the official Freemans site with fast & free home delivery.

Buy & Save on Red Shoes - www.montage.co.uk
Ladies can shop online at montage & enjoy a 10% first order discount!

SPONSORED SITES

Buy Women's Footwear
Grattan.co.uk has what you need.
Great choice & free home delivery.
www.grattan.co.uk

red shoes
Shopping for shoes? See them on our fashion site.
thinkfashion.com

Red Shoes at BizRate
Compare thousands of UK shops to find consumer reviews & low prices.
bizrate.co.uk

Shop for
Buy at SHOP.COM. Tons of shoe stores, just one website!
shop.com

See your message here...

RED SHOES

2002年、伝説のロックバー「レッドシューズ」が西麻布に復活！ 美味しい ... フレーム対応のブラウザでご覧ください
www.redshoes.jp • [Cached page](#)

Two Red Shoes: News
28 th March: New Prices. Please see the new prices for Pilates ; Personal Training and Sports Massage Therapy ! Gift vouchers are now available. Whether you want to treat someone to a massage or give ...
www.tworedshoes.co.uk • [Cached page](#)

Two Red Shoes: News
31 st March: Street Team Required. two red shoes is looking for people to join its street team. To fulfil this role you will be highly motivated, energetic and dedicated to customer service.
www.tworedshoes.co.uk/news.php • [Cached page](#)
[+Show more results from www.tworedshoes.co.uk](#)

Red Chili Shoes
Red Chili Shoes : The Best Rock Shoes In The World : **Red Chili shoes** are the coolest shoe brand out there and Wild Country is proud to be a part of the team, as a distributor, part owner and ...
www.wildcountry.co.uk/Products/RedChiliShoes • [Cached page](#)

Blood Red Shoes Tour Dates & Tickets
Comprehensive and up-to-date guide to what's on in the UK, including live music, clubs, cinema ... **Blood Red Shoes** - **Blood Red Shoes** are a girl/boy guitar/drums shout-rock duo from London ...

Internet | Protected Mode: On 100%

Done

2 Int... Inbox - ... 2 M... 2 Wi... 2 SQ... The ad... 3 Wi... adCen... emacs... c:\dev... SUBST...

16:03

Внутреннее соревнование



- 4 месяца на программирование
- 1 месяц на обучение
- Задача:
 - На основе обучающих данных за несколько недель (просмотры страниц) предсказывать вероятность перехода по ссылке
- Ресурсы:
 - 4 (2 x 2) 64-bit CPU machine
 - 16 Гб ОП
 - 200 Гб НЖМД

Масштаб проблемы



- Объем входных данных
7,000,000,000 записей, 6 терабайт
- Время ЦП на обучение:
 $2 \text{ недели} \times 7 \text{ дней} \times 86,400 \text{ сек/день} =$
1,209,600 секунд
- Требования к алгоритму обучения:
 - 5,787 записей / сек
 - 172.8 μs на одну запись

Решение



13

- 4 недели кодирования, 4 эксперта в области Machine Learning
- 100 миллионов вероятностных переменных
- Обработано 6 терабайт обучающих данных
- Обработка в реальном времени!

Наблюдения



Быстрое кодирование

- Вывод типов – меньше печатать, больше думать

Agile-стиль

- Думаем в терминах предметной области, не языка

Скриптинг

- Интерактивное «исследование» данных и тестирование алгоритмов
- Совместно с Excel

Производительность

- Немедленное масштабирование на огромные массивы данных

Экономный расход памяти

- Огромные структуры данных на 16 Гб

Выразительный синтаксис

- Краткий код позволяет легко осуществлять рефакторинг и реиспользование

Символьная обработка

- Метaprogramмирование

Интеграция с .NET

- В том числе Excel, SQL Server

Какие задачи хорошо решаются на функциональных языках?



- Обработка данных
 - Синтаксический разбор
 - Компиляторы, преобразования программ
 - Data Mining
- Традиционное мнение: плохо решаются UI-задачи
 - Смотрим пример!

Особенности ФП



- Отсутствие операторов присваивания и побочных эффектов
- Функции-как-данные – между функциями и данными не делается явного различия, в чистом ФП «все есть функция»
- Декларативное программирование
- Высокая функциональная абстракция
- Более короткий и выразительный код
 - За счет автоматического вывода типов
 - За счет отсутствия операторов присваивания
- Прозрачная семантика, близость к математическому понятию функции
 - Возможность рассуждать о программах, доказывать их свойства

О курсе

Что будем изучать

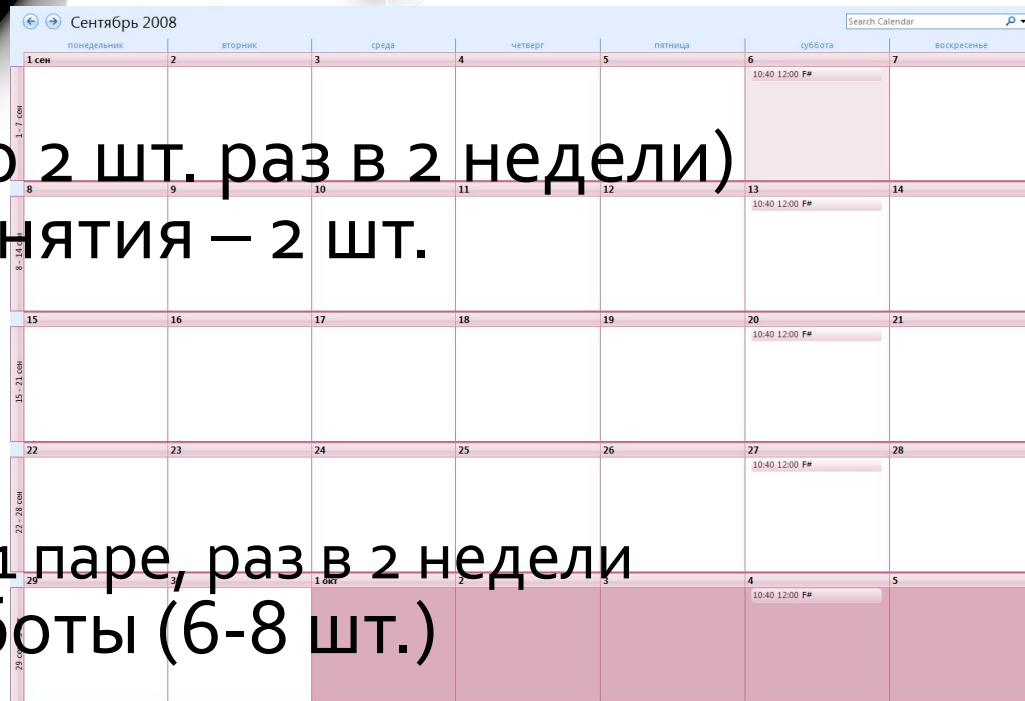


- Принципы функционального программирования
- Математическая теория в основе функционального программирования – λ -исчисление
- Семантика функциональных языков, вопросы реализации
- Языки функционального программирования:
 - Базовый язык - F#
 - Семейство ML-языков: OCaml, Caml Light, ML, SML
 - Другие похожие языки: Haskell, Hope, ...
 - Классика ФП – LISP
 - Примеры на C#, XSLT, ...

Что нас ждет?



- Лекции – 14 шт. (по 2 шт. раз в 2 недели)
- Интерактивные занятия – 2 шт.
 - Доклады
 - Обсуждения
- Семинары
 - по подгруппам, по 1 паре, раз в 2 недели
- Лабораторные работы (6-8 шт.)
 - выполняются дома самостоятельно

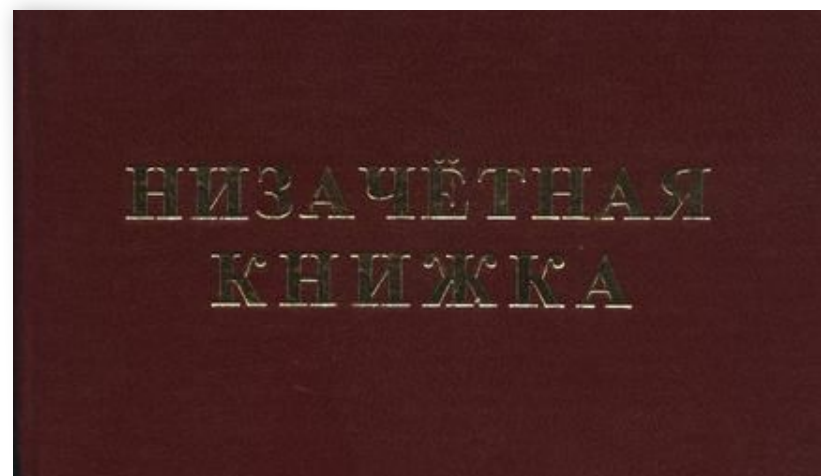


- <http://functional.soshnikov.com>

Критерии оценки



- Экзамен (письменный, 5 вопросов) – 50%
 - Лабораторные работы – 25% - ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ!
 - Самостоятельная работа (доклады, выступления на семинарах, вопросы, дополнительная работа) – 25%
-
- 5 – 75%
 - 4 – 60%
 - 3 – 50%

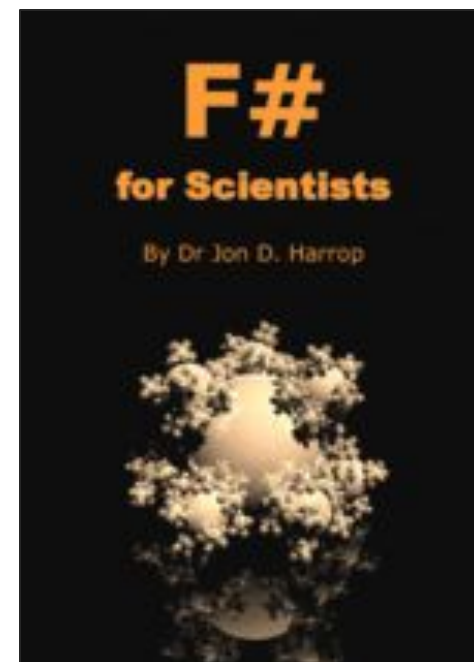
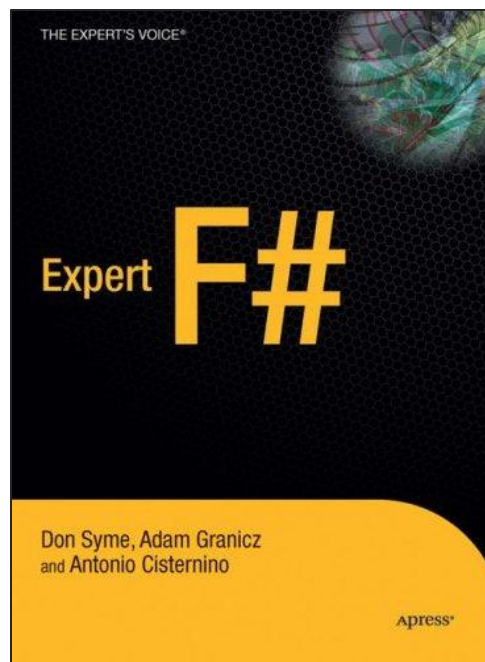
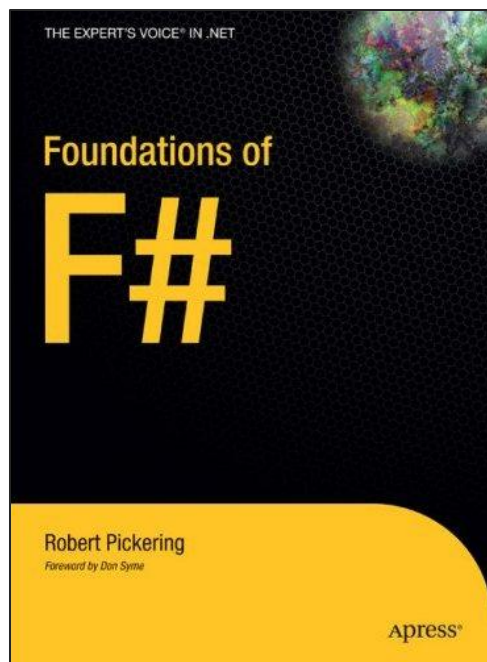


Варианты самостоятельной работы

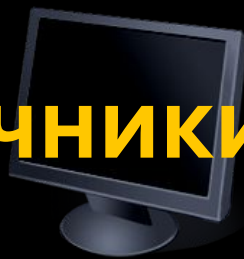


- Научно-исследовательская работа
- Выполнение полу-исследовательского проекта
- Выступление с докладом (15-20 мин.)
 - Функциональное программирование в реальном мире
 - Разбор масштабного примера (Fractal-3D, график функции)
 - Обзор библиотеки / fsharp samples
 - Обзор языка функционального программирования
 - Функционально-стековый язык catl

Источники



Источники



- <http://functional.soshnikov.com>
- Филд А., Харрисон П. Функциональное программирование. — М.: Мир, 1993.
- Harrison, J. Introduction to Functional Programming. Lecture Notes, Cambridge University, 1997.
- R.Pickering, **Foundations of F#**, A-Press, 2008.
- D.Syme, A.Granicz, A.Cisternio. **Expert F#**. A-Press, 2008
- E. Chailloux, P. Manoury, B.Pagano. Разработка программ с помощью Objective Caml. O'Reilly. Русский перевод: <http://shamil.free.fr/comp/ocaml/>
- Хювёнен Э., Сеппенен И. Мир Lisp'a. В 2-х томах. М.: Мир, 1990.
- J.Harrop, F# for Scientists, Wiley, 2008.
- Thompson S. Haskell: The Craft of Functional Programming. 2-nd edition, Addison-Wesley, 1999.
- <http://www.codeplex.com/fsharpamples>